

General-potpukovnik
mr VLADAN ŠLJIVIC, dipl. inž.
(predsednik)

General-major
dr ALEKSANDAR RADOVIĆ, dipl. inž.

General-major
dr MILORAD DRAGOJEVIĆ, dipl. inž.

General-major
mr MILAN ZAKLAN, dipl. inž.

Pukovnik
BORIS ĐUKIĆ, dipl. inž.

Pukovnik
LJUBODRAG PAVLOVIĆ, dipl. inž.

Profesor
dr JOVAN TODOROVIĆ, dipl. inž.

Profesor
dr ZORAN STOJILJKOVIĆ, dipl. inž.

Profesor
dr JOSIP LENASI, dipl. inž.

Pukovnik
dr ĐUBRICA PETRIĆ, dipl. inž.

Pukovnik
dr JUGOSLAV KODZOPELJIC, dipl. inž.

Pukovnik
dr VLADIMIR VOLAREVIĆ, dipl. inž.

Pukovnik
BORIS JURKOVIĆ-PERIŠA, dipl. inž.

Pukovnik
MILOSAV BRKIĆ, dipl. inž.

Pukovnik
mr NOVIĆA ĐORĐEVIĆ, dipl. inž.

Pukovnik
dr ZAHARIJE VLASKALIN, dipl. inž.

Pukovnik
JOVAN MARKOVIĆ, dipl. inž.

Pukovnik
mr VIDOJE PANTELIC, dipl. inž.

Pukovnik
mr MILISAV ARSIĆ, dipl. inž.

Pukovnik
mr TOMISLAV ŠTULIĆ, dipl. inž.
(sekretar)

Potpukovnik
IVAN ŠLAVKOV, dipl. inž.

Potpukovnik
ZIVOTA ILIĆ, dipl. inž.

Kapetan 1 klase
RODOLJUB DOŠIĆ, dipl. inž.

Kapetan 1 klase
MESUD HADŽIALIĆ, dipl. inž.

FRANJO BRKIĆ, dipl. inž.

GLAVNI I ODGOVORNI UREDNIK

Pukovnik
mr TOMISLAV ŠTULIĆ, dipl. inž.

SEKRETAR REDAKCIJE

DRAGICA KAMENICA

ADRESA REDAKCIJE: VOJNOTEHNIČKI
GLASNIK — Beograd, Svetozara Mar-
kovića 70, VE-1. Telefoni: centrala
656-122, lokali: odgovorni urednik 22-976,
sekretar 23-156, pretplata 32-937, žiro-
račun: Vojnoizdavački i novinski centar
(za Vojnotehnički glasnik) 60823-849-2393
Beograd. Godišnja pretplata: za pojedin-
ce — 30 dinara, a za ustanove, orga-
nizacije udruženog rada i druge orga-
nizacije — 90 dinara. Rukopisi se ne
vraćaju. Štampa: Vojna štamparija —
Beograd, Generala Ždanova 40 b.

IZDAJE

SAVEZNI SEKRETARIJAT ZA NARODNU ODBRANU

STRUČNI I NAUČNI ČASOPIS
JUGOSLOVENSKE NARODNE
ARMIJE

VOJNOTEHNIČKI glasnik



2

GODINA XXXVIII ● MART — APRIL 1990.

SADRŽAJ

Dr. Dragoljub M. Brkić, dipl. inž.	109	Kalkulator — granica poverenja za verovatnoću
Mr Vlado Radić, kapetan I klase, dipl. inž.	115	CAD — projektovanje pomoću računara
Dr Alempije Veljović, dipl. inž., Miodrag Radenković, potpukovnik, dipl. inž.	126	Analiza elemenata informacionih podсистема kao osnove za osvajanje novog sredstva NVO
Budimir Bujanja, dipl. inž.	139	Proščanova metoda za određivanje optimalne količine rezervnih delova
Sc Stjepan Adrinek, kapetan I klase, dipl. inž.	147	Digitalni simulator u realnom vremenu za sistem upravljanja vatrom na protivavionskom topu
Mr Zoran Ristić potpukovnik, dipl. inž.	155	Ugao zakretanja nagibnog sklopa oruđa pri opaljenju
Dr Nikola Zegarac, kapetan I klase, dipl. inž.	161	Vibracije kućišta dizel-motora u zavisnosti od brzine vrtnje, opterećenja i zračnosti ležajeva
vr. prof. dr Jurić Kolenc, pukovnik, dipl. inž.	170	Oblikovanje nekih uvjeta rada sa stanovišta pješackog saobraćaja

PRIKAZI IZ INOSTRANIH ČASOPISA

177	Osnovna oprema oklopnih vozila za opravke i evakuaciju zapadnih zemalja — P.M.
181	Protivoklopna vođena oružja. Deo 1 — neamerički sistemi — P.M.
186	Singapurski automatski bacač bombi »40AGL.« — P.M.
191	Usavršavanje hodnog dela tenka — P.M.
195	Novi italijanski lovac tenkova — točkaš B-1 »CENTAURO« — P.M.

TEHNIČKE NOVOSTI I ZANIMLJIVOSTI

200	Španski protivoklopni sistem treće generacije »ARIES«
201	Austrijski automat »AUG« sa prigušivačem pucnja
201	Pešadijska protivoklopna oružja na bazi kinetičke energije udara

- 202 Kineski dalekometni raketni sistem »WS-1«
- 203 Američki tenkovski navigacioni sistem »M1A2«
- 203 Američki džepni uređaj za noćno osmatranje »STAR-TRON MK-850«
- 204 Laserska oprema rumunske firme »ROM TEHNICA«
- 204 PVO Pasivni IC-senzor »IRS-700« švedske firme »SAAB«
- 205 Kineski ručni artiljerijski laserski daljinomer »SC-83-II«
- 205 Novi vođeni projektili zemlja-vazduh za KoV Švedske
- 206 Švedska minobacačka mina sa IC-samonavođenjem »STRIX«
- 206 Višenamenski blizinski upaljač »FB 391« italijanske firme »BORLETTI«
- 207 Razvoj novog britanskog tenka »CHALLENGER 2«
- 207 Novo zapadnonemačko italijansko lako borbeno vozilo »AV 90«
- 209 Oklopno vozilo za izvlačenje »M47 E2R«, španske firme »TALBOT«
- 209 Zapadnonemački optoelektronski sistem za prenos podataka »DAVONET«
- 210 Optički telekomunikacioni sistem »ACQUIRE 100« britanske firme »FERRANTI INSTRUMENTATION«
- 210 Novi mobilni taktički komunikacioni sistem »ZODIAC« holandske firme »HOLLANDSE SIGNAALAPPARATEN«
- 211 VVF-FM prenosni taktički radio-uređaj sa frekvencijskim skakanjem »AN/PRC-117« američke firme »HARRIS CORP«
- 211 VVF/UVF goniometar »PA 025« zapadnonemačke firme »ROHDE & SCHWARZ«
- 212 Američki sistem za elektronsku identifikaciju »MARK XV«
- 212 Zapadnonemački radar za niskoteleće ciljeve »TRM-L«
- 213 Neuralne mreže evropskog istraživačkog udruženja »ESPRIT«
- 213 Japanski analogni neuralni procesor
- 213 Hipermedijski sistem »HYPERCARD« američke firme »APPLE«
- 214 Familija laserskih simulatora gađanja »DX175« francuske firme »GIRAVIONS DORAND«
- 214 Američki taktički meteorološki komplet »AN/TMQ-34«
- 216 Pravci daljeg razvoja i unapređenja sadržaja, forme i profila časopisa »Vojnotehnički glasnik«

Uvod

Verovatnoća posmatranog događaja, u većini praktičnih problema, nepoznata je i aproksimira se relativnom učestanošću tog događaja. Ova relativna učestanost, kao tačkasta ocena nepoznate verovatnoće, varira od serije do serije, iako svaka serija ima isti broj proba. Dakle, tačkasta ocena nepoznate verovatnoće ima karakter slučajne promenljive koja varira u domenu $[0; 1]$. Pored ove ocene, u praksi se koristi i intervalna ocena verovatnoće. Ona se izražava širinom intervala koji, sa unapred datim poverenjem, prekriva nepoznatu vrednost verovatnoće posmatranog događaja. Ovaj interval leži između donje i gornje granice poverenja. U [1] date su relacije za granice poverenja za nepoznatu verovatnoću, kako one za tačno izračunavanje, tako i one za približno izračunavanje koje se odnose na slučajeve kod kojih je broj proba veoma veliki. Koristeći ove relacije pomoću kojih je definisan krug poverenja [1] dobijen postupkom transformacije, realizovan je mehanički kalkulator granica poverenja za verovatnoću. Kalkulator je napravljen u vidu šibera sa jednim translatornim i jednim rotacionim pomeranjem. Pomoću njega moguće je veoma lako odrediti približne granice poverenja za nepoznatu verovatnoću pri 10 različitih vrednosti donjeg i gornjeg rizika. Iako za ove gra-

nice poverenja postoje tablice, a mogu se odrediti i pomoću računara, ovaj kalkulator može biti, i radi svoje jednostavnosti, interesantan za one koji se bave ovom problematikom.

Oznake

$p = P(A)$	— verovatnoća događaja A, parametar binomne raspodele
n	— broj proba u jednoj seriji
m	— broj pojava događaja A u toku n proba
$f = m/n$	— relativna učestanost pojave događaja A
u	— slučajna promenljiva koja ima standardizovanu normalnu raspodelu $N(0, 1)$
u_γ	— kvantil standardizovane normalne raspodele $N(0, 1)$
$\gamma = F(u_\gamma) =$ $= P(u \leq u_\gamma) =$ $= \alpha_1$ ili $1 - \alpha_2$	— verovatnoća koja je pridružena kvantilu u
$u_1 = u_{\alpha_1}$	— donja granica poverenja za u
$u_2 = u_{1-\alpha_2}$	— gornja granica poverenja za u
α_1, α_2	— donji, gornji rizik
$\alpha = \alpha_1 + \alpha_2$	— ukupan rizik
$P = 1 - \alpha$	— poverenje

- p_1 — donja granica poverenja za p
 p_2 — gornja granica poverenja za p

Teorijska osnova

Neka slučajna promenljiva $X \in [0, n]$ ima binomni zakon raspodele sa parametrom $p = P(X)$.

Srednja vrednost i varijansa slučajne promenljive X dati su sledećim izrazima:

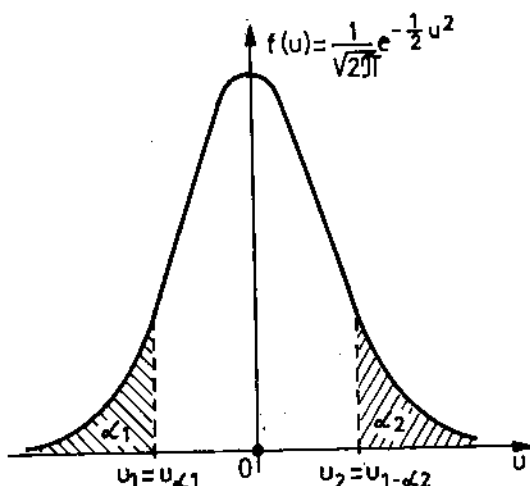
$$E(X) = np \quad (1)$$

$$V(X) = \sigma^2 = npq = np(1-p). \quad (2)$$

Za vrlo veliko n , slučajna promenljiva X veoma približno sledi zakon normalne raspodele. Na osnovu definicione formule može se napisati izraz za standardizovanu slučajnu promenljivu

$$u = \frac{X - E(X)}{\sqrt{V(X)}} = \frac{m - np}{\sqrt{npq}} = \frac{\frac{m}{n} - p}{\sqrt{\frac{pq}{n}}} = \frac{f - p}{\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}} \quad (3)$$

Funkcija gustine raspodele slučajne promenljive u i granice poverenja u_1 i u_2 prikazane su na slici 1.



Sl. 1 Grafik funkcije $f(u)$ i granice poverenja u_1 i u_2

Ako je $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha/2$, tada je $|u_1| = |u_2| = g$. Verovatnoća da apsolutna vrednost slučajne promenljive u bude manja ili jednaka g je $1 - \alpha$, tj.

$$P(|u| \leq g) = 1 - \alpha$$

ili

$$P\left(\left|\frac{f - p}{\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}}\right| \leq g\right) = 1 - \alpha. \quad (4)$$

Iz (4) proizilazi da je

$$|f - p| \leq g \cdot \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}. \quad (5)$$

Ako se u izrazu (5) zadrži samo znak jednakosti i izvrši kvadriranje leve i desne strane, dobiće se

$$(f - p)^2 = \frac{g^2}{n} p(1-p). \quad (6)$$

Izraz (6) predstavlja jednačinu elipse. Rečavanjem jednačine (6) po p , dobija se

$$p_1 = \frac{fn + \frac{1}{2}g^2 - g\left[f(1-f)n + \frac{1}{4}g^2\right]^{1/2}}{n + g^2} \quad (7)$$

$$p_2 = \frac{fn + \frac{1}{2}g^2 + g\left[f(1-f)n + \frac{1}{4}g^2\right]^{1/2}}{n + g^2} \quad (8)$$

gde p_1 i p_2 predstavljaju granice poverenja za nepoznatu verovatnoću p . Tako se, dakle, sa poverenjem $P = 1 - \alpha$ može tvrditi da interval poverenja $[p_1, p_2]$ prekriva nepoznatu vrednost verovatnoće posmatranog događaja.

Kao što se vidi, izrazi (7) i (8) nisu tako jednostavni da bi se izračunavanje p_1 i p_2 moglo izvršiti sa lakoćom. Kada se u izrazu (6) izvrši smena

$$f - p = \frac{g}{\sqrt{n}} x, \quad (9)$$

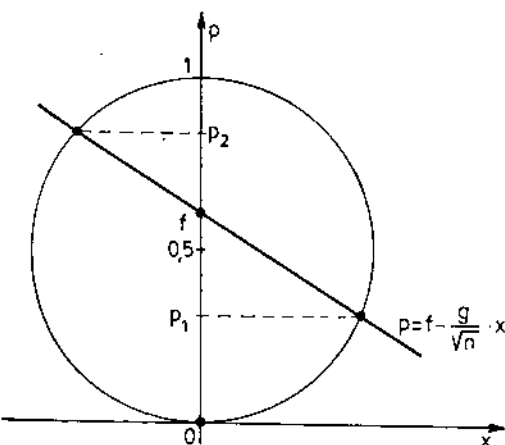
dobija se

$$x^2 = p(1-p). \quad (10)$$

Izraz (10) predstavlja jednačinu kruga čiji je poluprečnik jednak $1/2$ i može se izraziti i u sledećem obliku:

$$\left(p - \frac{1}{2}\right)^2 + x^2 = \left(\frac{1}{2}\right)^2, \quad (11)$$

Ovaj krug naziva se krug poverenja i prikazan je na slici 2.



Sl. 2 Krug poverenja

Izraz (9) predstavlja jednačinu prave koja se može napisati u sledećem obliku:

$$p = f - \frac{g}{\sqrt{n}} x. \quad (12)$$

Projekcije preseka ove prave i kruga poverenja na p -osu predstavljaju rešenja jednačina (9) i (10), odnosno granice poverenja p_1 i p_2 .

Praktično određivanje granica poverenja p_1 i p_2 vrši se tako što se na p -osu nanese vrednost relativne učestanosti $f = m/n$ i kroz tu tačku povuče prava čiji je koeficijent pravca $a = -g/\sqrt{n}$, odnosno pod uglom $\Theta = -\arctg(g/\sqrt{n})$. Na p -osi pročitaju se vrednosti projekcija preseka ove prave i kruga poverenja koje predstavljaju granice poverenja p_1 i p_2 . U praksi se ovaj krug poverenja obično nacrtava na milimetar-

skom papiru. Prečnik kruga koji je jednak jedinici [1] predstavlja se sa 10 cm, tako da 1 cm dužine odgovara vrednosti verovatnoće 0,1. Ovakav odnos je pogodan, jer se u tom slučaju očitavanja vrednosti p_1 i p_2 može izvršiti sa tačnošću na dve decimale, što je za praktičnu primenu često dovoljno.

Praktična realizacija

Na osnovu postupka određivanja granica poverenja p_1 i p_2 , koji je izložen u prethodnoj tački, moguće je napraviti mehanički kalkulator granica poverenja za verovatnoću. Ovaj kalkulator u vidu šibera (sl. 3) ima translaciono i rotaciono pomeranje. Kalkulator se sastoji od tri dela:

1. deo — klizač kalkulatora

Ovaj deo je simetrični isečak iz centralnog dela kružne ploče na kojoj je naneta skala kalkulatora. Širina klizača je nešto malo veća od prečnika kruga poverenja koji je smešten u centar ovog klizača. Po x -osi kruga poverenja naneta je skala za relativnu učestanost f i verovatnoću p . Na ovoj skali označene su vrednosti: 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5, 0,6, 0,7, 0,8, 0,9. Sa obe strane klizača nalepljen je po jedan krug poverenja.

2. deo — skala kalkulatora

Sastoji se od pet koncentričnih prstenova na koje su naneti podeoci koji predstavljaju broj proba n i odgovaraju uglu $\Theta = -\arctg(g/\sqrt{n})$. Svakom od ovih pet prstenova skale odgovara po jedna veličina g :

Prsten	g	$\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha/2$
I	-2,5757	0,005
II	-2,3263	0,010
III	-1,9600	0,025
IV	-1,6448	0,050
V	-1,2814	0,100

U središnjem delu skale kalkulatora izrezan je otvor kroz koji se može videti krug poverenja. Iznad proreza ispisane su vrednosti brojeva n koji odgovaraju crticama na skali kalkulatora. Ti brojevi su: $n=1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 70, 80, 90, 100, 120, 140, 160, 180, 200, 300, 400, 500, 1000, 2000, 3000$ i ∞ .

Podeoci koji odgovaraju broju proba n naneti su u I i III kvadrantu kružne skale, a vrednosti rizika α_1 i α_2 upisane su u II i IV kvadrantu kružne skale kalkulatora. Ispod proreza napisan je naziv: KALKULATOR granica povećanja za verovatnoću. Skala kalkulatora nalepljena je na providnu kružnu plastičnu foliju. Ona se nalazi na prednjoj strani kalkulatora. Na zadnjoj strani kalkulatora nalazi se slična skala koja je urađena za rizike $\alpha_1=\alpha_2=0,200; 0,250; 0,300; 0,400$ i $0,500$. Iznad proreza na ovoj strani kalkulatora stoji oznaka GPV-89 i legenda, tj. značenje upotrebljenih oznaka. Ispod proreza napisano je kratko uputstvo za upotrebu.

3. deo — skazaljka kalkulatora

To je tanka linija povučena kao prečnik kruga koji je napravljen od plastične providne ploče. Ovaj krug, koji na sebi nosi skazaljku, pričvršćen je svojim centrom za centar skale kalkulatora i oko tog centra se može rotirati. Tako se skazaljka dovodi do poklapanja sa odgovarajućim brojem proba n . Tako skazaljka i skala kalkulatora, u stvari, čine jednu celinu. Na isti način urađena je i pričvršćena skazaljka na zadnjem delu kalkulatora. Prednja i zadnja skala sa skazaljkama nalepljene su na kružni disk iz kojeg je isečen klizač kalkulatora. Ovaj klizač može se translatorno pomerati između prednje i zadnje skale kalkulatora. Da bi se izvršilo početno pomeranje klizača kalkulatora, na

rubu kružnog diska, kao nosača skale, isečena su dva segmenta u pravcu x-ose (sl. 3).

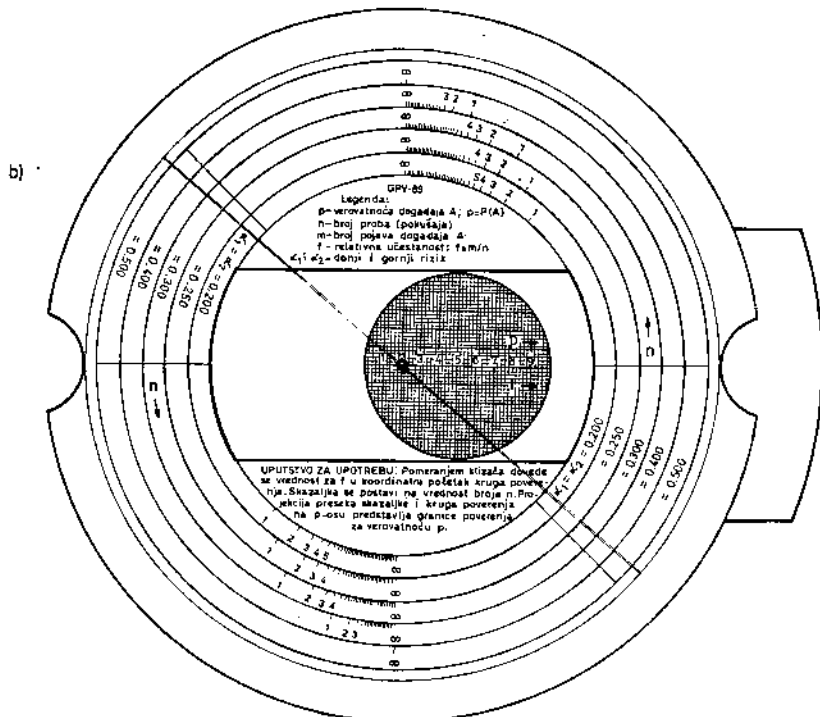
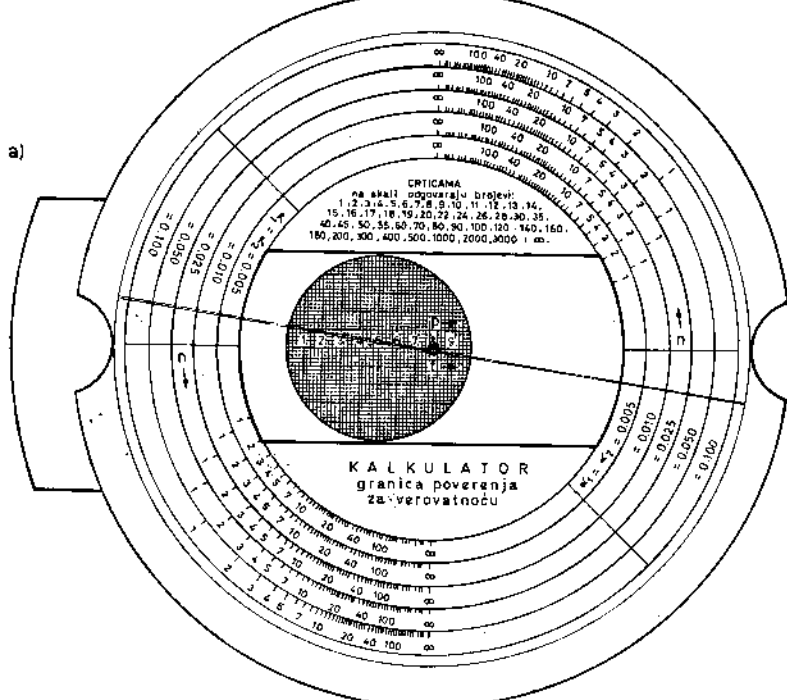
Primer praktične primene

Neka je u toku eksperimenta izvršeno $n=100$ proba i neka je očekivani događaj A nastupio $m=80$ puta. Pomoću ovog kalkulatora treba odrediti granice poverenja p_1 i p_2 za nepoznatu verovatnoću događaja A, tj. $p=P(A)$, a sa usvojenim rizicima $\alpha_1=\alpha_2=\alpha/2=0,05$.

Rešenje

Centar skale pomeriti po p-osi kruga poverenja u tačku koja odgovara vrednosti relativne učestanosti $f=m/n=80/100=0,8$, a zatim skazaljku zarotirati na podeok koji odgovara broju proba $n=100$ na prstenu koji se odnosi na rizike $\alpha_1=\alpha_2=0,05$. Na p-osi pročitaju se projekcije preseka kruga poverenja i skazaljke i one iznose $p_1\approx 0,74$ i $p_2\approx 0,86$.

Dakle, sa poverenjem $P=1-(\alpha_1+\alpha_2)=0,90$ može se tvrditi da interval poverenja $[0,74; 0,86]$ prekriva nepoznatu vrednost verovatnoće $p=P(A)$. U tablicama granica poverenja za p nalazi se da je $p_1=0,733795$ i $p_2=0,863339$. Upoređujući tačne vrednosti za p_1 i p_2 sa odgovarajućim vrednostima dobijenim pomoću ovog kalkulatora vidi se da je podudarnost, u praktičnom smislu, zadovoljavajuća. Broj proba $n=100$ u ovom primeru, praktično posmatrano je prilično veliki, pa je otuda i dobijena zadovoljavajuća podudarnost između određenih i tačnih vrednosti za p_1 i p_2 . U stvari, navedeni postupak određivanja p_1 i p_2 zasniva se na uslovu da je broj proba veliki ($n>20$). Međutim, praktično posmatrano, ova podudarnost je zadovoljavajuća i za manji broj proba ($n\leq 20$) u šta se korisnik kalkulatora može i sam uveriti poredeći vrednosti za p_1 i p_2 određene pomoću ovog kalkulatora i odgovarajućih tabličnih vrednosti.



Sl. 3 Kalkulator granica poverenja za verovatnoću $p = P(A)$

a) prednja strana; b) zadnja strana

Zaključak

Pomoću opisanog mehaničkog kalkulatora moguće je odrediti granice poverenja p_1 i p_2 za nepoznatu verovatnoću posmatranog događaja. Tačnost ovih granica poverenja u većini praktičnih

slučajeva je prihvatljiva. Iako se vrednosti ovih granica poverenja mogu tačno odrediti pomoću računara, ili naći u odgovarajućim tablicama, ovaj kalkulator, zbog svoje jednostavnosti (ili čak atraktivnosti) može biti interesantan za one koji se bave ovom problematikom.

Literatura:

- [1] B. L. Van Der Waerden:
MATHEMATISCHE STATISTIK
Springer-Verlag,
Berlin, 1965.

Uvod

Savremeni tehnološki sistemi, poslovnih operacija, upravljanje, inženjering, armijska delatnost i naučno-istraživački rad danas se ne mogu zamisliti bez računarskih sistema. Brzi razvoj i vidni tehnološki pomaci u računarskoj tehnici proširili su područja njihove primene. Na osnovu svojstava računarskih sistema, različitih kako po kapacitetu, tako i po brzini i nameni, područja primene računara pokrivaju se u okvirima relacija pomoći (čoveku), a u nekim slučajevima i potpune zamene čoveka.

Znatnije uključivanje računara u proces projektovanja, deceniju ili dve unazad, umnogome je dovelo do poboljšanja određenih aktivnosti. Radi prevazilaženja teškoća usled rasta kompleksnosti projektovanja, u tehnološki razvijenim zemljama preduzimaju se značajni naponi za uvođenje i primenu računara u rešavanju ove problematike. To je rezultiralo uvođenjem i formiranjem CAD/CAM (Computer Aided Design/Manufacturing) tehnologije.

Proces projektovanja i proračuna, posebno složenih konstrukcija, dugotrajna je kreativna aktivnost koja zahteva koordinaciju tima specijalista iz različitih tehničkih disciplina. Projektovanje podrazumeva definisanje predmeta projektovanja koji može biti određen proizvod (mašina, komponenta, i dr.)

ili tehnološki proces. Projektovanje je proces kojim se obezbeđuju svojstva kvaliteta, ekonomičnosti i definišu sve neophodne informacije koje su potrebne za projektovanje tehnološkog procesa proizvodnje određenog proizvoda. Radi definisanja proizvoda, proces projektovanja obuhvata niz iterativnih i optimizacionih, misaonih i informativnih tokova pomoću kojih se generišu sve potrebne informacije koje potpuno određuju proizvod. S tim u vezi, projektovanje pomoću računara (CAD) predstavlja korišćenje računara u aktivnostima projektovanja, kao što su: kreiranje i izrada koncepta proizvoda, analiza i modifikacija, optimizacija, te izrada projektnih dokumentacije [1, 9].

Računarski sistemi

Sistemi za projektovanje pomoću računara (tzv. CAD sistemi) automatizuju pojedine faze procesa projektovanja, pomažu projektantima u pojedinim fazama, pri čemu povezuju u jednu celinu sve primene računara u procesu projektovanja. CAD sistemi sastavljeni su, kao uostalom i svi računarski sistemi, od mašinske i programske opreme.

Mašinska oprema — hardver (hardware) podrazumeva računar sa perifernim uređajima za unošenje i smeštaj, pokazivanje i prenos podataka, i sl. Programska oprema — softver (software)

omogućava da se mašinska oprema koristi za izvršavanje određenih zadatah funkcija.

CAD hardver obično uključuje računar, jednu ili više grafičkih radnih stanica, periferne uređaje koji su direktno povezani sa računarskom mrežom (šampači — printers, cirači — plotters, kopirni uređaji, i dr.). CAD softver čine uslužni programi koji omogućavaju lakši rad sa bazom podataka i upravljanja radom grafičkih uređaja, te aplikacioni programi za projektovanje pomoću računara koji imaju više programskih modula za automatizaciju pojedinih aktivnosti projektovanja.

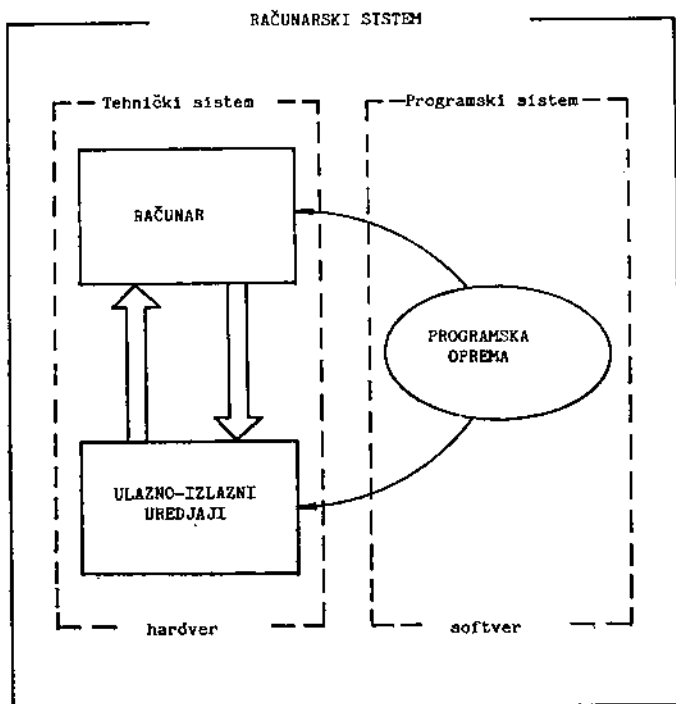
Na slici 1 prikazana je struktura računarskog sistema.

kazane su najčešće aktivnosti čija se realizacija zahteva u procesu projektovanja.

Ako se te neophodne aktivnosti grupišu u celinu, onda se može definisati određena iterativna procedura koja ima sledeće faze (sl. 3):

- postavljanje projektnog zadatka;
- postavljanje koncepta proizvoda;
- konstruisanje i geometrijsko modelovanje;
- analiza i optimizacija rešenja;
- izrada konstrukcione dokumentacije.

Postavljanje projektnog zadatka odnosi se na definisanje svih relevantnih parametara koji će potpuno opisati



Sl. 1

Projektovanje pomoću računara (CAD)

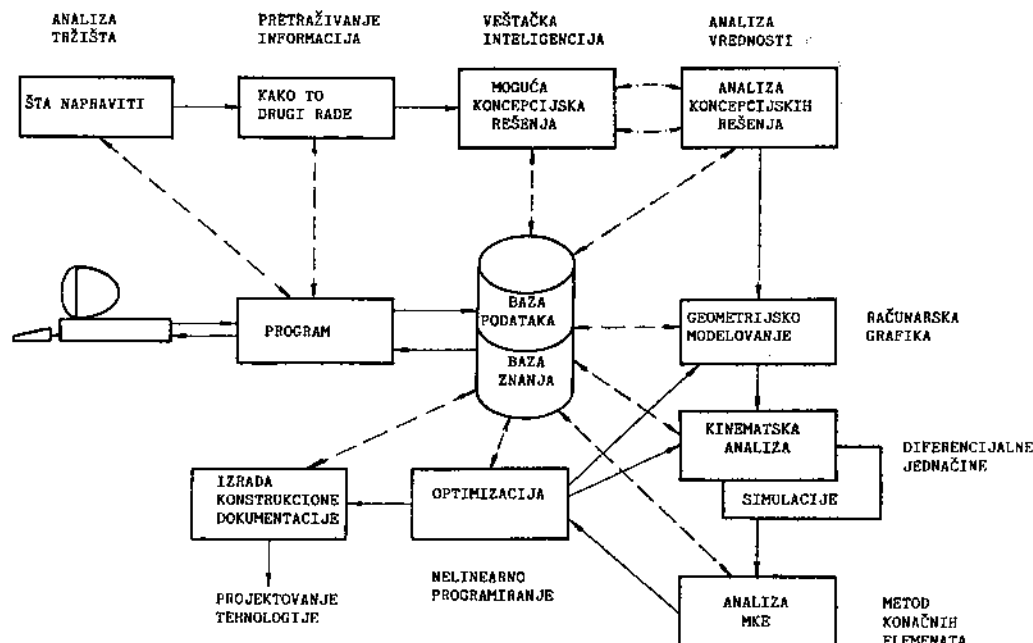
Proces projektovanja, po strukturi i funkcijama, uslovljen je tipom proizvoda koji se projektuju. Na slici 2 pri-

konkretni proizvod sa aspekta analize informacija dobijenih sa tržišta, ispitivanja i analize proizvoda konkurentnih proizvođača i trendova potražnje.

Postavljanje koncepta proizvoda predstavlja kreativnu fazu sa ciljem de-

finisanja osnovne strukture proizvoda, analize i izbora osnovnih principa rada proizvoda, njegovih sastavnih delova — komponenti, i dr. Koncept i idejno rešenje nekog proizvoda nastaje posle niza iterativnih i optimizacionih ispi-

Analiza i optimizacija konstrukcionog rešenja proizvoda obuhvataju različite proračune, analize i potrebne simulacije radi utvrđivanja svojstava kvaliteta i ponašanja u simuliranim uslovima primene. Od niza metoda koriš-



Sl. 2

vanja različitih varijanti. Do izražaja dolazi upoređenje troškova proizvodnje, svojstva kvaliteta, kao i pogodnosti za izradu. U ovoj fazi računar omogućava izvršavanje različitih analiza, kako tehničko-tehnoloških, tako i ekonomskih, te optimizaciju svih parametara.

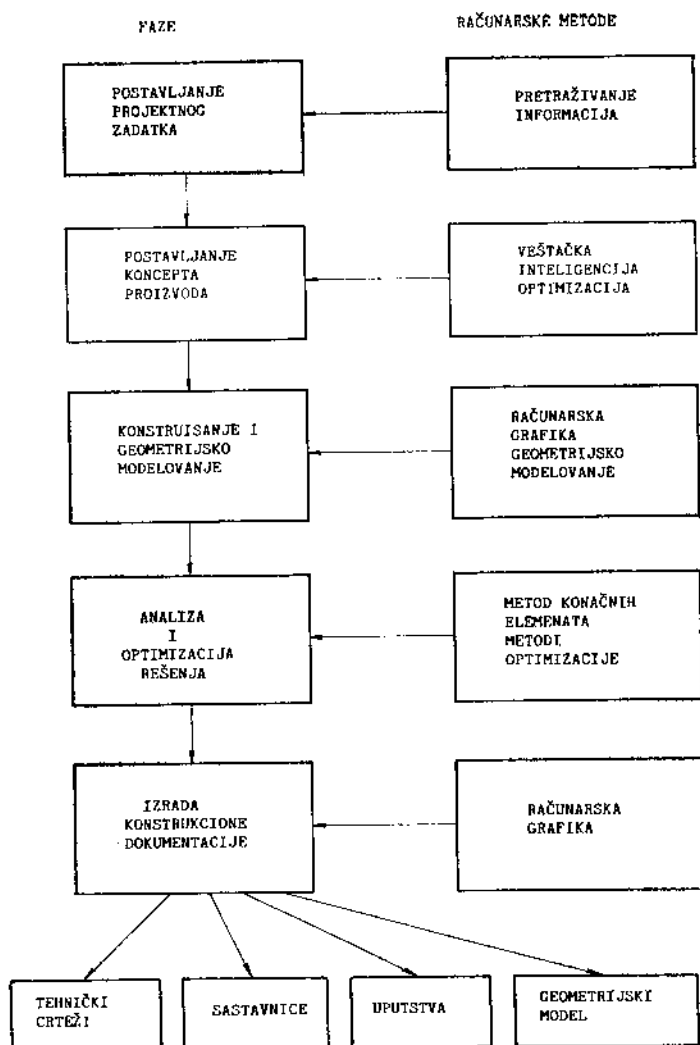
Konstruisanje i osnovno geometrijsko modelovanje je faza u kojoj se definišu oblik i dimenzije modula i komponenti proizvoda na nivou koji je potreban za izvođenje proračuna, analiza i simulacija. Metode računarske grafike i geometrijskog modelovanja omogućavaju bitne pomake u formiranju geometrijskog modela proizvoda (najčešće u obliku prostornog modela — solid model) koji postaje osnovni izvor potrebnih informacija za sledeće faze procesa projektovanja.

čenih za proračune različitih svojstava, metoda konačnih elemenata (MKE) omogućava da se izvrše proračuni naponsko-deformacionih stanja, temperaturnih polja, kao i analiza kinematskih svojstava prenosnih mehanizama. Dalje, za optimizaciju se koriste metode za iznalaženje optimalnog rešenja promenom konstrukcionih parametara (npr. nelinearno programiranje).

Programi za CAD sisteme omogućavaju animaciju kretanja mehanizama, kao što su zglobovi i polužni. To povećava konstruktorsku vizuelizaciju operacije mehanizama. Bez grafičke kinematike na CAD sistemu, projektant često mora da se služi drugim modelima za prezentaciju mehanizama koji su mnogo komplikovaniji za realizaciju. Komercijalno raspoloživi softverski pa-

keti za omogućavanje kinematskih analiza mogu biti korisni za projektanta u kreiranju zahtevanog mehanizma radi usavršavanja specifikiranog kretanja ili

izvoda u obliku tehničkih crteža, sastavnica, uputstava za korišćenje, održavanje, i dr. Ako se radi o CAD sistemu, izlaz iz procesa projektovanja jeste



Sl. 3 Faze procesa projektovanja i računarske metode

opterećenja. Primer jednog takvog programa jeste ADAMS (Automatic Dynamic Analysis of Mechanical Systems — automatska dinamička analiza mehaničkih sistema) koji je razvijen na Univerzitetu u Mičigenu u SAD [1, 2].

Izrada konstrukcione dokumentacije odnosi se na detaljnu deskripciju pro-

tzv. CAD model koji opisuje geometrijska svojstva proizvoda.

Osnovni razlozi za uvođenje CAD sistema ogledaju se u pomoći projektantu u procesu sagledavanja proizvoda, njegovih sastavnih delova i komponenti, sintezi i izradi konstrukcione dokumentacije, usavršavanju konstrukcije

kroz veliki broj alternativa i za potpunu inženjersku kreaciju. Dalje, to omogućava veću preglednost konstrukcije — crteža i, konačno, formiranje baze podataka za izradu proizvoda kroz specifikaciju materijala, geometriju i gabarite proizvoda i njegovih sastavnih delova — komponenti, cenu materijala, i dr.

U konvencionalnom proizvodnom ciklusu, praktikovanom mnogo godina u proizvodnji i industriji, crtači su pripremali inženjerske crteže koji su služili za kasnije planiranje procesa proizvodnje. Aktivnost sadržane u procesu projektovanja bile su odvojene od aktivnosti vezanih za planiranje procesa proizvodnje. U suštini, bila su razvijena dva stepena procedure. To je bilo nepotrebno trošenje vremena, kao i dupliranje procesa proizvodnje. U suštini, bila su razvijena dva stepena procedure. To je bilo nepotrebno trošenje vremena, kao i dupliranje napora projekata i proizvodnog ljudstva. U integralnom CAD/CAM sistemu ustanovljena je direktna veza između projektovanja i proizvodnje.

Prednost CAD sistema su mnoge struke. Neki parametri u tabeli daju pri mogućih primena i prednosti integriranih CAD sistema u različitim oblastima.

Tabela

Pregled potencijalnih prednosti koje rezultiraju uvođenjem CAD kao dela integriranog sistema CAD/CAM

1. Povećana je produktivnost projektanta-konstruktora.
2. Smanjenje zahteva za inženjerskim ljudstvom.
3. Modifikacije (kupcima) lakše je uraditi.
4. Brži odgovor na zahteve u ponudama.
5. Minimizacija grešaka.
6. Povećana tačnost konstrukcije.
7. Lakše prepoznavanje komponenti u uzajamnom odnosu, pri analizama.

8. Dobijanje bolje funkcionalne analize za smanjenje prototipskog testiranja.
9. Pomoć u pripremi i izradi dokumentacije.
10. Konstrukcija je standardizovana.
11. Povećana produktivnost u oblikovanju delova-komponenti.
12. Smanjenje pripremnog vremena za rutinske zadatke crtanja i NC programiranja.
13. Bolje poznavanje troškova proizvodnje.
14. Manje greške u NC programiranju.
15. Ušteda materijala i mašinskog vremena pomoću algoritma optimizacije.
16. Pomoć pri ispitivanjima složenih delova-komponenti.
17. Bolji komunikacijski interfejsi i veće razumevanje između inženjera.
18. Omogućavanje veće efikasnosti upravnog ljudstva na projektima.

Povećanje produktivnosti CAD sistema u poređenju sa tradicionalnim načinom projektovanja zavisi od:

— kompleksnosti inženjerske konstrukcije;

— nivoa zahtevanih detalja;

— stepena ponovljivosti konstruisanih delova;

— stepena simetrije delova-komponenti;

— raspoloživosti biblioteke obično korišćenih elemenata.

Analiza konstrukcija

U formulaciji skoro svakog inženjerskog projekta zahteva se neki tip analize. Analiza može obuhvatati proračune napona i deformacija, transfer toplote ili korišćenje diferencijalnih jednačina za opisivanje dinamičkog ponašanja konstruisanog sistema.

Savremeno projektovanje pomoću računara sa primenom u tehnologiji podrazumeva integralni proces u kojem jedan od elemenata predstavlja analiza konstrukcija. Proračun u sadašnjim us-

lovima tehnike i teorijskih znanja znači upotrebu inženjerskog softvera pomoću kojeg se može izvršiti modelovanje problema. Danas je najrasprostranjenija metoda u inženjerskoj praksi i naučno-istraživačkim zadacima MKE, na osnovu koje je u svetu razvijen veći broj komercijalno raspoloživih paketa.

Savremeni koncept projektovanja mašinskih konstrukcija podrazumeva da se još u fazi projektovanja vrši predikcija ponašanja konstrukcije u uslovima njenog realnog opterećenja (mehaničko i termičko).

CAD sistemi često uključuju softver za analizu koji može biti pozitivan u toku izrade geometrijskog modela. Posebno su interesantne dve analize:

- analiza glavnih svojstava,
- analiza metodom konačnih elemenata (MKE).

Analiza glavnih svojstava omogućava analizu modela po parametrima, kao što su: površina, zapremina, masa, težište, moment inercije.

Analiza metodom konačnih elemenata

Metoda konačnih elemenata spada u savremene metode numeričke analize. Njena primena počela je prvenstveno u oblasti proračuna inženjerskih konstrukcija. Po analogiji sa postupkom za proračun okvira, koji je bio poznat u statički konstrukcija, rešavan je problem naprezanja. Od ove prve primene, za koju se može reći da je nastala intuitivno, bez potrebne teorijske osnove MKE se za kratko vreme razvila u posebnu naučnu oblast, sa širokom primenom u rešavanju graničnih problema i zadataka u matematici, fizici i naročito mehanici kontinuuma. Brzi razvoj MKE išao je uporedo sa razvojem savremenih računara i njihovom primenom u različitim oblastima nauke i inženjerske prakse [5, 6].

Metoda sila i metoda deformacija, kao dve osnovne metode za proračun

naponsko-deformacionog stanja u statički linijskih nosača, dobijaju poseban značaj njihovim prevođenjem u matrični oblik koji je pogodan za primenu računara.

Matrični koncept metoda statike linijskih nosača, uz generalizaciju značenja matrica krutosti i fleksibilnosti, brzo je prenet na proračun površinskih i prostornih nosača. Sam naziv MKE (Finite Element Method) uveden je 1960. godine.

Osnovne zavisnosti između geometrijskih i fizičkih veličina u mehanici kontinuuma uspostavljaju se na elementu diferencijalno malih dimenzija. Zavisnosti između srednjih vrednosti ovih veličina, uz pretpostavku o njihovoj neprekidnosti, proširuju se sa beskonačno malog elementa na ceo razmatrani domen. Na taj način, dobijaju se diferencijalne jednačine, obične ili parcijalne, integralne ili integralno-diferencijalne, koje sa odgovarajućim konturnim i početnim uslovima, u matematičkom smislu definišu odgovarajući granični zadatak.

MKE spada u metode diskretne analize i zasniva se na fizičkoj diskretizaciji razmatranog domena. Umesto elementa diferencijalno malih dimenzija, osnovu za sva razmatranja predstavlja deo domena konačnih dimenzija, poddomen ili konačan element. Zbog toga su osnovne jednačine, pomoću kojih se opisuje stanje u pojedinim elementima i formuliše problem u celini, umesto diferencijalnih ili integralnih jednačina, obične algebarske. To znači da se razmotreni domen, kao kontinuum sa beskonačno mnogo stepeni slobode, zamenjuje diskretnim modelom međusobno povezanih konačnih elemenata, sa konačnim brojem stepeni slobode.

Sušтина aproksimacije kontinuuma po MKE sastoji se u sledećem:

- a) razmatrani domen, pomoću zamišljenih linija ili površina, podeli se na određeni broj poddomena konačnih dimenzija. Pojedini poddomeni naziva-

ju se konačnim elementima, a njihov zbir za ceo domen — sistem ili mreža konačnih elemenata;

b) pretpostavlja se da su konačni elementi međusobno povezani u konačnom broju tačaka, koje se usvajaju na konturi elementa. Te tačke nazivaju se čvorne tačke ili čvorovi;

c) stanje u svakom konačnom elementu opisuje se pomoću interpolacionih funkcija i konačnog broja parametara u čvorovima koji predstavljaju osnovne nepoznate veličine u MKE.

U proračunu inženjerskih konstrukcija po MKE i po analogiji sa metodom statike konstrukcija, kao osnovne nepoznate usvajaju se: kinematske veličine (pomeranja, izvodi pomeranje, komponente deformacija, i dr.), statičke veličine (unutražnje sile, komponente napona) ili mešovito kinematske i statičke. U zavisnosti od načina izbora osnovnih nepoznatih u čvorovima mreže, razlikuju se tri osnovna vida MKE [4, 5, 6]:

- metoda deformacija,
- metoda sila, i
- mešovita ili hibridna metoda.

Savremeni CAD sistemi opremljeni su programima za analizu MKE, kao i grafičkim pretprocesorima (generatorima mreže) i postprocesorima. Međutim, pre analize određene konstrukcije pomoću MKE, korisnik mora da izabere program za analizu MKE i da postavi model konačnih elemenata. To obuhvata sledeće aktivnosti:

- izbor vrste elementa;
- izbor tipa elementa;
- definisanje spoljnog opterećenja;
- izbor gustine mreže.

Pri izboru analize, zavisno od vrste opterećenja i željene tačnosti analize, korisnik mora da se opredeli za statičku ili dinamičku analizu. Takođe, u zavisnosti od nivoa napona i deformacija, mora se odlučiti da li će se raditi li-

nearna (u oblasti elastičnosti) ili nelinearna analiza (u oblasti plastičnosti) [9, 10].

Pri izboru tipa elementa obično se u jednom modelu koriste različiti tipovi elemenata, kako po obliku, tako i po broju čvorova, i sl. Zato se korisniku ostavlja mogućnost da izabere:

— oblik elementa (trougao, četvorougao i dr.);

— pravolinijske ili krivolinijske elemente;

— broj stepeni slobode u čvoru (2, 3, 5 ili 6);

— funkciju aproksimacije (linearnu, kvadratnu i sl.);

— broj čvorova u elementu (broj međučvorova), i dr.

U situaciji kada je potrebno definisati spoljno opterećenje to se nekad veoma teško može uraditi ili, ako se već može aproksimirati, predstavlja se u obliku koncentrisanih sila. Postoje situacije kad se spoljno opterećenje mora posebno proračunati ili eksperimentalno odrediti.

Kada se vrši izbor gustine mreže, u obzir se uzima činjenica da se veća tačnost analize postiže usitnjavanjem konačnih elemenata, tj. povećanjem gustine mreže konačnih elemenata. S druge strane, nepotrebno guste mreže uzrokuju veće troškove i produžavaju analizu.

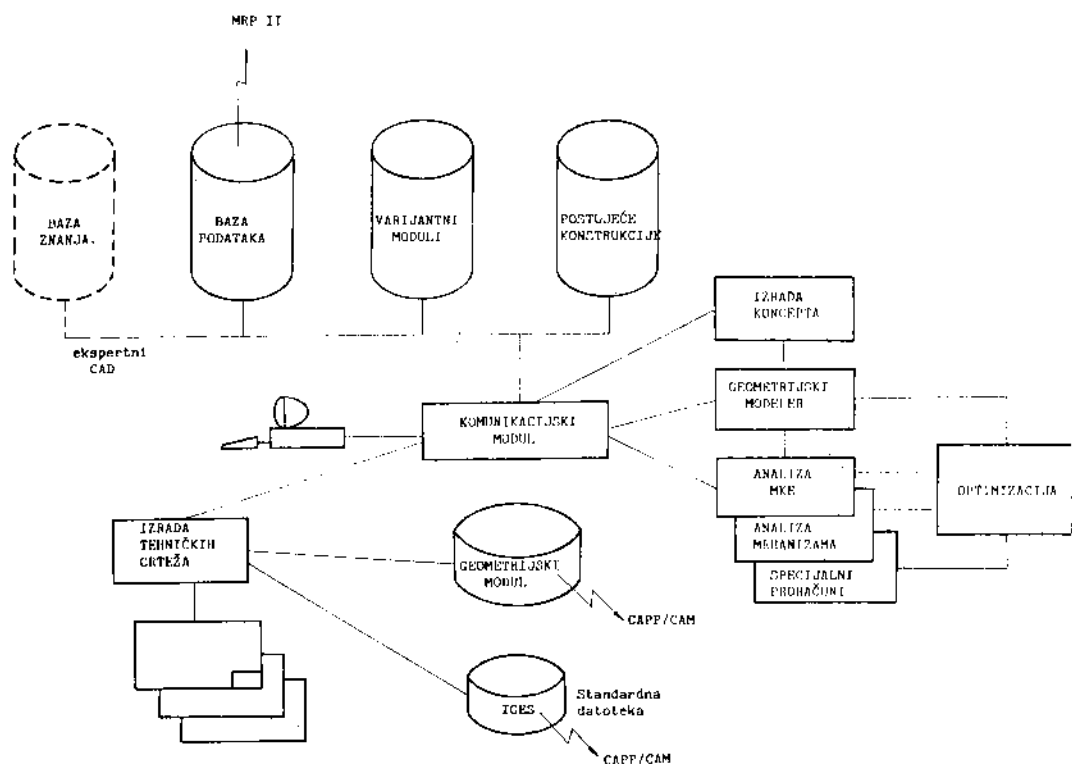
Sve to potvrđuje konstataciju da inženjer, pri odlučivanju, mora činiti određene kompromise, jer su zahtevi često kontradiktorni. To zahteva i potrebno iskustvo u radu sa određenim programom ili određenim tipom konstrukcije.

Sistemi za konstruisanje pomoću računara

Sistem CAD je računarski sistem koji obezbeđuje sinhronizovano i automatizovano odvijanje procesa projektovanja ili, pak, većine aktivnosti

(geometrijsko modelovanje, analizu i proračun, izradu tehničkih crteža, i dr.). Ovi sistemi sadrže veći broj programskih modula koji su direktno povezani ili su u vezi sa bazom podataka. Korisnik sistema se nalazi u interaktivnom odnosu sa CAD sistemom pomoću kojeg unosi podatke i informacije, analizira dobijene podatke, donosi odluke.

Današnji (tzv. konvencionalni) CAD sistemi ne oslanjaju se na metode veštačke inteligencije i uglavnom automatizuju iterativne i rutinerske aktivnosti procesa projektovanja. Zato se mogu preciznije nazvati sistemima za konstruisanje pomoću računara. Tzv. ekspertni CAD sistemi, koji će se uvesti u narednim godinama, zato što auto-



Sl. 4 Stepen korišćenja računara u procesu projektovanja

Aktivnosti u procesu projektovanja mogu se klasifikovati na:

- kreativne;
- iterativne;
- rutinerske.

Primena računara naročito je prikladna kod aktivnosti koje u većem stepenu uključuju iterativne i rutinerske procese rada. U kreativnim fazama projektant i dalje ima veliku ulogu. Na slici 4 prikazana je najveća primena računara u pojedinim fazama projektovanja.

matizuju i osnovne, početne kreativne faze projektovanja, mogu se nazvati sistemima za projektovanje pomoću računara. Na slici 5 prikazana je struktura koja odgovara većini konvencionalnih CAD sistema.

Iako svi razvijeni CAD sistemi nemaju sve navedene module, osnovni moduli su sledeći:

- komunikacijski;
- geometrijski modeler;
- za izradu tehničkih crteža;

— za generisanje mreže konačnih elemenata i analizu MKE;

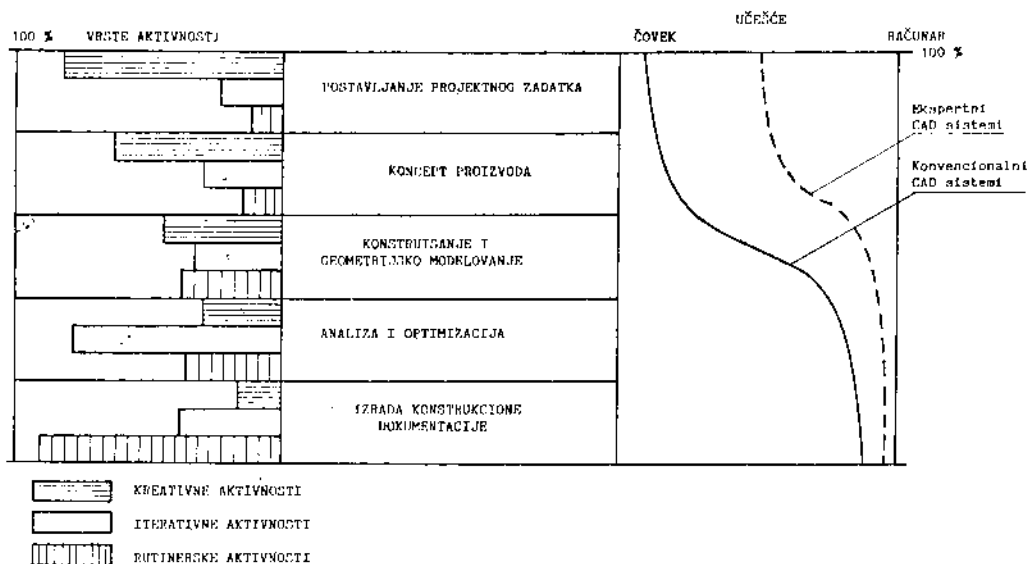
— za bazu podataka.

Pored ovih modula jedan broj CAD sistema ima i sledeće module: za kreiranje i analizu koncepta proizvoda, analizu mehanizama, za specifične analize i optimizaciju konstrukcije, za izradu i analizu mehaničkih sklopova, itd.

Razni programi i CAD sistemi omogućavaju iste ili slične primene, dobijanje geometrijskih modela, crteža, crtanje u slojevima, kotiranje, korigovanje crteža, 2D i 3D bazu podataka, šrafiranje, unošenje teksta i simbola, izometrijski prikaz, izvučena i rotaciona tela, ravanske preseke, itd. Poznati programi u svetu su: NISA, BERSAFE, I-DEAS, NASTRAN, SAP, ADINA, ANVIL, MEDUSA, EUCLID i razni drugi.

svi oni podaci koji potvrđuju teze da projektovanje računarom povećava kvalitet, štedi vreme i skraćuje put od projektovanja do proizvodnje. Integrirani CAD sistemi, sa softverom i hardverom, sa mogućnostima koje tradicionalno projektovanje ne pruža, kvalitetno povećavaju mogućnosti projektanta. Kroz razne aplikativne programe od kojih većina ima module za analizu, optimizaciju i primenu MKE, projektantu se putem interaktivnog procesa omogućava bolja kreacija proizvoda i proveravanje velikog broja varijanti.

Postupak izbora i uvođenja CAD sistema, koji suštinski predstavljaju naučno-tehničke informacione sisteme, jeste proces koji ima svoje zakonitosti. Radi toga, se provodi standardna procedura sistem-analize koja je uobičajena prilikom izbora računarske opreme uopšte [8].



Sl. 5

Zaključak

U savremenim, tehnološki veoma razvijenim fabrikama, mogućnosti upotrebe računara u mnogim fazama procesa projektovanja i proizvodnje dobijaju na značaju, tim pre što su realni

Cilj osnovne analize jeste određivanje specifičnosti sistema istraživanja, razvoja, pripreme i proizvodnje. Posle identifikacije potrebnih funkcija i određivanja njihovih prioriteta, razmatraju se CAD sistemi koji se mogu dobiti na tržištu. Bitna su iskustva

drugih kupaca i neposredan kontakt sa onim korisnicima koji imaju sličan profil aplikacija.

Demokratizacija u domenu informatičke tehnologije, CAD tehnologiju čini dugoročnom, stratezijskom odlukom sa očiglednim finansijskim prednostima. Prethodnim aktivnostima programiraju se faze uvođenja sistema tako da daju uravnotežen rast očekivanih efekata u određenom vremenskom periodu. Definitivan korak je formiranje konfiguracije softvera i hardvera, uz najpovoljniji izbor ponuda.

Pošto je CAD oprema skupa, odluka o uvođenju CAD sistema u proces projektovanja je tim važnija. Mogućnosti različitih sistema povezane su novčanim ekvivalentom izraženim u »snazi«¹ softver-hardver. Odgovornost pri izboru je tim veća što je konkretan sistem skuplji.

Međutim, tehnološki pomoci u informatičkoj tehnici mogu da doprinesu uspešnosti funkcionisanja procesa, bilo naučno-istraživačkog, bilo razvojnog ili nekog drugog. Odluka o uključivanju računara u proces projektovanja i proizvodnje mora biti pravovremena i sa kontinuiranim praćenjem stanja u ovoj oblasti. Tradicionalan način projektovanja sve više ostaje po strani, a računarski sistemi sa višestruko izraženim osobinama univerzalnosti, funkcionalnosti i kvaliteta, analiza i optimizacije upotpunjavaju predstavu o pomaku unapred. Lista prednosti CAD sistema u odnosu na tradicionalan način ili proces projektovanja — konstruisanja je opširna. Oblasti primene, pomoći ili potpune zamene čoveka u raznoraznim aktivnostima su, takođe, opširne. To samo potvrđuje koliko je bitan pravilan put u odluci uvođenja CAD sistema i koliko opravdanja ima u toj odluci.

Projektovanje proizvoda i projektovanje za proizvodnju primenom ra-

čunara danas sve više postaje nužan preduslov racionalizacije aktivnosti inženjerskog projektovanja i dobijanja projektnih rešenja visokih tehnoloških performansi. CAD i CAD/CAM sistemi, široko implementirani u razvijenom industrijskom svetu, već kao autonomno primenjeni dali su značajne rezultate u unapređenju tehnološkog nivoa industrije i njenih proizvoda, a u najnovije vreme prerasli su, čak, u prethodnicu računarski integrisane proizvodnje.

Danas se nalazimo u razdoblju uvođenja paralelnog procesiranja u numeričkim proračunima, te uvođenja adaptivnih i ekspertnih sistema, inteligentnih baza znanja i veštačke inteligencije, kako na području projektovanja pomoću računara, tako i u drugim oblicima računarom podržane integrisane proizvodnje.

Najbrži porast integrisanih CAD/CAM sistema odvija se u dve oblasti, vazduhoplovnoj i automobilskoj industriji, uz sve veće prisustvo u oblasti elektronike.

S druge strane, uočljiva je masovna orijentacija inženjera i projektanata prema manje sofisticiranim, ali za korišćenje jednostavnim CAD sistemima koji se mogu odvijati i na PC-u (Personal Computer — lični, personalni računar) kao radnim stanicama. Većini projektanata potrebna je automatizacija inicijalnog skiciranja, što je rutinerski posao. Modeli kreirani takvim softverom mogu se proslediti u solid-modeling sisteme na dalju razradu i u CAD terminale za konačno crtanje. Tako je danas prisutna tendencija da se proizvođači PC-a počinju okretati ka CAD području. Svi ovi sistemi visoko unapređuju razvoj CAD/CAM, od njegovog početka kao elektronske table za crtanje do savremene tehnologije za koordinaciju unutrašnjih proizvodnih zahvata.

Literatura:

[1] Groover M., Yimmers E.: CAD/CAM — Computer Aided Design and Manufacturing, Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, 1984.

[2] Newman W., Sproull R.: Principles of Interactive Computer Graphics, Addison-Wesley Publishing Company, 1982.

- [3] Jezernik A.: Računalniki pri konstruiranju in v proizvodnji, Državna založba Slovenije, Ljubljana, 1988.
- [4] Zienkiewicz O. C. The Finite Element Method in Engineering Science, McGraw-Hill, 1971.
- [5] Sekulović M.: Metod konačnih elemenata, Građevinska knjiga, Beograd, 1984.
- [6] Kalajdžić M.: Metod konačnih elemenata, IAMA, Mašinski fakultet Beograd, 1978.
- [7] Maksimović S.: Optimalno projektovanje primenom metoda konačnih elemenata, I međunarodni seminar CIM, Niš, 1987.
- [8] Berković M.: Računarska i programska oprema za CAE/CAD/CAM sisteme-pregled stanja, postupak izbora i uvođenja, I međunarodni seminar CIM, Niš, 1987.
- [9] Domazet D., Trajanović M., Manić M.: Uvod u računarski integrisane proizvodne sisteme, knjiga 1, Naučna knjiga, Beograd, 1989.
- [10] Hubka V.: Metodologija konstruisanja i CAD, II međunarodni seminar CIM, Niš, 1989.
- [11] Velimirović M., Miltenović V.: Prilog analizi procesa projektovanja i konstruisanja i prikaz metoda projektovanja, II međunarodni seminar CIM, Niš, 1989.
- [12] Bathe K. J.: Some Advanced in Finite Element Procedures for Nonlinear Structural and Thermal Problems, Proceedings Symposium on Future Directions of Computational Mechanics, ASME, Winter Annual Meeting, 1986.
- [13] Hubka V., Eder W. E.: Theory of Technical Systems, Springer Verlag, 1984.
- [14] Milačić V.: Nove nauke i nove tehnologije za fabrike budućnosti, VIII jugoslovenski simpozijum »CIM u strategiji tehnološkog razvoja industrije prerade metala«, Mašinski fakultet, Beograd, 1989.
- [15] Tasić M.: Neki problemi analize nosećih konstrukcija oklopnih vozila metodom konačnih elemenata oblika ploče, magistarski rad, Mašinski fakultet, Beograd, 1987.

Dr Alempije Veljović,
dipl inž.,

Miodrag Radenković,
potpukovnik, dipl. inž.

Analiza elemenata informacionih podsistema kao osnove za osvajanje novog sredstva NVO

Uvod

Svaki od definisanih informacionih podsistema (IpS) arhitekture informacionih sistema (IS) [1] prikazan je sa aspekta ciljeva i zadataka, funkcija i zahteva, kao i potrebnih preduslova za realizaciju.

Pristup je dovoljno uopšten, tako da prihvata sve elemente definisane Pravilnikom o opremanju OS sredstvima naoružanja i vojne opreme (UPRF-1). Podsistemi koji treba da obezbede polaznu osnovu za projektovanje IS su:

— informacioni podsistem »Planiranje i upravljanje«, koji treba da obezbedi objedinjavanje informacionih tokova svih procesa rada na programu za potrebe poslovnog odlučivanja i razmene podataka u okviru svih učesnika programa;

— informacioni podsistem »Istraživanje i razvoj«, koji treba da omogući evidentiranje svih relevantnih podataka neophodnih za planiranje, realizaciju i praćenje istraživačkih i razvojnih zadataka;

— informacioni podsistem »Osiguranje kvaliteta«, koji ima za cilj da obezbedi informacije za odlučivanje, kontrolu i postizanje propisanog nivoa kvaliteta proizvoda i tehnološkog procesa izrade i informacije potrebne ostalim podsistemima za njihovo funkcionisanje;

— informacioni podsistem »Proizvodnja«, koji treba da omogući evidentiranje svih podataka neophodnih za planiranje i praćenje proizvodnje i obezbeđivanje elemenata za funkcionisanje drugih podsistema.

— informacioni podsistem »Investicije«, koji treba da omogući evidentiranje podataka neophodnih za efikasno planiranje, praćenje i ugovaranje investicija;

— informacioni podsistem »Nabavka«, koji treba da omogući evidentiranje podataka neophodnih za efikasno ugovaranje i praćenje nabavke;

— informacioni podsistem »Finansije i knjigovodstvo«, koji treba da obezbedi informacije o izvorima, stanju i utrošku finansijskih sredstava za planirane faze razvoja i realizacije Programa i informacije potrebne ostalim podsistemima za njihovo funkcionisanje;

— informacioni podsistem »Kadrovik«, koji treba da obezbedi informacije za planiranje, prijem, usavršavanje i praćenje razvoja kadrova, te informacije potrebne ostalim podsistemima za njihovo funkcionisanje.

Specifikacija informacionih podsistema

Definisanjem arhitekture IS određeni su podsistemi koji su prihvaćeni

za dalje projektovanje i, kao takvi, prikazani u opštoj strukturi IS [1].

Za označavanje ovih podsistema koristiće se sledeće oznake:

- P 0.1. IpS PLANIRANJE I UPRAVLJANJE
- P 0.2. IpS ISTRAŽIVANJE I RAZVOJ
- P 0.3. IpS PROIZVODNJA
- P 0.4. IpS OSIGURANJE KVALITETA
- P 0.5. IpS INVESTICIJE
- P 0.6. IpS NABAVKA
- P 0.7. IpS FINANSIJE
- P 0.8. IpS KADROVI

Specifikacija podsistema rađena je na principu funkcionalne specifikacije i to samo na prvom nivou, kao globalni prikaz strukture podsistema. Ovako izvršena specifikacija podsistema treba da bude osnova za izradu detaljnog projekta IS osvajanja novog sredstva NVO.

Podsistem »Planiranje i upravljanje«

Podsistem »Planiranje i upravljanje« je polazni podsistem za funkcionisanje ostalih podsistema IS, a u njemu se, takođe, povratno pojavljuju informacioni tokovi, radi praćenja realizacije Programa.

Za informacioni podsistem »Planiranje i upravljanje« definišu se sledeći ciljevi i zadaci:

- obezbeđivanje podataka za izradu strateškog plana razvoja;
- obezbeđivanje podataka za izradu srednjoročnog plana razvoja:
- plan istraživanja i razvoja,
- plan osvajanja i proizvodnje,
- plan kontrole i nadzora,
- plan mera bezbednosti,
- plan obezbeđenja kvaliteta,
- obezbeđenje uvida u stanje realizacije planskih zadataka.

- evidentiranje odluke nadležnih organa;
- evidentiranje planova opremanja oružanih snaga SFRJ;
- evidentiranje učesnika programa;
- evidentiranje uslova za realizaciju programa.

Za ovaj podsistem potrebni preduslovi su:

- donete odluke nadležnih organa;
- usaglašeni elementi za izradu strateških i srednjoročnih planova između učesnika programa;
- obezbeđene veze sa učesnicima programa radi direktne razmene podataka za ostvarivanje ciljeva ovog podsistema.

Na slici 1 prikazan je idejni model IpS »Planiranje i upravljanje« sa njegovom dekompozicijom na sledeće informacione procese:

- P 0.1.1. IZRADA PRETHODNE ANALIZE,
- P 0.1.2. IZRADA PROGRAMA REALIZACIJE,
- P 0.1.3. IZRADA PLANOVA NIR-a,
- P 0.1.4. UGOVARANJE,
- P 0.1.5. EVIDENTIRANJE I PRAĆENJE OBAVEZA,
- P 0.1.6. PRAĆENJE REALIZACIJE PROGRAMA.

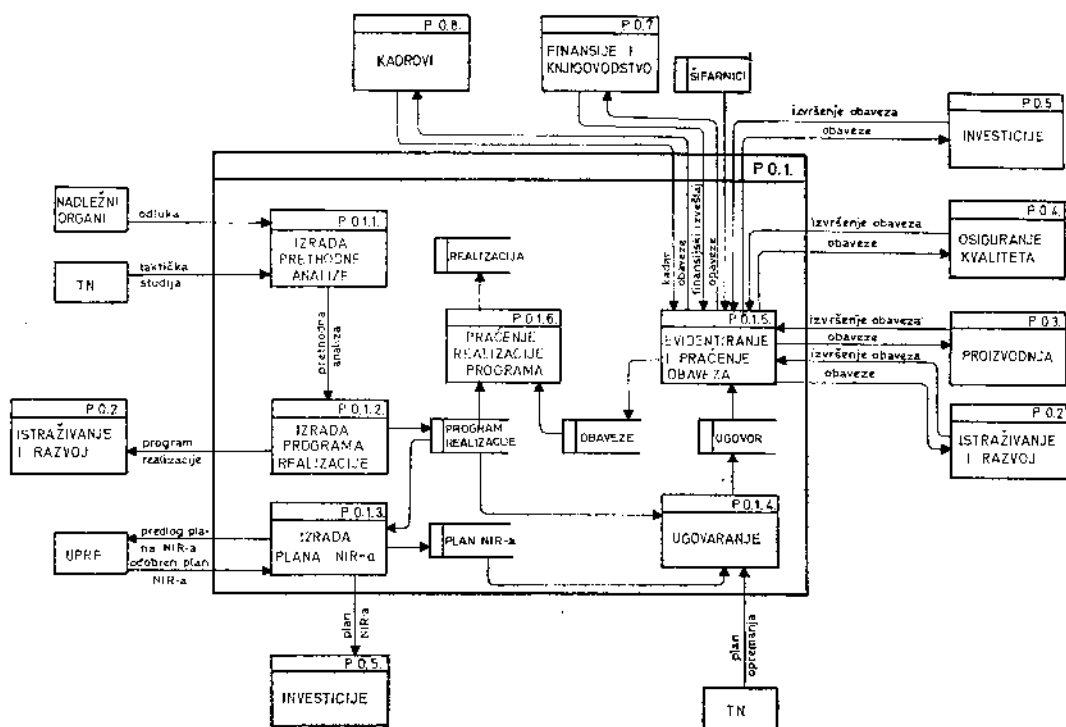
Funkcionisanje ovako prikazanog modela zasnovano je na formiranju skladišta podataka PROGRAM REALIZACIJE, PLANOVI, UGOVOR, OBAVEZE I REALIZACIJA.

Ovakav model podsistema »Planiranje i upravljanje« treba da omogući njegovu distribuiranu implementaciju, tako što će skladište OBAVEZE biti osnova ovog podsistema kod učesnika Programa za skladište REALIZACIJA, koje će objedinjavati podatke za potrebe nosioca programa.

Na osnovu ovakvog koncepta podsistema P 0.1, sagledano je njegovo u-

nutrašnje funkcionisanje, veze sa ostalim podsistemima i izvorima, odnosno korisnicima podataka.

dataka, radi upravljanja programom. Na osnovu unutrašnjih procesa P 0.1.1. do P 0.1.5. obezbeđuju se polazni ele-



SL. 1 Idejni model IpS »Planiranje i upravljanje«

Procesi P 0.1.1, P 0.1.2. i P 0.1.3. treba da obezbede početne elemente za praćenje realizacije programa, a i da definišu i obaveze za organe SSNO i učesnike ovog programa. Takođe, na osnovu skladišta podataka iz ovih procesa obezbeđuju se elementi za proces P 0.1.4, kojim se definišu ugovorne obaveze FINALISTA kao učesnika Programa.

Proces P 0.1.5. se jednoznačno određuje za sve učesnike programa, u smislu evidentiranja i praćenja obaveza, odnosno povezivanja sa ostalim podsistemima IS. Na ovaj način obezbeđeni su elementi za realizaciju obaveza u okviru različitih struktura učesnika programa.

Proces P 0.1.6. je, pre svega, namenjen za potrebe objedinjavanja po-

menti za praćenje realizacije, koji se u određenom periodu ažuriraju, a dopunjuju ih učesnici programa, kako bi se obezbedilo ažurno stanje podataka u skladištu REALIZACIJA.

Okruženje podsistema P 0.1. čine izvori informacija nadležnih organa i stručnih službi iz okvira naručioca programa, razni sistemi označavanja podataka, a i NOSILAC PROGRAMA, kao osnovni korisnik IS.

Podsistem »Istraživanje i razvoj«

Podsistem »Istraživanje i razvoj« treba da obezbedi podatke potrebne za funkcionisanje istraživanja i razvoja i podatke potrebne za nesmetano odvijanje ostalih poslovnih podsistema Programa.

Za IpS »Istraživanje i razvoj« definišu se sledeći ciljevi i zadaci:

— obezbeđivanje podataka za izradu plana istraživačkih i razvojnih zadataka;

— obezbeđivanje uvida u stanje realizacije istraživačkih i razvojnih zadataka;

— dobijanje svih potrebnih izlaza vezanih za licencnu i sopstvenu tehničku dokumentaciju;

— evidentiranje hijerarhijske šeme sredstva;

— evidentiranje strukture sredstava;

— evidentiranje sopstvene i licen-
cne tehničke dokumentacije;

— izrada specifikacija domaćih i uvoznih materijala;

— izrada specifikacije alata.

Za ovaj podsistem potrebni pred-
uslovi su:

— definisani standardi neophodni za izradu TD,

— evidentirane obaveze učesnika na programu.

Na slici 2 prikazan je idejni model IpS »Istraživanje i razvoj« sa njegovom dekompozicijom na sledeće informacione procese:

P 0.2.1. PLANIRANJE ISTRAŽIVANJA I RAZVOJA;

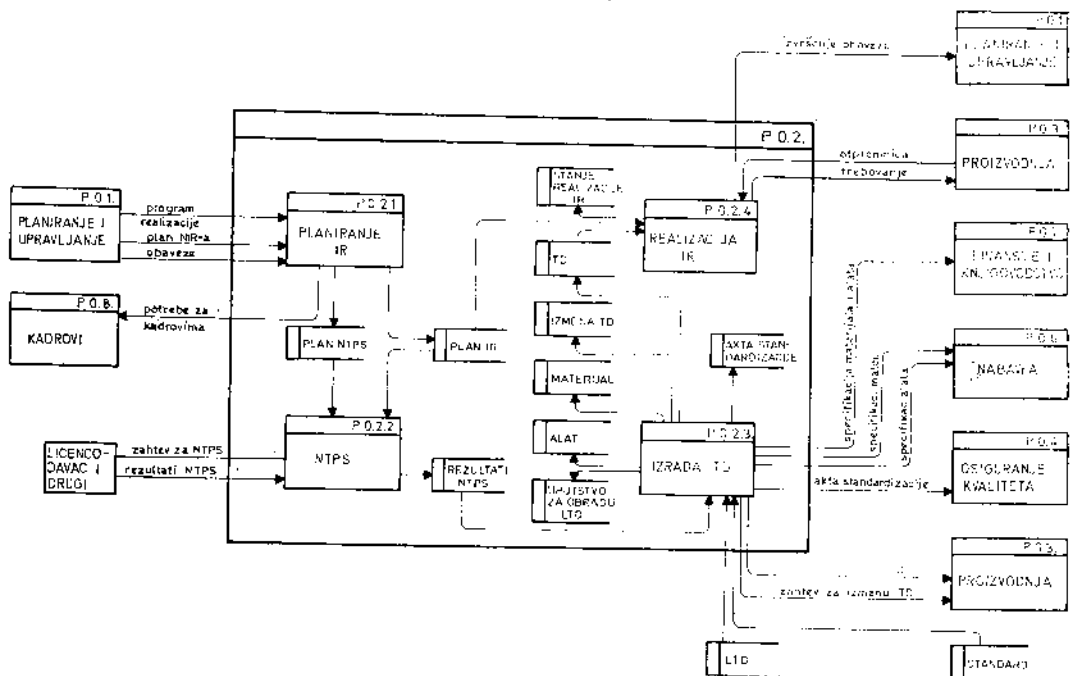
P 0.2.2. NAUČNO-TEHNIČKA I
POSLOVNA SARADNJA:

P 0.2.3. IZRADA TEHNIČKE DO-
KUMENTACIJE;

P 0.2.4. REALIZACIJA ISTRAŽIVANJA I RAZVOJA.

Funkcionisanje ovog informacionog podsistema omogućava formiranje skladišta podataka: plan istraživanja i razvoja (IR), plan naučno-tehničke i poslovne saradnje (NTPS), rezultati NTPS, uputstvo za obradu licencno-tehničke dokumentacije (LTD) na programu, tehnička dokumentacija, izmene tehničke dokumentacije, materijal, alat, akta standardizacije, stanje realizacije IR.

Ovakav idejni model podsistema »Istraživanje i razvoj« treba da omogućiti njegovu distribuiranu implementaciju.



Sl. 2 Idejni model IpS »Istraživanje i razvoj«

Procesi P 0.2.1. i P 0.2.2. treba na osnovu potreba koje slede iz programa realizacije da definišu planove IR i NTPS i evidentiraju rezultate NTPS za potrebe učesnika programa.

Proces P 0.2.3. treba da obezbedi podatke potrebne za izradu TD. Na osnovu skladišta koja se formiraju, ovaj proces obezbeđuje neophodne podatke za proces P 0.2.4, kao i za ostale pod-sisteme.

U procesu P 0.2.4. evidentiraju se rezultati istraživačkih i razvojnih zadataka. Skladišta podataka iz ovog procesa obezbeđuju ulazne podatke za druge podsisteme, ili objedinjuju podatke ovog podsistema radi praćenja obaveza po programu i razmene podataka u okviru učesnika programa.

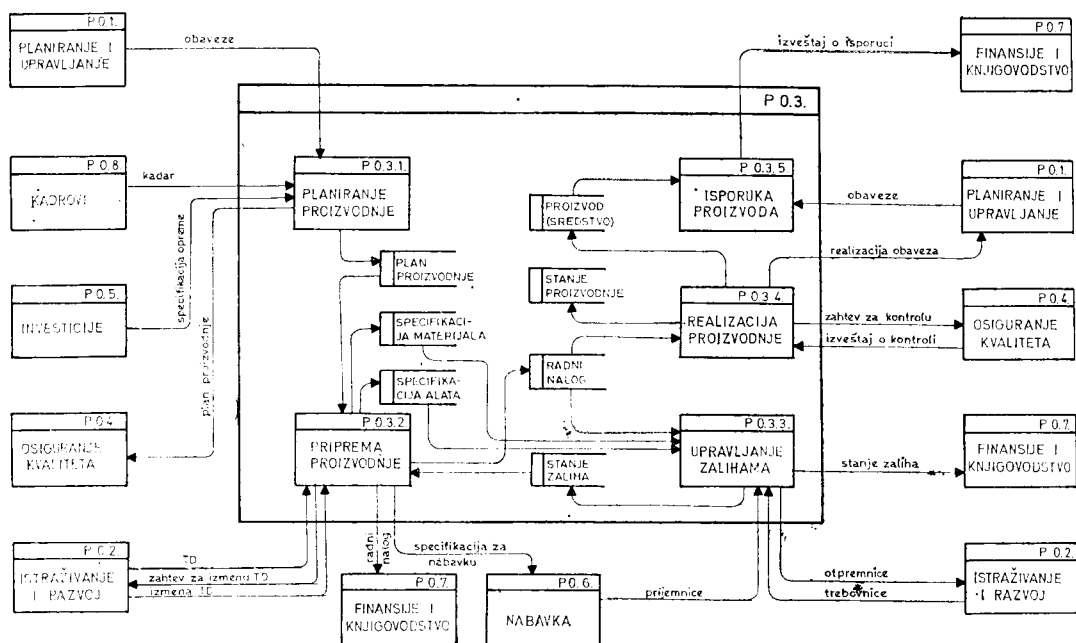
ma, tako što drugi podsistemi obezbeđuju elemente za njegovo funkcionisanje, ili ovaj sistem obezbeđuje elemente za funkcionisanje drugih podsistema, ili je veza obostrana.

Podsystem »Proizvodnja«

Podsistem »Proizvodnja« treba da obezbedi podatke za realizaciju programa i ulazne elemente za odvijanje ostalih podsistema programa.

Za IpS »Proizvodnja« definišu se sledeći ciljevi i zadaci:

— obezbeđivanje podataka za izradu planova proizvodnje na bazi konstrukcione dokumentacije (KD) i tehničke dokumentacije (TD);



Sl. 3 Idejni model IpS »Proizvodnja«

Okruženje podsistema P 0.2. čine izvori informacija davaoca licence i drugih institucija sa kojima se obavlja NTPS i razni sistemi označavanja podataka.

Podsystem »Istraživanje i razvoj«
povezan je sa svim ostalim podsystemi-

— obezbeđivanje uvida u stanje zaliha;

— obezbeđivanje uvida u stanje realizacije planova proizvodnje;

— obezbeđivanje podataka neophodnih za funkcionisanje ostalih pod sistema:

— evidentiranje planskih elemenata;

— evidentiranje raspoloživih kapaciteta.

Za ovaj podsistem potrebni preduslovi su:

— evidentirane obaveze učesnika programa,

— evidentirana TD proizvoda.

Na slici 3 prikazan je idejni model IpS »Proizvodnja« sa njegovom dekompozicijom na sledeće informacione procese:

P 0.3.1. PLANIRANJE PROIZVODNJE;

P 0.3.2. PRIPREMA PROIZVODNJE;

P 0.3.3. UPRAVLJANJE ZALIHAMAMA;

P 0.3.4. REALIZACIJA PROIZVODNJE;

P 0.3.5. ISPORUKA PROIZVODA.

Funkcionisanje ovog podsistema omogućava formiranje skladišta podataka: plan proizvodnje, specifikacije alata, specifikacije materijala, radni nalog, stanje zaliha, proizvod, stanje proizvodnje.

Proces P 0.3.1. treba da obezbedi elemente plana proizvodnje, kao polazne elemente za proces P 0.3.2. kojim se vrši priprema proizvodnje.

Proces P 0.3.2. treba da obezbedi ulazne podatke za proces P 0.3.3, kao i proces P 0.3.4. kojim se definišu elementi za praćenje ugovornih obaveza finalista prema nosiocu programa. Ovaj proces, takođe, treba da obezbedi ulazne elemente za ostale podsisteme.

Proces P 0.3.3. treba da objedini sve informacije o kretanju materijala i alata u magacinu i formiranje skladišta podataka »stanje zaliha« koje treba da bude dnevno ažurno i da obezbedi ulazne podatke za proces P 0.3.2. kojim se vrši priprema proizvodnje.

Proces P 0.3.4. je proces u kome se kao skladište podataka formira »proizvod« (sredstvo) i skladište podataka

»stanje proizvodnje«, koja moraju biti ažurna i dostupna, kako učesniku programa, tako i nosiocu programa kao ulazni elementi za praćenje i upravljanje programom.

Proces P 0.3.5. je proces u kome se evidentira izveštaj o isporuci proizvoda.

Podsistem »Proizvodnja« povezan je sa svim ostalim podsistemima programa.

Podsistem »Osiguranje kvaliteta«

Podsistem »Osiguranje kvaliteta« treba da obezbedi ulazne elemente, kako za ispitivanje kvaliteta i pouzdanosti sredstava i sistema, tako i za upravljanje programom.

Za IpS »Osiguranje kvaliteta« definišu se sledeći ciljevi i zadaci:

— izrada programa u kojem će se predvideti sve mere koje će omogućiti dobijanje zahtevanog kvaliteta proizvoda,

— izrada plana ispitivanja kvaliteta proizvoda,

— izrada programa ispitivanja za svaki nivo sistema, za koji se oceni da je potrebno radi praćenja i obezbeđenja kvaliteta.

Potrebni preduslovi:

— evidentirane obaveze učesnika programa,

— povezanost podataka TD i podataka iz programa,

— obezbeđenja kvaliteta.

Na slici 4 prikazan je idejni model IpS »Osiguranje kvaliteta« sa njegovom dekompozicijom na sledeće informacione procese:

P 0.4.1. IZRADA PROGRAMA OBEZBEĐENJA KVALITETA;

P 0.4.2. IZRADA PLANOVA KONTROLE KVALITETA;

P 0.4.3. IZRADA PLANA ISPITIVANJA KVALITETA;

P 0.4.4. REALIZACIJA ISPITIVANJA.

Funkcionisanje ovog podsistema omogućava formiranje skladišta podataka: program obezbeđenja kvaliteta, plan kontrole kvaliteta, plan ispitivanja, izveštaj o ispitivanju.

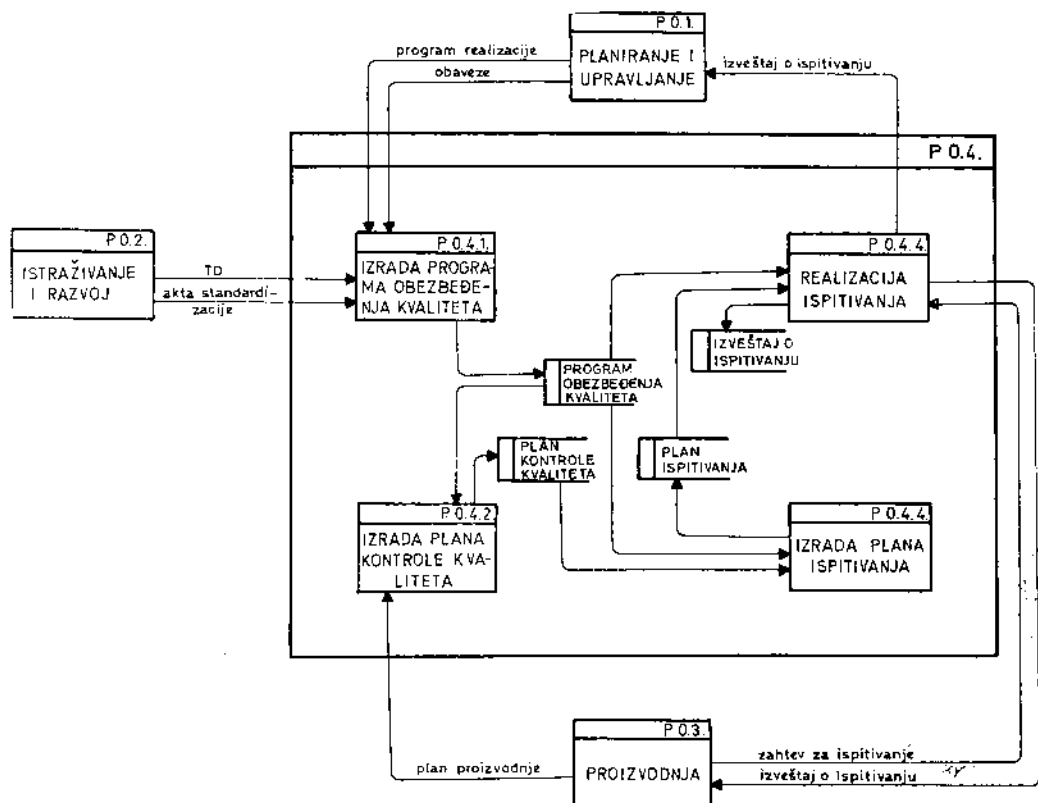
Ovakav idejni model podsistema, »Osiguranje kvaliteta« treba da omogućiti distribuiranu implementaciju.

Svi procesi ovog podsistema jednoznačno se određuju za sve učesnike

plana proizvodnje kao ulaznih elemenata za formiranje skladišta podataka »Plan kontrole kvaliteta«.

Proces P 0.4.3. definiše obaveze učesnika i nosioca programa i formira ulazne elemente za praćenje obezbeđenja kvaliteta.

Proces P 0.4.4. namenjen je za objedinjavanje podataka radi upravljanja programom. Na osnovu unutrašnjih



Sl. 4 Idejni model IpS »Osiguranje kvaliteta«

programa u smislu formiranja podataka i povezivanja sa ostalim podsistemima programa.

U procesu P 0.4.1. objedinjuju se podaci iz programa realizacije, TD i akti standardizacije, kao ulazni elementi za formiranje skladišta podataka »Program obezbeđenja kvaliteta«.

Proces P 0.4.2. objedinjuje podatke programa obezbeđenja kvaliteta i

procesa P 0.4.1. do P 0.4.3. i procesa podsistema »Istraživanje i razvoj« i »Proizvodnja« obezbeđuju se podaci o kvalitetu i pouzdanosti sredstava i sistema.

Podsistem »Investicije«

Podsistem »Investicije« treba da obezbedi potrebne elemente za ugovaranje sa dobavljačima opreme i izvo-

dačima građevinskih radova i informacije za potrebe planiranja i upravljanja programom.

Za IpS »Investicije« definišu se sledeći ciljevi i zadaci:

- obezbeđivanje podataka za izradu planova građevinskih objekata i infrastrukture;
- obezbeđivanje podataka za planiranje opreme;
- obezbeđivanje uvida u stanje realizacije planova;
- evidentiranje potreba;
- evidentiranje ponuda;
- evidentiranje ugovora;
- praćenje rokova predviđenih ugovorom.

»Istraživanje i razvoj« i »Proizvodnja«.

Na slici 5 prikazan je idejni model IpS »Investicije« sa njegovom dekompozicijom na sledeće informacione procese:

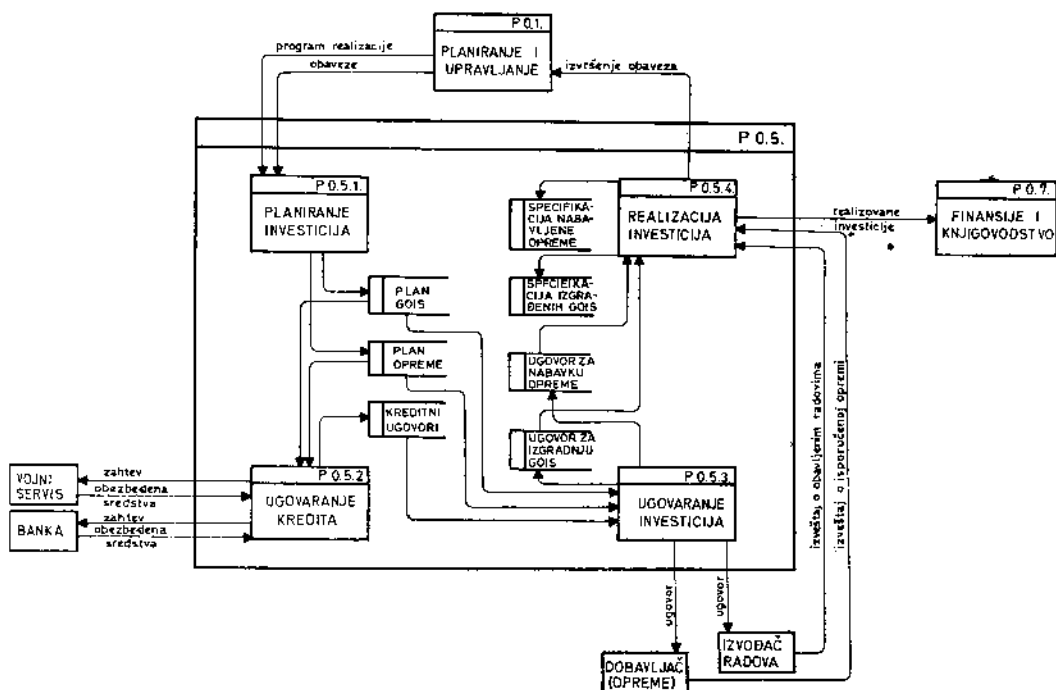
P 0.5.1. PLANIRANJE INVESTICIJA;

P 0.5.2. UGOVARANJE KREDITA;

P 0.5.3. UGOVARANJE INVESTICIJA;

P 0.5.4. REALIZACIJA INVESTICIJA.

Funkcionisanje ovog podsistema omogućava formiranje skladišta podataka: plan građevinskih objekata i infra-



Sl. 5 Idejni model IpS »Investicije«

Za ovaj podsistem potrebni su sledeći preduslovi:

- evidentirane obaveze učesnika programa;
- obezbeđene veze sa informacionim podsistemima:

strukture, plan opreme, kreditni ugovori, ugovori za izgradnju građevinskih objekata i infrastrukture, ugovor za nabavku opreme, specifikacija nabavljene opreme, specifikacija izgrađenih objekata i infrastrukture.

Svi procesi ovog podsistema jednoznačno se određuju za sve učesnike programa i nosioca programa u smislu formiranja podataka i povezivanja sa ostalim podsistemima programa.

Procesi P 0.5.1. i P 0.5.2. treba da obezbede ulazne elemente za procese P 0.5.3. i P 0.5.4., koji definišu ugovorene obaveze dobavljača opreme i izvođača građevinskih radova.

Takođe, formiraju skladišta podataka specifikacija nabavljene opreme i specifikacija izgrađenih građevinskih objekata, koji su ulazni elementi za ostale podsisteme.

— obezbeđivanje podataka za ugovaranje nabavke;

— obezbeđivanje podataka za praćenje nabavke;

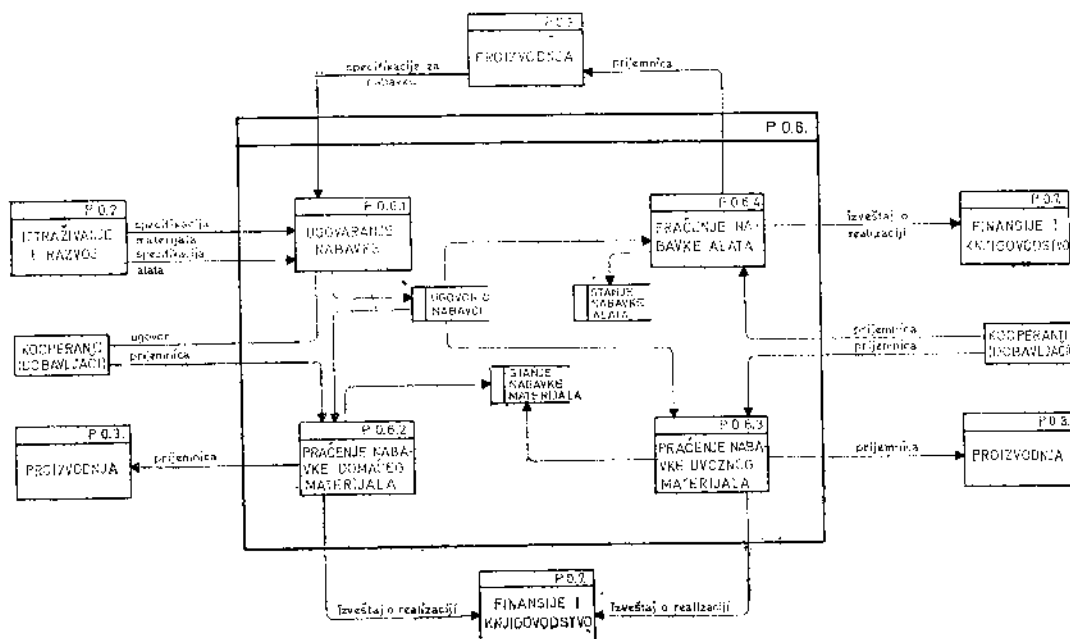
— evidentiranje podataka o dobavljačima;

— izrada izveštaja o stanju ugovora nabavke;

— formiranje svih dokumenata potrebnih za isplatu po prispelim računima.

Za ovaj podsistem potrebni pred-
uslovi su:

— obezbeđivanje veze sa informacionim podsistemom »Istraživanje i ra-



SL. 6 Idejni model IpS »Nabavka«

Подсистем «Nabavke»

Podsistem »Nabavke« treba da obezbedi potrebne elemente za ugovaranje sa dobavljačima i informacije za potrebe upravljanja programom.

Za IpS »Nabavke« definišu se sledeći ciljevi i zadaci:

— obezbeđivanje podataka o dobavljačima;

zvoj» i veze sa informacionim podsis-
temom »Proizvodnja«.

Na slici 6 prikazan je idejni model IpS »Nabavka« sa njegovom dekompozicijom na sledeće informacione procese:

P 0.6.1. UGOVARANJE NABAVKE:

P 0.6.2. **PRAĆENJE NABAVKE
DOMAĆEG MATERIJA-
LA:**

P 0.6.3. PRAĆENJE NABAVKE UVOZNOG MATERIJALA;

P 0.6.4. PRAĆENJE NABAVKE ALATA.

Funkcionisanje ovog podsistema omogućava formiranje skladišta podataka: ugovor o nabavci, stanje nabavke materijala i stanje nabavke alata.

Proces P 0.6.1. treba da obezbedi polazne elemente za funkcionisanje procesa P 0.6.2. do P 0.6.4. u kojima se prati realizacija ugovornih obaveza dobavljača.

Procesi P 0.6.2. do P 0.6.4. formiraju skladišta podataka koja čine ulazne elemente za ostale podsisteme programa i pružaju informacije za upravljanje programom.

Podsistem »Finansije i knjigovodstvo«

Podsistem »Finansije i knjigovodstvo« treba da obezbedi podatke potrebne za praćenje finansijskih sredsta-

va i vođenje knjigovodstva i obezbedi ulazne elemente za upravljanje programom.

Za IpS »Finansije i knjigovodstvo« definišu se sledeći ciljevi i zadaci:

- planiranje iznosa, izvora i raspodele finansijskih sredstava;
- obezbeđenje finansijskih sredstava;
- praćenje realizacije priliva po izvorima i utrošku finansijskih sredstava.

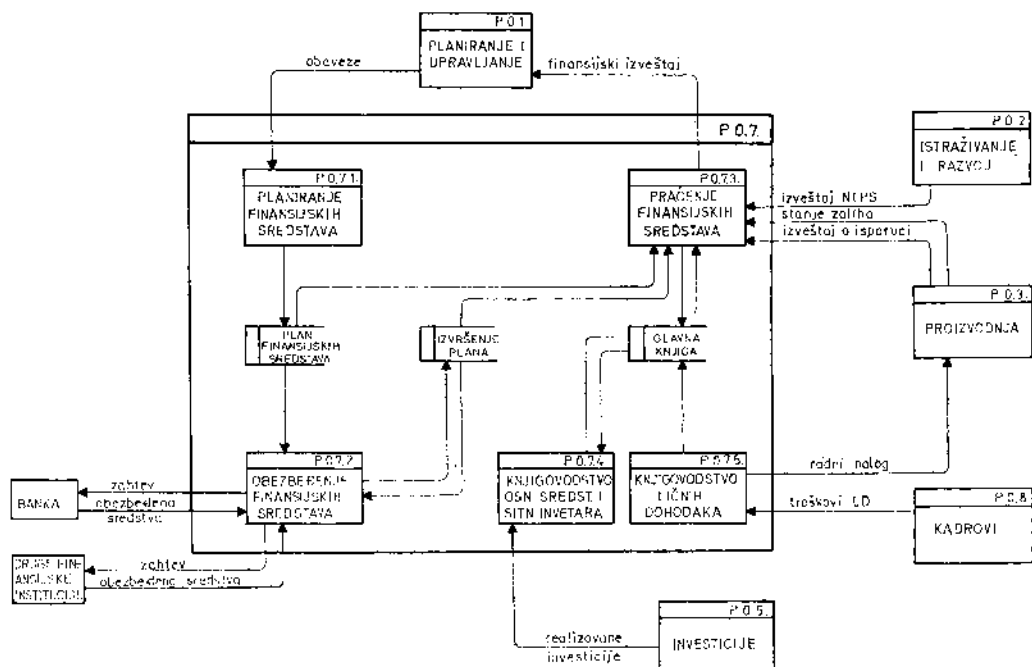
Za ovaj podsistem potrebni preduslovi su:

- obezbeđivanje veza sa ostalim informacionim podsistemima;
- povezanost podataka o obavezama učesnika programa sa podacima planiranih i realizovanih obaveza.

Na slici 7 prikazan je idejni model IpS »Finansije i knjigovodstvo« sa njegovom dekompozicijom na sledeće informacione procese:

P 0.7.1. PLANIRANJE FINANSIJSKIH SREDSTAVA;

P 0.7.2. OBEZBEĐIVANJE FINANSIJSKIH SREDSTAVA;



Sli. 7 Idejni model IpS »Finansije i knjigovodstvo«

P 0.7.3. PRAĆENJE FINANSIJSKIH SREDSTAVA;

P 0.7.4. KNJIGOVODSTVO OSNOVNIH SREDSTAVA I SITNOG INTENTARA;

P 0.7.5. KNJIGOVODSTVO LIČNIH DOHODAKA.

Funkcionisanje ovog informacionog podsistema omogućava formiranje skladišta podataka: plan finansijskih sredstava, izvršenje plana, glavna knjiga.

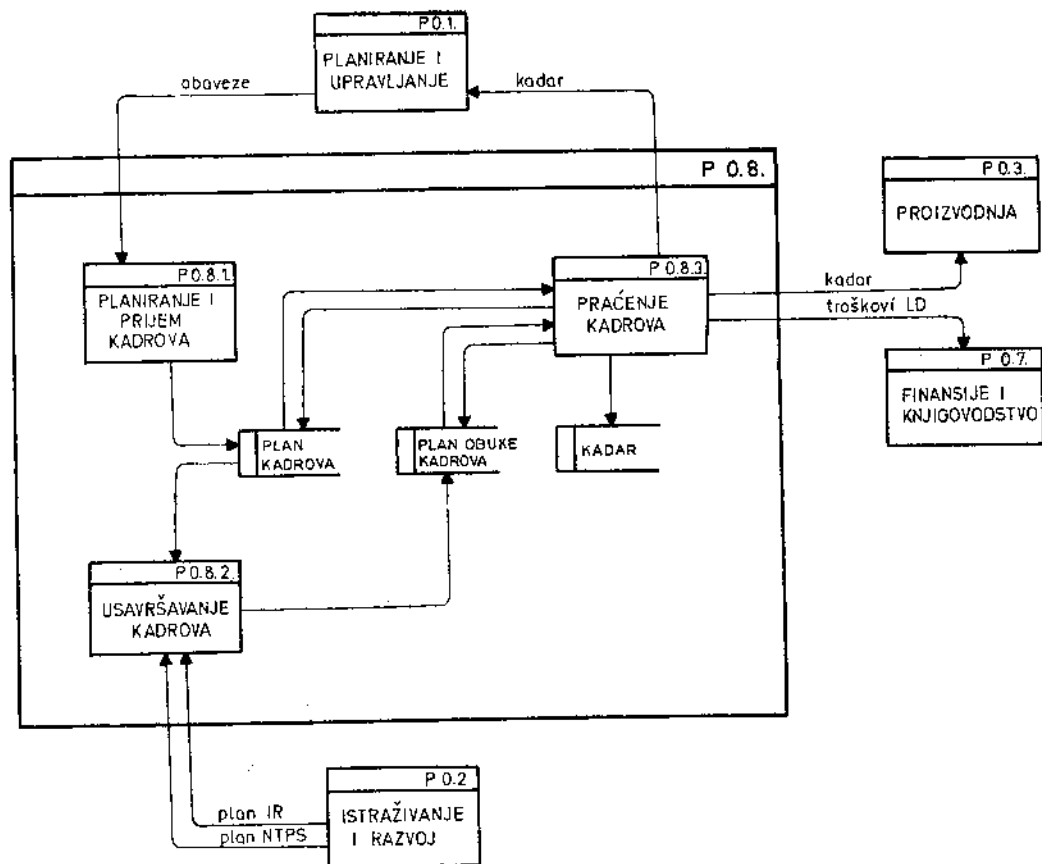
Procesi P 0.7.1 i P 0.7.2. treba da obezbede ulazne elemente za Planiranje i upravljanje programom, a procesi P 0.7.3. do P 0.7.5. ulazne elemente za praćenje finansijske realizacije programa.

Podsistem »Kadrovi«

Podsistem »Kadrovi« treba da obezbedi ulazne elemente za planiranje kadrova i vođenje kadrovske evidencije, kao i elemente za planiranje i upravljanje programom.

Za IpS »Kadrovi« definišu se sledeći ciljevi i zadaci:

- izrada plana potrebnih kadrova za realizaciju zadatka,
- evidentiranje podataka o izboru, prijemu i raspoređivanju kadrova;
- evidentiranje podataka o usavršavanju kadrova (školoвање, kursevi, specijalna obuka, naučno-tehnička i poslovna saradnja);
- vođenje evidencije o kadrovima.



Sl. 8 Idejni model IpS »Kadrov«

Za ovaj podsistem potrebni preduslovi su:

— obezbeđivanje veza sa ostalim informacionim podsistemima radi korišćenja podataka neophodnih za funkcionisanje ovog podsistema.

Na slici 8 prikazan je idejni model IpS »Kadrovi« sa njegovom dekompozicijom na sledeće informacione procese:

P 0.8.1. PLANIRANJE I PRIJEM KADROVA,

P 0.8.2. USAVRŠAVANJE KADROVA,

P 0.8.3. PRAĆENJE KADROVA.

Funkcionisanje ovog informacionog podsistema omogućava formiranje skladišta podataka: plan kadrova, plan obuke kadrova, kadar.

Elementi organizacije baze podataka

Baza podataka je skup međusobno povezanih podataka i procedura organizovanih na takav način da omogućuju brz pristup podacima, na unapred predviđen ili nepredviđen način, što podrazumeva:

- mogućnost lake izmene;
- neredundantnost podataka,
- usaglašenost podataka,
- fizičku sigurnost i obezbeđenje podataka,

— selektivnost u određivanju prava pristupa podacima.

S obzirom na to da će se IS programa realizovati po svojim delovima, zajedno sa njima realizovaće se i baze podataka za te delove.

O organizaciji baze podataka koja će podržavati IpS »Proizvodnja«, IpS »Nabavka«, IpS »Investicije«, IpS »Finansije i knjigovodstvo« i IpS »Kadrovi« i koja će biti decentralizovana, odlučivaće sami učesnici Programa shodno svojoj opremi i ukupnim potrebama i van programa.

Za IpS »Planiranje i upravljanje«, IpS »Istraživanje i razvoj« i IpS »Osiguranje kvaliteta«, s obzirom na zahteve koje podsistemi treba da ispune, predlaže se da baze podataka koje će podržavati ove podsisteme budu organizovane na relacionom modelu podataka zbog karakteristika ovog modela, kao što su:

— strukturalna jednostavnost koja je pogodna za različite tipove korisnika podataka u bazi i omogućuje komunikaciju između korisnika,

— mogućnost uvođenja matematičkih metoda u organizovanje i pristup podacima, kao i visok stupanj nezavisnosti.

Još jedna od karakteristika relacionog modela podataka jeste da poseduje fleksibilnost koja je neophodna u postupcima dekompozicije baze podataka po pojedinim lokacijama, a isto tako i u postupcima kompozicije, odnosno ponovnog spajanja podataka sa različitih lokacija, što je neophodno da bi se formirali upiti na odgovore korisnika.

Poseban problem su šifarski sistemi, jer svi učesnici na programu poseduju svoje šifarske sisteme koji se međusobno razlikuju i otežavaju komunikaciju između njih, a praktično onemogućuju korišćenje tih podataka na jednom mestu.

Stoga se predlaže da se izgradi jedinstveni šifarski sistem, kojim bi se prevazišle ove teškoće. Ovaj šifarski sistem bi trebalo uraditi na nivou SSNO, s tim što bi moralo da se uvaži postojanje šifarskih sistema učesnika, kako na ovom programu, tako i na ostalim programima.

Za sve baze podataka treba da se obezbedi i odgovarajuća zaštita u smislu sprečavanja neovlašćenog pristupa podacima, neovlašćenih izmena podataka i zaštite od fizičkog oštećenja. Moraće da se propiše način kontrole raspolaganja podacima radi sprečavanja zloupotreba koje na programu mogu imati karakter prestupa ili čak krivičnog dela. To znači da pitanje obezbe-

đenja i sigurnosti upravljanja podacima mora biti posebno obrađeno u fazi izrade detaljnih projekata svakog informacionog podsistema.

Zaključak

Prikazana analiza informacionih podsistema, kao osnova za osvajanje novog sredstva NVO izgrađena je na modularnom principu koji omogućuje paralelan pristup realizaciji IS. Pose-

ban kvalitet je u zajedničkom razvoju podsistema P 0.1, P 0.2. i P 0.4, koji su nezavisna grupa i zajednički za sve korisnike, dok drugu grupu čine ostali podsistemi koje svaki korisnik razvija prema svojim potrebama. Ovakav pristup treba da omogući kasniju izgradnju i nadgradnju vezanu za integralno tehničko obezbeđenje (ITOb), dalji razvoj elemenata osiguranja kvaliteta (pouzdanost, pogodnost za održavanje), kao i osnovu za izgradnju budućih ekspertnih sistema.

Literatura:

- [1] Veljović A., Radenković.: Prikaz elemenata distribuiranog informacionog sistema kao podrška razvoju i osvajanju novih sredstava NVO, Vojnotehnički glasnik, Beograd, 4/1989.

- [2] Gane Chris: Rapid System Development, RSD Inc., New York, septembar, 1987.
[3] Lazarević B., Jovanović V., Dizdarević P.: Projektovanje informacionih sistema, Naučna knjiga, Beograd, 1985.

Uvod

Kod mnogih savremenih kompleksnih sistema pouzdanost i pogodnost za održavanje zavise od količine ispravnih modula koji se koriste kao rezervni delovi.

U radu je opisana Proschanova metoda [1, 2] za alokaciju broja rezervnih delova po modulima, da se postigne maksimuma faktora sigurnosti u odnosu na ograničenja resursa. Faktor sigurnosti je definisan kao verovatnoća da postoji rezervni deo kada je potreban, a ograničenja resursa mogu se definisati preko troškova.

Dat je detaljan opis funkcije Poissonove kumulativne raspodele i niz programa u BASICU za izračunavanje tabelarnih vrednosti Poissonove raspodele, za proračun optimalne količine rezervnih delova po metodu Proschana i za nelinearnu korelaciju.

Poissonova kumulativna raspodela

Poissonova raspodela se koristi za predviđanje verovatnoće otkaza u datom vremenskom periodu pod uslovom da je srednji broj otkaza u jedinici vremena konstantan, a da su događaji nezavisni i isključivi.

Poissonova raspodela data je izrazom:

$$P(r, p) = \frac{p^r}{r!} e^{-p} \quad (1)$$

gde je:

- p — Poissonov parametar (stvarna srednja vrednost događaja u intervalu), $p \geq 0$;
- r — slučajna veličina, $r = 0, 1, 2, \dots$ (stvarni broj događaja u intervalu).

U teoriji pouzdanosti za Poissonov parametar može se koristiti sledeći izraz:

$$p = Nn\lambda t \text{ ili } p = n\lambda t \quad (2)$$

gde je:

- N — broj uređaja (sistema);
- n — broj istih modula u uređaju (sistemu);
- λ — intenzitet otkaza modula (sklopa, i sl.);
- t — interval vremena koji se posmatra.

Izraz $P(r, p)$ predstavlja verovatnoću da se desi tačno r otkaza u vremenu t .

Na određenom nivou održavanja može se odrediti tip i količina rezervnih delova za određeni interval vremena na osnovu funkcije kumulativne Poissonove verovatnoće.

Verovatnoća da se desi r ili manje otkaza u zadatom vremenskom intervalu data je izrazom za kumulativnu Poissonovu verovatnoću:

$$P_c(r) = \sum_{x=0}^r \frac{p^x}{x!} e^{-p} \quad (3)$$

U predviđanju potrebne količine rezervnih delova, izraz $P_c(r)$ može se smatrati željenim nivoom zaštite ili 'faktorom sigurnosti', jer je to verovatnoća da postoji rezervni deo u trenutku kada je potreban. Što je $P_c(r)$ veće, veća je i potrebna količina rezervnih delova, što zahteva i povećane troškove održavanja. Za pojedine sisteme (uređaje) mogu se koristiti različiti faktori sigurnosti u zavisnosti od rizika koji se preuzima.

Na slici 1 dat je izgled Poissonove kumulativne verovatnoće. Data je tabela 1 koja je urađena na osnovu programa pod nazivom 'POIS-CUM'.

Tabela 1

Poissonova kumulativna raspodela i Poissonova raspodela za $p=12.5$

x	SIGMA P(x)	P(x)
0	3.726653E-08	3.726653E-08
1	5.030982E-05	4.658317E-05
2	3.414546E-04	2.911448E-04
3	1.554558E-03	1.213103E-03
4	5.345506E-03	3.790948E-03
5	1.482287E-02	9.477369E-03
6	3.456739E-02	1.974452E-02
7	6.982546E-02	3.525807E-02
8	.1249162	5.509074E-02
9	.2014311	7.651491E-02
10	.2970747	9.584363E-02
11	.4057607	.1086859
12	.5189752	.1132145
13	.6278353	.1088601
14	.7250319	9.719654E-02
15	.806029	8.099712E-02
16	.869308	.063279
17	.9158367	4.652867E-02
18	.9481483	3.231158E-02
19	.9694059	2.125762E-02
20	.9826919	1.328601E-02
21	.9906002	7.908341E-03
22	.9950936	4.493375E-03
23	.9975356	2.442052E-03
24	.9988075	1.271902E-03
25	.9994435	6.359509E-04

Ocena optimalnih količina rezervnih delova po metodi Proschana

U praksi se postavlja problem da se postigne određena sigurnost (verovatnoća) za obezbeđenje rezervnih delova uz optimalne troškove. Pošto je verovatnoća za pojedine grupe rezervnih delova (modula) međusobno nezavisna, ukupna verovatnoća za n različitih grupa rezervnih delova za određeni interval je:

$$P_{uk} = \prod_{i=1}^n \sum_{x=0}^r P_i(r) \quad (4)$$

Ako se posmatraju troškovi za rezervne delove koji se sastoje od više kategorija (modula) dobija se izraz za ukupne troškove:

$$C_{uk} = \sum_{i=1}^n r_i * c_i \quad (5)$$

gde je:

- n — broj različitih kategorija rezervnih delova,
- r_i — broj rezervnih delova iste kategorije,
- c_i — cena rezervnog dela i -te kategorije.

Pri oceni količine rezervnih delova za svaku kategoriju treba odrediti optimalan broj rezervnih delova u zavisnosti od tražene sigurnosti i cene rezervnih delova, tako da se dobije maksimum nelinearne funkcije P_{uk} u odnosu na linearni uslov jednačine (5), pri čemu je $C_{uk} \leq C$.

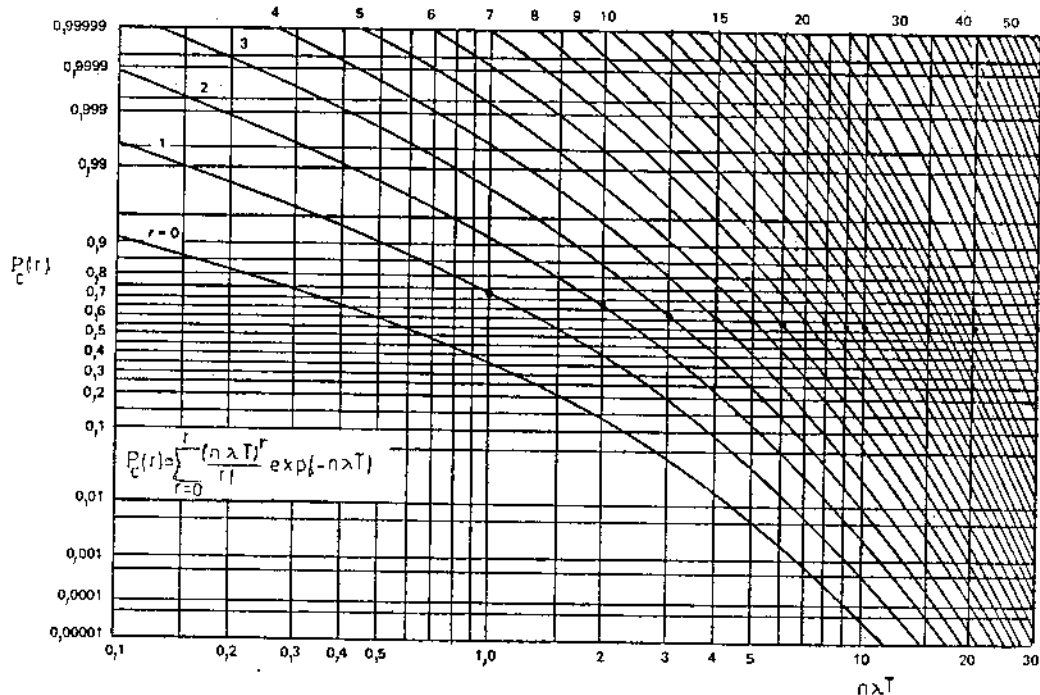
Proschan [1, 2] je dao jednu od metoda za rešavanje ovog problema. Ako se posmatra jednačina (3), logaritmovanjem se može dobiti:

$$S_i(r_i) = \ln P_{c_i}(r_i) \quad (6)$$

Ako se broj rezervnih delova poveća za jedan, tj. sa r_i na $r_i + 1$, dobija se:

$$S_i(r_i + 1) = \ln P_{c_i}(r_i + 1) \quad (7)$$

Za inkrementalno povećanje sigurnosti (kumulativne Poissonove verovat-



Sl. 1 Poissonova kumulativna verovatnoća

noće) preko povećanja broja rezervnih delova za jedan, može se definisati izrazom:

$$\begin{aligned} \Delta S_i(r_i) &= S_i(r_i + 1) - S_i(r_i) = \\ &= \ln P_{e_i}(r_i + 1) - \ln P_{e_i}(r_i) = \\ &= \ln \frac{P_{e_i}(r_i + 1)}{P_{e_i}(r_i)} = \ln \frac{\sum_{x=0}^{r_i+1} p^x e^{-p}/x!}{\sum_{x=0}^{r_i} p^x e^{-p}/x!} \end{aligned} \quad (8)$$

Lako se vidi da se pri velikim količinama rezervnih delova kada $r_i \rightarrow \infty$ ne postiže veće poboljšanje, jer:

$$\lim_{r_i \rightarrow \infty} \Delta S_i(r_i) = \lim_{r_i \rightarrow \infty} \ln \frac{P_{e_i}(r_i + 1)}{P_{e_i}(r_i)} \Rightarrow 0 \quad (9)$$

Da bi se postiglo poboljšanje $\Delta S_i(r_i)$ dodavanjem jednog rezervnog dela, pri rastaj troška treba da bude:

$$\Delta C_i = (r_i + 1) C_i - r_i C_i = C_i \quad (10)$$

Ako se definiše veličina:

$$w = \frac{\Delta S_i(r_i)}{\Delta C_i} = \frac{\Delta S_i(r_i)}{C_i} \quad (11)$$

$w=0$ na osnovu definicije u jednačini (8). Na osnovu istih razmatranja za ostale grupe ($i = 1, 2, \dots, n$) za veličinu r_i može se definisati isti izraz za w . Dobija se:

$$\begin{aligned} w &= \frac{\Delta S_1(r_1)}{C_1} \approx \frac{\Delta S_2(r_2)}{C_2} \approx \dots \approx \\ &\approx \frac{\Delta S_n(r_n)}{C_n} \end{aligned} \quad (12)$$

F. Proschan je pokazao [1, 2] da se pri datom r_i za i -tu grupu rezervnih delova na osnovu dobijenog w prema jednačini (12) može odrediti optimalna količina rezervnih delova za ostale grupe.

Kombinacijom jednačina (3) i (9) dobija se:

$$w = \frac{\Delta S_i(r_i)}{C_i}$$

$$w = \frac{1}{C_1} \cdot \ln \frac{\sum_{x=0}^{r_i+1} p_i^x \cdot e^{-P_i/x!}}{\sum_{x=0}^{r_i} p_i^x \cdot e^{-P_i/x!}} =$$

$$= \frac{1}{C_1} \ln v(i) \quad (13)$$

Da bi veličina w za sve $\Delta S_i(r_i)/C_i$ bila približno jednaka i ispunila uslov iz jednačine (12), na osnovu jednačine (13) može se dobiti:

$$v(i) = \frac{\sum_{x=0}^{r_i+1} p_i^x \cdot e^{-P_i/x!}}{\sum_{x=0}^{r_i} p_i^x \cdot e^{-P_i/x!}} \geq e^{w C_i} \quad (14)$$

Primena Proschanove metode

Da bi se razjasnila teoretska postavka Proschanove metode, dat je sledeći primer:

radionica održava 100 uređaja koji se sastoje od četiri različita modula čije su cene i intenziteti otkaza dati u tabeli 2. Treba odrediti optimalne količine rezervnih delova za vremenski interval od 500 sati.

Tabela 2

Cene i intenziteti otkaza modula

Oznaka modula	λ [otk/10 ³ h]	MTBF [h]	CENA [novč. jed.]
M ₀	250	4000	800
M ₁	200	5000	500
M ₂	170	5882	400
M ₃	128	7812	400

Poissonov parametar (koeficijent) za $t=500$ h i za $N=100$ uređaja je:

$$P_0 = N t \lambda_0 = 100 \cdot 500 \cdot 250 \cdot 10^{-6} = 12,5;$$

$$P_1 = N t \lambda_1 = 100 \cdot 500 \cdot 200 \cdot 10^{-6} = 10,0;$$

$$P_2 = N t \lambda_2 = 100 \cdot 500 \cdot 170 \cdot 10^{-6} = 8,5;$$

$$P_3 = N t \lambda_3 = 100 \cdot 500 \cdot 128 \cdot 10^{-6} = 6,4;$$

Za izračunavanje optimalnog broja rezervnih delova po metodu Proschana napravljen je program 'PROSCHAN'.

Prvo se bira modul sa najvećim Poissonovim koeficijentom $P_0=12,5$ i računa se vrednost w po jednačini (13). Pri tome se uzima određeni broj rezervnih delova r_0 . U slučaju da se odabere $r=15$, za tu grupu (module) dobija se nivo sigurnosti:

$$P_{c_0}(15) > 0,80.$$

Na osnovu vrednosti iz tabele 1 za Poissonovu kumulativnu verovatnoću za $P_0=12,5$ i $r_0=15$, odnosno $r_0+1=16$ i jednačine (13) dobija se:

$$w = \frac{1}{C_0} \ln \frac{P_{c_0}(16)}{P_{c_0}(15)} = \frac{1}{800} \ln \frac{0,869308}{0,806029}$$

$$w = 9,44722 \cdot 10^{-5} \quad (15)$$

Pošto je vrednost w za sve $\Delta S_i(r_i)/C_i$ jednaka, na osnovu jednačine (14) može se napisati uslov koji treba da se ispunji za $v(i)$:

$$v(i) \geq e^{w C_i}$$

Na osnovu programa PROSCHAN dobijaju se sledeće količine rezervnih delova:

- za modul M₀ 15 komada;
- za modul M₁ 13 komada;
- za modul M₂ 12 komada;
- za modul M₃ 9 komada;

Ukupni troškovi za rezervne delove su:

$$C_{uk} = \sum_{i=0}^3 r_i C_i = 26 \ 900 \text{ novčanih}$$

jedinica.

Za verovatnoće po modulima P_i (r_i , P_i) dobijaju se sledeće vrednosti:

- za modul M₀ — $P_{c_0}(15; 12,5)$ 0,806029;
- za modul M₁ — $P_{c_0}(13; 10,0)$ 0,864464;
- za modul M₂ — $P_{c_0}(12; 8,5)$ 0,909083;
- za modul M₃ — $P_{c_0}(9; 6,4)$ 0,885799,

a ukupna verovatnoća da će svih vrsta zahtevanih modula biti u intervalu $t=500$ h iznosi:

$$P_{uk} = \prod_{i=1}^n \sum_{x=0}^{r_i} P_{e_i}(r_i \cdot p_i) = 0,561095.$$

Na osnovu rezultata vidi se da je ukupna verovatnoća niska $\leq 80\%$, te je potrebno ponoviti račun sa drugim početnim vrednostima za r_0 .

Račun je ponovljen za sledeće vrednosti $r_{0,i}$:

- $r_{0,2}=18$ $P_{e_2}(18; 12,5) \geq 0,94$;
- $r_{0,3}=20$ $P_{e_3}(20; 12,5) \geq 0,98$;
- $r_{0,4}=24$ $P_{e_4}(24; 12,5) \geq 0,99$.

Pomoću programa PROSCHAN dobijene su optimalne količine rezervnih delova za razne vrednosti $r_{0,i}$ i date su u tabeli 3.

Tabela 3

Optimalne količine rezervnih delova

r_0	r_1	r_2	r_3	$C/10^4$	P_{uk}
15	13	12	9	2,69	0,56
18	15	14	11	3,19	0,85
20	17	15	12	3,53	0,94
24	21	19	15	4,33	0,996

Pomoću nelinearne korelacije jednačina parabole koja obuhvata rezultate za navedene tačke glasi:

$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2$$

Za nelinearnu korelaciju formirane su tri jednačine:

$$\begin{aligned} \Sigma y &= a_0n + a_1\Sigma x + a_2\Sigma x^2; \\ \Sigma xy &= a_0\Sigma x + a_1\Sigma x^2 + a_2\Sigma x^3; \\ \Sigma x^2 y &= a_0\Sigma x^2 + a_1\Sigma x^3 + a_2\Sigma x^4, \end{aligned}$$

gde je:

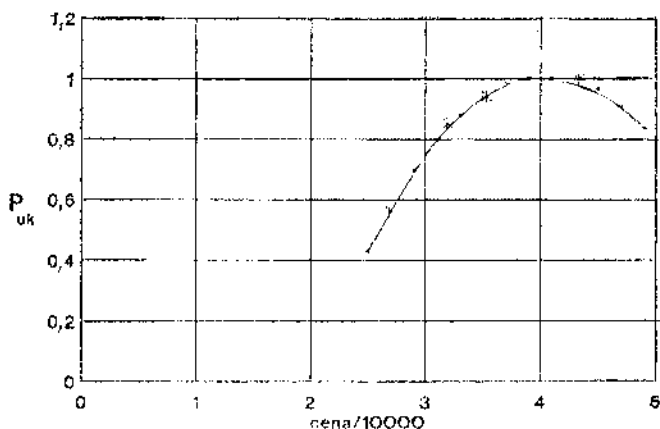
$$\begin{aligned} \Sigma x &= 13,74 && \text{zbir cena} \\ \Sigma y &= 3,346 && \text{zbir verovatnoća} \\ \Sigma x^2 &= 48,622 \\ \Sigma x^3 &= 177,096 \\ \Sigma x^4 &= 662,709 \\ \Sigma xy &= 11,849 \\ \Sigma x^2 y &= 43,089 \\ n &= 4 \end{aligned}$$

Matrica sistema i vektor slobodnih članova za formiranje linearnih jednačina su:

$$\begin{array}{cccc} 4 & 13,74 & 48,622 & 3,346 \\ 13,74 & 48,622 & 177,096 & 11,849 \\ 48,622 & 177,096 & 662,709 & 43,089 \end{array}$$

Rešenja linearnih jednačina su:

$$\begin{aligned} - a_0 = x_0 &= -3,02312064; \\ - a_1 = x_1 &= 1,99893294; \\ - a_2 = x_2 &= -0,24735420, \end{aligned}$$



Sl. 2 Ukupna verovatnoća u zavisnosti od cene modula

```

450 K = K + FNY(X)
460 NEXT X
470 D = 0
480 FOR X = 0 TO B + 1
490 GOSUB 2000
500 D = D + FNY(X)
510 NEXT X
520 YO = K
530 LPRINT
540 PRINT "D/K"; D / K
550 PRINT "LN D/K= "; LOG(D /
    / K)
560 W = LOG(D / K) / CO
570 PRINT : PRINT "W= "; W
580 LPRINT "W=LN(D/K)/CO= ";
    W: LPRINT
590 LPRINT "V(N)= EXP(C(N) *
    W)"
600 FOR N = 1 TO J
610 PRINT "ZA MODUL "; N; "UNE-
    TI VREDNOST ZA V:"
620 V(N) = EXP(C(N) * W)
630 PRINT "V("; N; ")= "; V(N):
    PRINT
640 LPRINT "V("; N; ")= "; V(N)
650 NEXT N
655 PRINT : LPRINT
660 FOR N = 1 TO J
670 P = P(N)
680 INPUT "UNETI R1 "; B
690 INPUT "UNETI R1 + ? "; Q
700 PRINT "ZA R1 = "; B, "DO R2
    ="; B + Q
710 PRINT "RI", "A/B", , "P(R, PI)"
720 LPRINT "RI", " A/B", , " P(R,
    PI)": LPRINT
730 FOR G = 0 TO Q
740 K = 0
750 FOR X = 0 TO B + G
760 GOSUB 2000
770 K = K + FNY(X)
780 NEXT X
790 D = 0
800 FOR X = 0 TO B + 1 + G

```

```

810 GOSUB 2000
820 D = D + FNY(X)
830 NEXT X
840 PRINT B + G, D / K, , K
850 LPRINT B + G, D / K, , K
860 IF D / K <= V(N) THEN GOTO
    880
870 NEXT G
880 R(N) = B + G - 1
890 PRINT "R("; N; ")= "; R(N)
900 LPRINT "R("; N; ")= "; R(N):
    LPRINT
910 NEXT N
920 PRINT : PRINT "R(0)= "; RO,
    "C(0)= ;CO"
930 FOR N = 1 TO J
940 PRINT "R("; N; ")= "; R(N), "C
    ("; N; ")= "; C(N)
950 NEXT N
960 C = CO * RO
970 S = 0
980 FOR N = 1 TO J
990 S = S + R(N) * C(N)
1000 NEXT N
1010 L = C + S
1020 PRINT : PRINT "UKUPNA CE-
    NA JE:"
1030 LPRINT : LPRINT "UKUPNA
    CENA JE : "
1040 PRINT " C= "; L: PRINT
1050 LPRINT " C= "; L: LPRINT
1060 PRINT "R(0)= "; RO
1070 LPRINT "R(0)= "; RO
1080 PRINT "P("; RO; ", "; PO; ")= ";
    YO
1090 LPRINT "P("; RO; ", "; PO; ")= ";
    YO
1100 FOR N = 1 TO J
1110 B = R(N)
1120 K = 0
1130 FOR X = 0 TO B
1140 GOSUB 2000
1150 P = P(N)
1160 K = K + FNY(X)
1170 NEXT X

```

```

1180 Y(N) = K
1190 PRINT "R("; N; ") "; B
1200 LPRINT "R("; N; ") = "; B
1210 PRINT "P("; B; ", "; P; ") = "; K
1220 LPRINT "P("; B; ", "; P; ") = "; K
1230 NEXT N
1240 U = YO
1250 FOR N = 1 TO J
1260 U = U * Y(N)
1270 NEXT N
1280 PRINT : PRINT "UKUPNA VE-
ROVATNOĆA JE : "
1290 PRINT " PUK = "; U
1300 LPRINT : LPRINT "UKUPNA
VEROVATNOĆA PUK = "; U
1310 END
2000 Z = 0: A = 1
2010 FOR I = 0 TO X - 1
2020 Z = Z + 1
2030 A = A * Z
2040 NEXT I
2050 RETURN

```

PROGRAM POIS-CUM, BAS

```

100 REM PROGRAM POISSON CUM
— POISSON
110 DEF FNY(X) = (P`X) * (EXP
(—P)) / A
120 LPRINT "POISSON-ova KUMU-
LATIVNA RASPODELA"

```

```

125 LPRINT " POISSON-ova FUNK-
CIJA:"
130 LPRINT " P(X) = (P`X) * (EXP
(—P)) / X!"
135 CLS
140 PRINT "POISSON-ova RASPO-
DELA P(X) = (P`X) * (EXP (—P))
/X!"
150 PRINT : LPRINT
160 INPUT "UNETI P = "; P
165 LPRINT " ZA P = "; P: PRINT
"ZA P = "; P: LPRINT
170 INPUT "UNETI X = "; B
180 PRINT "X", "SIGMA P(X)", , "P
(X)"
190 LPRINT "X", "SIGMA P(X)", ,
"P(X)"
200 PRINT : LPRINT
210 K = 0
220 FOR X = 0 TO B
230 Z = 0
240 A = 1
250 FOR I = 0 TO X - 1
260 Z = Z + 1
270 A = A * Z
280 NEXT I
290 K = K + FNY(X)
300 LPRINT X, K, , FNY(X)
310 PRINT X, K, , FNY(X)
320 NEXT X
330 END

```

Literatura:

- [1] G. Black, F. Proschan:
SPARE KITS AT MINIMUM COSTS
Proc. 5th N'tl. Symp. Rel. Qual. Contr., 1959.
- [2] F. Proschan:
OPTIMAL SYSTEM SUPPLY
Sylvania El. Prod. Electr. Def. Labor., 1960.

- [3] M. Messinger, M. L. Shooman:
TECHNIQUES FOR OPTIMUM SPARES ALLO-
CATION, A TUTORIAL REVIEW
IEEE Transactions on Reliability, Vol. R-19,
No. 4, Nov. 1970.
- [4] E. Dombrowski:
Einführung in die Zuverlässigkeit elektroni-
scher Geräte und Systeme
AEG — Telefunken, 1970.

Digitalni simulator u realnom vremenu za sistem upravljanja vatrom na protivavionskom topu

Uvod

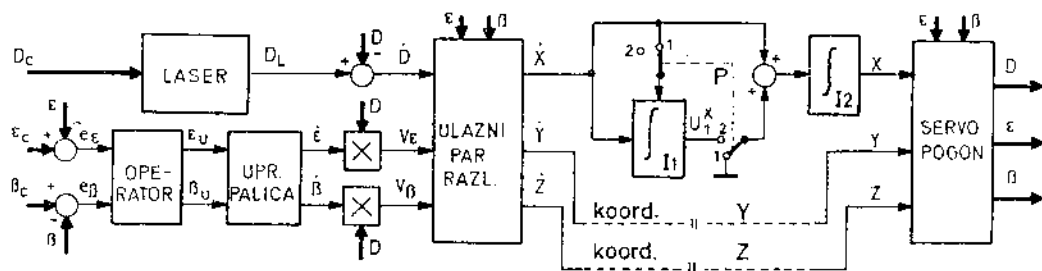
Simulacije u realnom vremenu primenjuju se u mnogim područjima tehnike. To nije samo posljedica razvoja računarske tehnike, već i potreba, s obzirom na sve složenije tehničke sisteme i zahtjeve koji se postavljaju. Naime, nije pitanje da li smo u stanju istražiti, razviti, unaprijediti, koristiti, već je pitanje efikasnosti u smislu minimizacije cijene istraživanja i razvoja, te povećanje efekata korišćenja resursa tehničkih sistema. U tom smislu su simulacije u realnom vremenu nezamjenjive.

U nastavku je opisana jedna realizacija digitalnog simulatora u realnom

ran ekvivalentni diskretni model. Analizirana je tačnost simulacije i, na kraju, prikazani su rezultati primjene.

Opis rješenja problema praćenja

Na slici 1 prikazana je struktura sistema za upravljanje vatrom u režimu praćenja. Praćenje se odvija u dvije faze: ručno i poluautomatski. Ručno je kada su kontakti »prekidača« P u položaju »1« (kao na sl. 1), a poluautomatsko u položaju »2« prekidača P . U toku ručnog praćenja operator ima zadatak da pozicijsku grešku praćenja smanji na iznos koji omogućuje upotre-



Sl. 1 Struktura sistema za upravljanje vatrom — režim praćenja ($P = 1$ — ručno; $P = 2$ poluautomatski).

vremenu za sistem upravljanja vatrom na protivavionskom topu u režimu praćenja. Najprije je dan opis rješenja problema praćenja, a potom je formi-

bu laserskog daljinomjera. Nakon što se počne mjeriti daljina do cilja laserom, i kada se greška praćenja po daljini smanji, prelazi se u fazu poluautomat-

skog praćenja. U petlju praćenja uključuje se integrator I_1 , na kojem je do tada postavljen početni uslov — procjenjena brzina cilja po određenoj koordinati. Ako se sa U_1^x označi izlaz prvog integratora, t_{12} — trenutak prelaska iz ručnog u poluautomatsko praćenje, tada je izlaz integratora I_1 :

$$U_1^x = \dot{X}, \quad P = 1 \text{ (ručno praćenje).} \quad (1)$$

$$U_1^x = \int \dot{X} dt + U_1^x(t_{12}), \quad P = 2 \text{ (poluautomatsko).}$$

Izlaz integratora I_2 je dat sa:

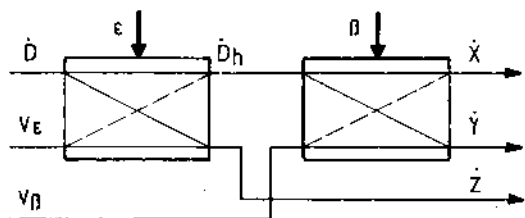
$$X = \int \dot{X} dt \quad P = 1. \quad (2)$$

$$X = \int (\dot{X} + U_1^x) dt + X(t_{12}), \quad P = 2.$$

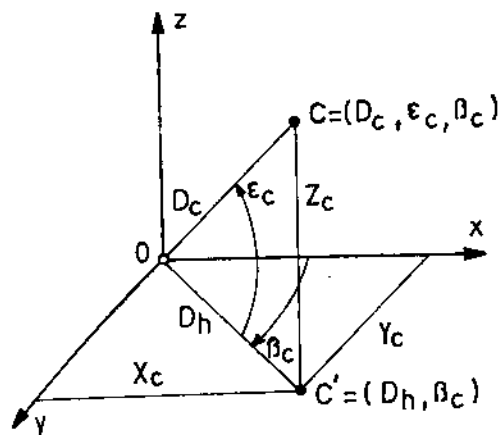
Izrazi (1) i (2) dani su za koordinatu X , a isto vrijedi i za druge dvije koordinate, što je naznačeno na slici 1. Potrebno je dati napomenu u vezi sa navedenim izrazima i oznakama na slici 1, a što će u nastavku biti jasnije kada se upozna struktura ulaznog para razlagača. Napomena se odnosi na oznake signala brzina — ove oznake vrijede samo za rad sistema u fazi ručnog praćenja sa zatvorenom petljom za praćenje po daljini (mjerenje daljine cilja laserskim daljinomjerom, uz $P=1$). Druga napomena je u vezi sa time da su izrazi (1) i (2) tačni do »na konstantu«, tj. nisu uvedena pojačanja koja realno postoje

u sistemu. Konstante pojačanja nisu uvedene ni u izrazima (3) i (4) koji se odnose na transformacije realizirane na ulaznom paru razlagača, jer se željelo pojednostaviti objašnjavanje rada sistema. Ova pojačanja ($C_x, C_{1x}, \dots$) su uzeta u obzir pri formiranju diskretnog modela sistema.

Koordinatni sistem koji se koristi prikazan je na slici 2. Vidi se da je to takozvani »lijevi« koordinatni sistem. Cilj je dan u njegovom prirodnom — sfernom koordinatnom sistemu (SKS), dok analogno računalo sistema za upravljanje vatrom (SUV) podatke obrađuje u pravokutnom koordinatnom sistemu (PKS). Zbog toga je potrebno izvršiti transformaciju iz SKS u PKS. To se vrši na ulaznom paru razlagača koji je prikazan na slici 3. Sa ϵ i β je označena pozicija nišanske linije. Radijalna brzina u SKS je $\dot{D}$, a V_ϵ i V_β predstavljaju tangencijalnu brzinu u vertikalnoj i horizontalnoj ravnini.



Sl. 3 Ulazni par razlagača.



Sl. 2 Koordinatni sistem.

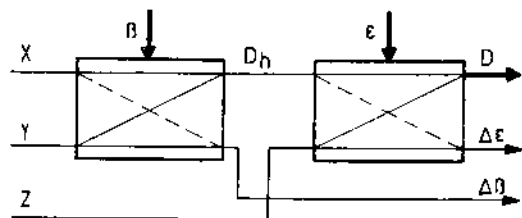
Transformacije koordinata $(\dot{D}, V_\epsilon, V_\beta) \rightarrow (\dot{X}, \dot{Y}, \dot{Z})$ su:

$$\begin{aligned} \dot{Z} &= \dot{D} \sin(\epsilon) + V_\epsilon \cos(\epsilon) = \\ &= d/dt [D \sin(\epsilon)] = d/dt (Z), \\ \dot{D}_h &= \dot{D} \cos(\epsilon) - V_\epsilon \sin(\epsilon) = \\ &= d/dt [D \cos(\epsilon)] = d/dt (D_h), \\ \dot{X} &= \dot{D}_h \cos(\beta) - V_\beta \sin(\beta) = \\ &= d/dt [D_h \cos(\beta)] = d/dt (X), \\ \dot{Y} &= \dot{D}_h \sin(\beta) + V_\beta \cos(\beta) = \\ &= d/dt [D_h \sin(\beta)] = d/dt (Y), \end{aligned} \quad (3)$$

gdje su V_ϵ i V_β tangencijalne brzine date sa:

$$V_\epsilon = \dot{D}\epsilon, \quad V_\beta = \dot{D}_h\beta. \quad (4)$$

Servopogoni služe za pozicioniranje nišanske linije tako da se vrši transformacija iz PKS u SKS. Kao davač signala greške servopogona koristi se izlazni par razlagača (sl. 4) koji su njegov sastavni dio. Servopogon vrši svoj zadatak tako da signali grešaka $\Delta\epsilon$ i $\Delta\beta$ teže prema nuli. Time će pozicija nišanske linije (ϵ , β) težiti prema poziciji zadanoj sa (X , Y , Z). Naime, za $\Delta\beta=0 \rightarrow \beta = \arctg(Y/X)$, a u kanalu visine pri $\Delta\epsilon=0 \rightarrow \epsilon = \arctg(Z/D_0)$, što predstavlja zadane vrijednosti.



Sl. 4 Izlazni par razlagača.

Ako se posmatra struktura sistema u fazi ručnog praćenja (sl. 1, $P=1$) sa zatvorenom petljom za praćenje po daljini, vidi se da pri malim greškama praćenja po poziciji i daljini vrijedi:

$$\begin{aligned}(D, \epsilon, \beta) &\rightarrow (D_e, \epsilon_e, \beta_e), \\(X, Y, Z) &\rightarrow (X_e, Y_e, Z_e), \\(\dot{X}, \dot{Y}, \dot{Z}) &\rightarrow (\dot{X}_e, \dot{Y}_e, \dot{Z}_e), \\(\dot{D}, V_e, V_\beta) &\rightarrow (\dot{D}_e, V_{e_e}, V_{\beta_e}), \\(\dot{\epsilon}, \dot{\beta}) &\rightarrow (\dot{\epsilon}_e, \dot{\beta}_e).\end{aligned}$$

Oznaka » $\rightarrow$ « je umjesto »teži ka«, a »e« u indeksu se odnosi na cilj.

Navedena analiza pokazuje slijedeće: ako se praćenjem ostvaruje da $(D_e - D) \rightarrow 0$, $(\epsilon_e - \epsilon) \rightarrow 0$, $(\beta_e - \beta) \rightarrow 0$ (tj. minimiziraju se iznosi grešaka praćenja), tada se iznosi pravokutnih koordinata računala u SUV-u minimalno razlikuju od koordinata cilja u PKS. Time se omogućuje da signali sa ulaznog para razlagača predstavljaju procjenu brzine cilja u PKS u navedenoj fazi praćenja ($P=1$ sa zatvorenom petljom po daljini). Prema izrazima (3), koji daju transformacije realizirane na ulaznom paru raz-

lagača, i slici 1, slijedi da signali sa upravljačke palice predstavljaju procjenu kutnih brzina (ϵ , β) cilja. Na taj način se može izvesti slijedeći zaključak: u režimu praćenja SUV predstavlja estimator parametara linearne trajektorije cilja. Pod pojmom linearne trajektorije podrazumijeva se pravolinijska trajektorija sa konstantnom brzinom.

Diskretni model sistema

Formiranje diskretnog modela sistema za upravljanje vatrom u režimu ručnog praćenja moguće je izvršiti na razne načine. Postupak koji se izabere treba odgovoriti na nekoliko zahtjeva:

- dovoljna vjernost reprodukcije polaznog modela;
- dovoljno veliki period diskretizacije u smislu realizacije na danom sklopovskom i programskom okruženju;

- mogućnost korišćenja simulatora za specificirane potrebe.

Trenutno, gornje zahtjeve ispunjava slijedeća metodologija formiranja diskretnog modela:

- integratori (I_1 , I_2) u blokovima koordinata zamjenjuju se Eulerovim eksplicitnim diskretnim integratorima
- postupak diskretne analogije;

- model servopogona diskretizira se korišćenjem step invarijante metode;

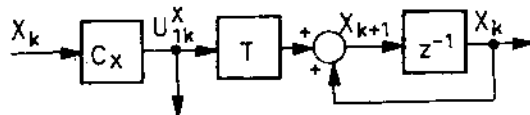
- ne vrši se izračunavanje funkcija sinus i cosinus, već se iščitavaju iz tablica (look-up).

U vezi primjene iščitavanja vrijednosti trigonometrijskih funkcija iz tablica, ustanovljeno je tri puta kraće vrijeme izračunavanja diskretnog modela SUV-a. To se odnosi na računalo bez matematičkog koprocesora.

Diskretni model ulaznog para razlagača je dat sa:

$$\begin{aligned}\dot{Z}_k &= \dot{D}_k C_D [\sin(\epsilon_k) + V_{ek} C_e] \cos(\epsilon_k), \\ \dot{D}_{hk} &= \dot{D}_k C_D [\cos(\epsilon_k) - V_{ek} C_e] \sin(\epsilon_k), \\ \dot{X}_k &= \dot{D}_{hk} [\cos(\beta_k) - V_{\beta k} C_\beta] \sin(\beta_k),\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\dot{Y}_k &= \dot{D}_{hk} |\sin(\beta_k) + V_{\beta k} C_\beta |\cos(\beta_k), \\ V_{\varepsilon k} &= \varepsilon_k D_k, V_{\beta k} = \beta_k D_k, \varepsilon_k = C_{U\varepsilon} \varepsilon_{Uk}, \\ \dot{\beta}_k &= C_{U\beta} \beta_{Uk}, \\ \varepsilon_{Uk} &= f_{N\varepsilon}(\varepsilon_{ek} - \varepsilon_k), \beta_{Uk} = f_{N\beta}(\beta_{ek} - \beta_k), \\ \dot{D}_k &= 0 \quad \text{--- otvorena petlja praćenja po daljini,} \\ \dot{D}_k &= D_{Lk} - D_k \quad \text{--- petlja po daljini zatvorena.}\end{aligned} \quad (5)$$



Sl. 5 Diskretizirani kanal koordinate X u režimu ručnog praćenja ($P=1$).

Oznake u (5) su:

- $(\dot{X}_k, \dot{Y}_k, \dot{Z}_k)$ — izlazi razlagača u trenutku k ,
 $|\sin(), |\cos()$ — sinus i cosinus iz tablice,
 $f_{N\varepsilon}(), f_{N\beta}()$ — model operatora,
 $(D_{Lk}, \varepsilon_{ek}, \beta_{ek})$ — koordinate cilja u SKS,
 $(D_k, \varepsilon_k, \beta_k)$ — koordinate SUV-a u SKS,
 C_D — pojačanje petlje po daljini,
 C_ε — pojačanje V_ε ,
 C_β — pojačanje V_β ,
 $C_{U\varepsilon}$ — pojačanje upravljačke palice po ε ,
 $C_{U\beta}$ — pojačanje upravljačke palice po β ,
 $(V_{\varepsilon k}, V_{\beta k})$ — procjenjene brzine u trenutku k ,

$(\varepsilon_{Uk}, \beta_{Uk})$ — pozicija upravljačke palice u k .

U režimu ručnog praćenja ($P=1$), diskretni model blokova koordinata, sa Eulerovim eksplicitnim integratorom, je:

$$\begin{aligned}X_{k+1} &= X_k + T \dot{X}_k C_X, \quad U_1^X = C_X \dot{X}_k, \\ T &\text{--- period diskretnog integratora,} \\ Y_{k+1} &= Y_k + T \dot{Y}_k C_Y, \quad U_1^Y = C_Y \dot{Y}_k, \\ C_{X(YZ)} &\text{--- pojačanja,} \\ Z_{k+1} &= Z_k + T \dot{Z}_k C_Z, \quad U_1^Z = C_Z \dot{Z}_k.\end{aligned} \quad (6)$$

Na slici 5 prikazan je diskretni model kanala koordinate X u računalu za fazu ručnog praćenja.

U režimu poluautomatskog praćenja ($P=2$) za blokove koordinata vrijedi slijedeći diskretni model:

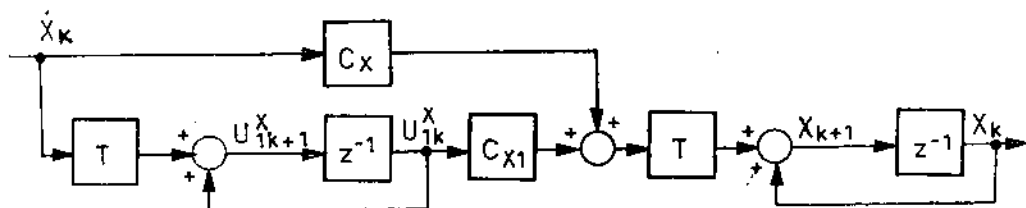
$$\begin{aligned}X_{k+1} &= X_k + T(\dot{X}_k C_X + U_{1k}^X C_{1X}), \\ U_{1k+1}^X &= U_{1k}^X + T \dot{X}_k, \\ Y_{k+1} &= Y_k + T(\dot{Y}_k C_Y + U_{1k}^Y C_{1Y}), \\ U_{1k+1}^Y &= U_{1k}^Y + T \dot{Y}_k, \\ Z_{k+1} &= Z_k + T(\dot{Z}_k C_Z + U_{1k}^Z C_{1Z}), \\ U_{1k+1}^Z &= U_{1k}^Z + T \dot{Z}_k.\end{aligned} \quad (7)$$

Diskretni model kanala X koordinate u režimu poluautomatskog praćenja prikazan je na slici 6.

Daljina sistema kao povratna informacija petlje za praćenje po daljini računa se na izlaznom paru razlagača:

$$\begin{aligned}D_{hk} &= X_k |\cos(\beta_k) + Y_k |\sin(\beta_k), \\ D_k &= D_{hk} |\cos(\varepsilon_k) + Z_k |\sin(\varepsilon_k).\end{aligned} \quad (8)$$

Kao model servopogona usvojen je oscilatorni element drugog reda čiji je



Sl. 6 Diskretni model kanala X koordinate u režimu poluautomatskog praćenja ($P=2$).

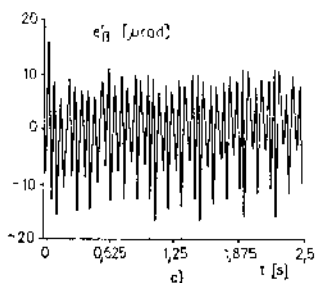
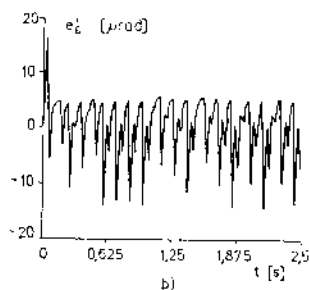
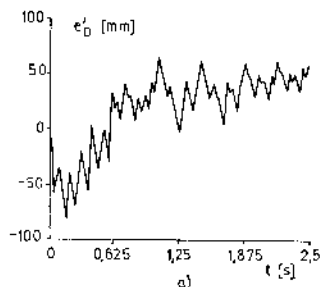
diskretni ekvivalent određen step in-
varijantnom metodom:

$$\begin{aligned}x_{1k+1} &= \varphi_{11}x_{1k} + \varphi_{12}x_{2k} + \vartheta_1 u_k, \\x_{2k+1} &= \varphi_{21}x_{1k} + \varphi_{22}x_{2k} + \vartheta_2 u_k,\end{aligned}\quad (9)$$

gdje su:

x_1 — stvarna pozicija nišanske li-
nije (ε ili β),

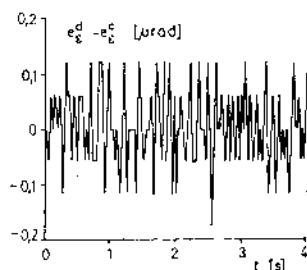
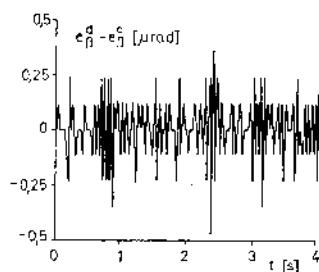
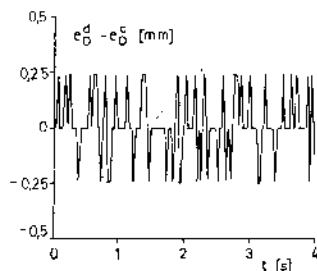
x_2 — stvarna kutna brzina nišan-
ske linije ($\dot{\varepsilon}$ ili $\dot{\beta}$),



Sl. 7 Analiza utjecaja određivanja sinus i
cosinus funkcija iz tablica. Brzina cilja:
 $D_c = 350$ m/s, $T = 25$ ms; a) usporedba greša-
ka po doljini $e_D' = e_D^s - e_D^i$; b) usporedba
grešaka po visini $e_\varepsilon' = e_\varepsilon^s - e_\varepsilon^i$; c) uspo-
redba grešaka po pravcu $e_\beta' = e_\beta^s - e_\beta^i$; »s«
sin/cos kao funkcije; »I« sin/cos iz tablica.

u_k — ulaz u servopogon, $u_k = \arctg$
(Y_k/X_k) za kanal β ,

$u_k = \arctg(Z_k/D_{hk})$ u kanalu ε .



Sl. 8 Analiza vjernosti reprodukcije polaznog
kontinuiranog modela SUV-a sa realiziranim
digitalnim simulatorom u realnom vremenu.
 $T = 25$ ms, »d« — digitalni simulator »c« —
kontinuirani model SUV.

φ_{ij} i ϑ_i su dati sa:

$$\varphi_{11} = C_5 \sin(C_3) / C_1, \quad C_1 = \sqrt{(1 - \zeta^2)},$$

$$\varphi_{12} = C_5 \sin(\omega C_1 T) / (\omega C_1),$$

$$C_2 = C_1 / \zeta, \quad C_5 = \exp(-\zeta \omega T),$$

$$\varphi_{21} = \omega C_5 [\cos(C_3) - \sin(C_3)],$$

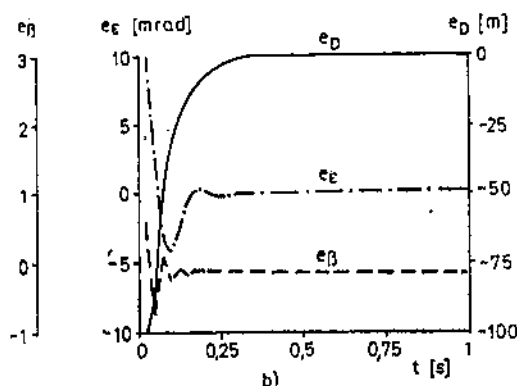
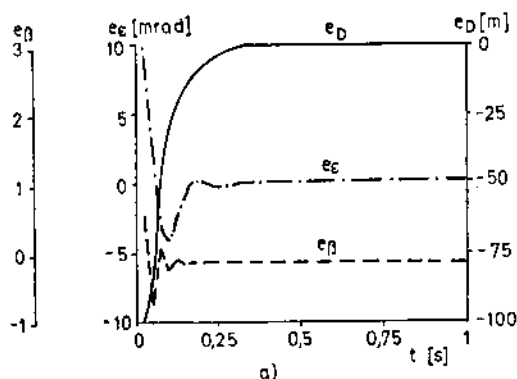
$$C_3 = \omega C_1 T + \arctg(C_2),$$

$$\varphi_{22} = C_5 \cos(\omega C_1 T) - \sin(\omega C_1 T) / C_2,$$

$$\begin{aligned}\vartheta_1 &= 1 + C_5 \sin(C_3)/C_1, \\ C_4 &= \omega C_1 T - \arctg(C_2), \\ \vartheta_2 &= \omega C_5 [\cos(C_4) - \sin(C_4)/C_2].\end{aligned}\quad (10)$$

U (10) je:

- ω — vlastita frekvencija neprigušenih oscilacija pojedinog kanala (ε ili β),
 ζ — koeficijent relativnog prigušenja.



Sl. 9 Promjena grešaka praćenja sa diskretnim modelom računala, $T = 25$ ms. Model servopogona: a) kontinuirani; b) diskretiziran step invarijant metodom.

Formirani diskretni model SUV-a u režimu praćenja testiran je obimnim simulacijama. Na slici 7 prikazana je razlika između grešaka praćenja diskretnih modela u slučaju računanja funkcija sinus i cosinus, te određivanja

iz tablica, tj. korišćenja funkcija $\text{lsin}()$ i $\text{lcos}()$ u (5) sa korakom od 10 mrad.

Na slici 8 se vidi velika vjernost reprodukcije polaznog modela SUV-a njegovim ekvivalentnim diskretnim modelom, koji je formiran na opisani način.

Korektnost postupka diskretizacije modela servopogona može se ustanoviti i na slici 9, gdje je prikazan odziv SUV-a sa kontinuiranim (a) i diskretnim (b) modelom servopogona.

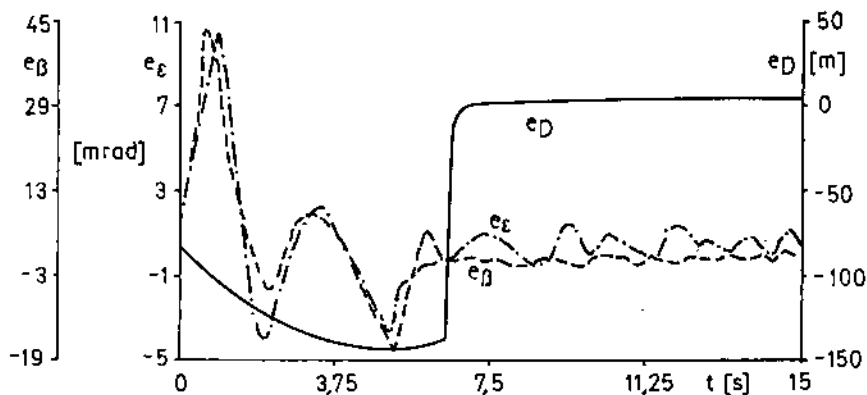
Na slikama 7—9 usvojen je model operatora dan sa:

$$\begin{aligned}f_{N\beta} (\beta_{ek} - \beta_k) &= \beta_{ek} - \beta_k, \\ f_{N\varepsilon} (\varepsilon_{ek} - \varepsilon_k) &= \varepsilon_{ek} - \varepsilon_k.\end{aligned}\quad (11)$$

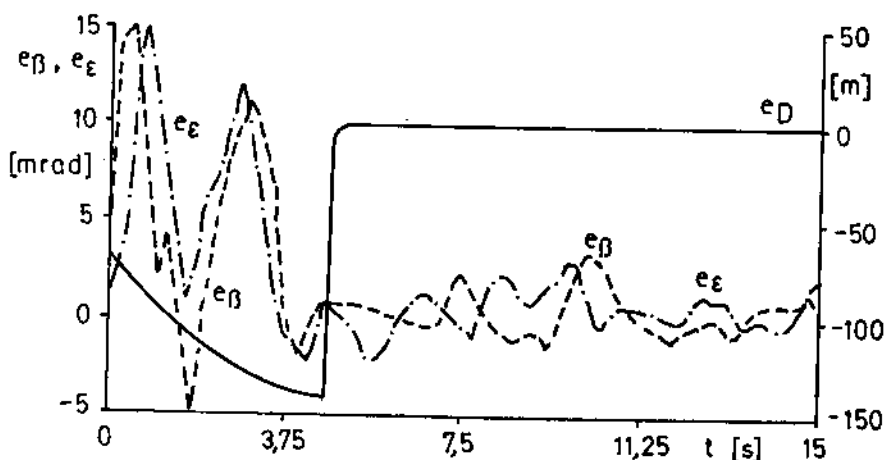
Rezultati primjene simulatora za obuku operatora

Kao što je rečeno u uvodu, primjena simulacija u realnom vremenu je višestruka. Jedan od prvih ciljeva koji se je želio postići izloženom realizacijom digitalnog simulatora za SUV jeste unapređenje metodologije obuke operatora u rukovanju SUV-om. Kao što se vidi iz strukture SUV-a (sl. 1), operator je sastavni element SUV-a u smislu djelovanja petlje za pozicijsko praćenje cilja. U tom smislu, čovjek-operator mora se prilagoditi na dinamiku tehničkog dijela SUV-a u uslovima praćenja realnih ciljeva. Digitalni simulator SUV-a u realnom vremenu je nezamenjiv u postupku obuke, a čini je jeftinijom i efikasnijom.

Na slikama 10 i 11 prikazani su rezultati promjene grešaka praćenja sa uključenim realnim operatorom u petlji za praćenje. Prva slika (10) pokazuje rad operatora sa svega desetak praćenja, dok je na drugoj slici (11) vidljiv napredak istog operatora nakon pedesetak praćenja. Iako je brzina cilja u drugom slučaju tri puta veća, kvaliteta praćenja je znatno bolja.



Sl. 10 Greške praćenja sa realnim operatorom u petlji za praćenje po poziciji; $T=25$ ms, $D=50$ m/s.



Sl. 11 Greške praćenja sa realnim operatorom u petlji za praćenje po poziciji; $T = 25$ ms, $\dot{D} = 150$ m/s.

Zaključak

Prikazana realizacija digitalnog simulatora za sistem upravljanja vatrom u režimu praćenja omogućuje njegovo korišćenje na danom sklopovskom i programskom okruženju: personalno računalo ATARI ST, programski jezik pascal i assembler za mikroprocesor M68000.

Ekvivalentni diskretni model SUV-a je formiran kombinacijom postupka

diskretne analogije sa Eulerovim eksplisitnim integratorom i step invarijantne metode. Metodologija formiranja diskretnog modela pokazala se uspjehom u smislu omogućavanja realizacije na spomenutom okruženju.

Realizirani simulator omogućuje njegovu primjenu u različite svrhe, kao što su: obuka operatora za upravljanje sistemom, dijagnostika i računalom podržana ispitivanja, te projektiranje novih sistema za upravljanje vatrom.

- [1] Charles L. Phillips, H. Troy Nagle Jr.: DIGITAL CONTROL SYSTEM ANALYSIS AND DESIGN, Prentice-Hall, New York, 1984.
- [2] Adrinek S.: Matematski model, simulacija i identifikacija sistema za upravljanje vatrom na protivavionskom topu, VVTŠ KoV JNA, Zagreb, 1985.
- [3] Gajić M.: Simulator cilja u realnom vremenu za SUV na protivavionskom topu, Diplomski rad, VVTŠ KoV JNA, Zagreb, 1988.
- [4] Adrinek S., Gajić M.: Realizacija simulatora cilja SUV na protivavionskom topu, VI susret inovatora u JNA, Sarajevo, 1988.
- [5] Adrinek S., Gajić M., Marković S.: Simulator u realnom vremenu za sistem upravljanja vatrom na protivavionskom topu, Zbornik radova JUREMA-89, Plitvice, 1989.
- [6] Adrinek S., Marković S.: Simulacija cilja u realnom vremenu za SUV na PA topu, Susret inovatora V vojne oblasti, Karlovac, 1989.

Ugao zakretanja nagibnog sklopa oruđa pri opaljenju

Uvod

Dinamičko delovanje sila i odgovarajućih momenata na sklop cevi sa kulevkom (nagibni sklop) za vreme opaljenja (sl. 1), izaziva njegovo zakretanje oko ose ramena kulevke (0) za ugao (γ_φ) u vertikalnoj ravni.

Ugao (γ_φ), kao i njegova promena za vreme kretanja projektila u kanalu cevi, jedna je od značajnih komponenti ukupnog odskočnog ugla cevi oruđa (γ). O nekim karakteristikama ovog ugla bilo je govora u [1]. U ovom radu je

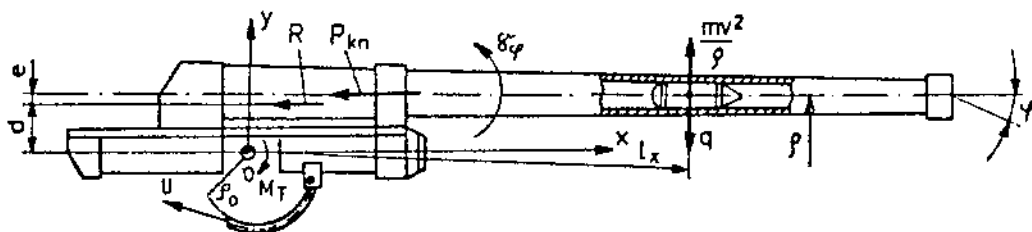
Određivanje ugla zakretanja nagibnog sklopa oruđa (γ_φ)

Za rešavanje ovog problema polazne pretpostavke su sledeće:

— nagibni sklop oruđa je čvrsto i nedeformabilno telo sa konstantnim radijusom zakrivljenja u odnosu na lafet;

— cev oruđa sa svim delovima trazujućeg sklopa može se zakretati samo oko ramena kulevke;

— ukupni moment neuravnoteženosti nagibnog sklopa oruđa je $\Delta M > 0$.



Sl. 1 Shema sila i momenata na nagibni sklop oruđa

na osnovu poznatog matematičkog modela [2] prikazan postupak za određivanje ugla (γ_φ) pomoću elektronskog računara CYBER 170. Na proizvoljnom primeru artiljerijskog oruđa, korišćenjem programskog modela, dobijene su proračunske vrednosti ugla (γ_φ) za vreme kretanja projektila u cevi i dat je kraći komentar.

Polazni sistem jednačina obrtnog kretanja nagibnog sklopa oruđa oko ose ramena kulevke (tačke 0) za određivanje ugla zakretanja definiše se na osnovu zakona momenta količine kretanja koji prema [2, 3] glasi:

$$\frac{dG_0}{dt} = \sum M_{F_0} \quad (1)$$

S obzirom na sliku 1, moment količine kretanja pokretnih delova u odnosu na os ramena kolevke čine:

$$G_0 = G_k + G_l + G_p, \quad (2)$$

gde su:

G_k — moment količine kretanja kolevke oruđa;

G_l — moment količine kretanja trzajućih delova oruđa;

G_p — moment količine kretanja projektila.

Prema [2] navedeni momenti količine kretanja (ili kinetički momenti) mogu se izraziti sledećim relacijama:

$$G_k = J_k \gamma'_{\varphi}, \quad (3)$$

gde je:

J_k — moment inercije kolevke u odnosu na tačku (0);

γ'_{φ} — ugaona brzina zakretanja kolevke (prva derivacija ugla γ_{φ});

$$G_l = \gamma'_{\varphi} \sum m_i \cdot (x^2 + y^2) + M_0 \cdot Vd, \quad (4)$$

gde je:

m_i — elementarna masa trzajućih delova;

M_0 — ukupna masa trzajućih delova;

V — brzina kretanja trzajućih delova za vreme trzanja;

d — rastojanje ose ramena kolevke od centra težišta trzajućih delova;

$$G_p = -\gamma'_{\varphi} \sum m_2 \cdot (x_p^2 + y_p^2) - mv \cdot (d+e) \quad (5)$$

gde je:

m_2 — elementarna masa projektila;

v — brzina kretanja projektila u cevi;

$(d+e)$ — rastojanje ose ramena kolevke od ose kanala cevi;

m — ukupna masa projektila.

Uvrštavanjem izraza (3, 4 i 5) u relaciju (2) dobija se ukupni moment ko-

ličine kretanja G_0 . Nakon odgovarajućih operacija, promena ovog momenta po vremenu prema [2] svodi se na oblik:

$$\begin{aligned} \frac{dG_0}{dt} = & J_n \gamma''_{\varphi} + 2 \cdot \gamma'_{\varphi} \cdot (M_0 V \lambda - mvx) + \\ & + M_0 d \frac{dV}{dt} m \cdot (d+e) \frac{dV}{dt}, \end{aligned} \quad (6)$$

gde su:

J_n — moment inercije nagibnog sklopa u odnosu na tačku (0);

$\gamma''_{\varphi} = \frac{d}{dt}(\gamma'_{\varphi})$ — ugaono ubrzanje;

λ — put trzanja trzajuće mase;

x — put kretanja projektila u cevi.

Dalja transformacija desne strane relacije (6) može se izvršiti uvođenjem izraza za jednačinu kretanja projektila (otpori kretanja se zanemaruju):

$$m \frac{dv}{dt} \cong P_{kn}$$

i izraza za jednačinu kretanja trzajućih delova:

$$M_0 \frac{dV}{dt} = P_{kn} - R,$$

gde je:

P_{kn} — sila pritiska barutnih gasova na dno kanala cevi;

$$R = R_0 + (R_m - R_0) \sin^2 \left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{t}{t_u} \right)$$

— sila ukupnog otpora trzanja za vreme kretanja projektila u cevi.

Prema tome, relacija (6) u novom obliku glasi:

$$\begin{aligned} \frac{dG_0}{dt} = & J_n \gamma''_{\varphi} + 2 \gamma'_{\varphi} \cdot (M_0 \lambda V - mvx) - \\ & - P_{kn} \cdot e - R \cdot d, \end{aligned} \quad (7)$$

Suma momenata svih sila na nagibni sklop ΣM_{F_0} u relaciji (1), s obzi-

rom na tačku (0), može se napisati u obliku:

$$\Sigma M_{F0} = Q_0 \cdot \lambda \cdot \cos \varphi + \Delta M + \frac{mv^2}{\rho} \cdot l_x - q \cdot l_x - U \cdot \rho_0 - M_T \quad (8)$$

gde su:

- Q_0 — težina trzajućih delova;
- q — težina projektila;
- U — sila reakcije nazubljenog sektora mehanizma elevacije cevi;
- M_T — moment sile trenja u ležištu ramena kulevke;
- ρ — radijus zakrivljenosti ose kanala cevi;
- ρ_0 — radijus zakrivljenosti nazubljenog sektora mehanizma elevacije;
- l_x — krak sile težine projektila od ose ramena kulevke.

Prema [2] moment sile trenja (M_T) i moment reakcije nazubljenog sektora ($U \cdot \rho_0$) proporcionalni su uglu zakretanja (γ_φ) oko ose ramena kulevke:

$$M_T = C_T \cdot \gamma_\varphi'' \quad \text{i} \quad U \cdot \rho_0 = C_0 \cdot \gamma_\varphi.$$

gde su:

C_T, C_0 — koeficijenti proporcionalnosti.

Uvrštavanjem (7 i 8) u relaciju (1) nakon sređivanja članova, konačno se može dobiti izraz za diferencijalnu jednačinu zakretanja nagibnog sklopa oruđa za vreme kretanja projektila u cevi ($0 \leq t \leq t_n$). Uz pretpostavku da su koriolisove sile trzajućeg sklopa i projektila jednake, diferencijalna jednačina ima oblik:

$$\gamma_\varphi'' + 2k\gamma_\varphi' + \omega^2 \cdot \gamma_\varphi = \frac{\Sigma M(t)}{J_n} \quad (9)$$

gde je:

- k — koeficijent prigušenja oscilacija sklopa (eksperimentalno se određuje, a prema [2] obično iznosi $k=2,5 \div 4,0$;

$\omega = \sqrt{\frac{C}{J_n}}$ — frekvencija slobodnih oscilacija nagibnog sklopa (C — krutost cevi oruđa);

$$\Sigma M(t) = P_{kn}e + Rd + \Delta M + Q_0 \lambda \cos \varphi + \frac{mv^2}{\rho} l_x - q \cdot l_x$$

— trenutna vrednost sumarnog momenta svih sila na nagibni sklop za vreme dok projektil ne napusti usta cevi.

Za praktično rešavanje jednačine (9), veličina sumarnog momenta $\Sigma M(t)$ može se približno izraziti linearnom promenom:

$$M_{(t)} = M_{i-1} + \frac{M_i - M_{i-1}}{\Delta t} \cdot t, \text{ odnosno}$$

$$M_{(t)} = M_{i-1} + b_i \cdot t,$$

gde je:

$$b_i = \frac{M_i - M_{i-1}}{\Delta t} \text{ — koeficijent promene sumarnog momenta.}$$

Pretpostavka o linearnoj promeni momenta ima smisla, pogotovu ako su intervali vremena (Δt) mali. Za male vrednosti intervala (Δt), veličina momenta inercije nagibnog sklopa (J_n) konstantna je.

Prema tome, rešavanjem diferencijalne jednačine (9) sa linearnim članom na desnoj strani, za svaki interval numeričkim putem određuje se ugao zakretanja (γ_φ) i ugaona brzina (γ_φ') nagibnog sklopa.

Na početku prvog intervala (Δt) za $t=0$ mora biti ispunjen uslov da je: ($\gamma_{\varphi 0} = \gamma_{\varphi 0}' = 0$).

Jednačina (9) poznata je oscilatorna jednačina drugog reda i može se rešiti primenom metoda numeričke integracije pomoću elektronskog računara. Naime, ako se na jednačinu (9) pri-

meni Laplasova transformacija, dobija se sledeća karakteristična jednačina:

$$s^2 \cdot \gamma_{\varphi}(s) + 2ks \cdot \gamma_{\varphi}(s) + \omega^2 \cdot \gamma_{\varphi}(s) = \frac{M(s)}{J_n} \quad (9)$$

odnosno prenosna funkcija oblika:

$$G(s) = \frac{\gamma_{\varphi}(s)}{M(s)} = \frac{1/J_n}{s^2 + 2ks + \omega^2}$$

Pošto je veličina ($\omega^2 \cong 10^7$) mnogo veća od ostalih faktora karakteristične jednačine, oni se mogu zanemariti. Tada se prenosna funkcija pojednostavljuje i glasi:

$$G(s) = \frac{1}{J_n \cdot \omega^2}$$

U tom slučaju, za ugao zakretanja nagibnog sklopa [$\gamma_{\varphi}(s)$] dobija se:

$$\gamma_{\varphi}(s) = G(s) \cdot M(s) = \frac{M(s)}{J_n \cdot \omega^2}, \text{ odnosno}$$

$$\gamma_{\varphi}(t) = \frac{M(s)}{J_n \cdot \omega^2} \quad (10)$$

Za dobijanje rešenja navedene jednačine drugog reda, ovde je primenjena poznata metoda Runge-Kuta pomoću elektronskog računara u programskom jeziku FORTRAN V. Dijagram algoritma za proračun (glavni program) prikazan je na slici 2.

Pojednostavljeni metod za određivanje ugla zakretanja (γ_{φ})

Ako se u relaciji (7) za obrtno kretanje nagibnog sklopa oko ose ramena klevke zanemare samo oni momenti količine kretanja (članovi uz γ'_{φ}) koji su relativno mali, onda je:

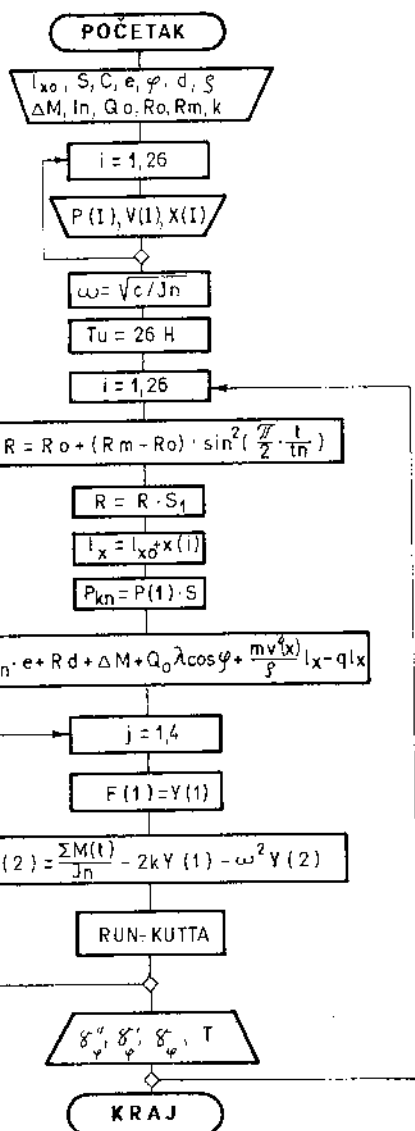
$$\gamma''_{\varphi} = \frac{1}{J_n} \cdot (P_{kn} \cdot e + Rd) \quad (11)$$

Oдавde je uglovna brzina zakretanja nagibnog sklopa za vreme opaljenja do trenutka $t=t_u$:

$$\gamma'_{\varphi} = \frac{1}{J_n} \left(e \cdot \int_0^{t_u} P_{kn} dt + d \cdot \int_0^{t_u} R dt \right) \quad (12)$$

Kako je impuls sile pritiska barutnih gasova na dno kanala cevi za vreme ($t=t_u$) jednak količini kretanja trzajućih delova, tada je:

$$\int_0^{t_u} P_{kn} dt = M_0 \cdot W_{u1} \quad (13)$$



Sl. 2 Tok proračuna ugla zakretanja nagibnog sklopa (γ_{φ})

gde su [4]:

$$W_u = \frac{m + 0,5\omega_1}{M_0} \cdot V_u \quad \text{— brzina slobodnog trzanja u trenutku } (t=t_u);$$

ω_1 — masa barutnog punjenja projektila;

V_u — brzina projektila na ustima cevi.

S druge strane, ako se za silu ukupnog otpora trzanju (R) do trenutka ($t=t_u$) usvoji linearna promena:

$$R = R_u + \frac{R_u - R_0}{t_u} \cdot t, \quad (14)$$

impuls sile ukupnog otpora trzanju konačno je:

$$\int_0^{t_u} R dt = \frac{R_u + R_0}{2} \cdot t_u \quad (15)$$

Uz navedene uslove, uvrštavanjem (13 i 15) u relaciju (12) dobija se:

$$\gamma'_\varphi = \frac{e}{J_n} \cdot M_0 \cdot W_u + \frac{d}{2J_n} \cdot (R_u + R_0) \cdot t_u \quad (16)$$

Integriranjem izraza (16), za ugao zakretanja (γ_φ) nagibnog sklopa oruđa, konačno se dobija:

$$\gamma_\varphi = \frac{M_0 L_n e}{J_n} + \frac{(2R_0 + R_u)d}{6 J_n} \cdot t_u^2 \quad (17)$$

gde je prema [4]:

$$L_u = \frac{m + 0,5\omega_1}{M_0 + m + \omega_1} \cdot X_u \quad \text{— put slobodnog trzanja u trenutku kada projektil napušta usta cevi.}$$

Model proračuna ugla zakretanja (γ_φ) nagibnog sklopa prema t.l i t.2 pretpostavlja poznavanje unutrašnjih balističkih veličina (v_u , x_u , t_u), koje se određuju unutrašnjim balističkim proračunom za dati kalibar oruđa i projektil.

Primer proračuna i zaključak

Proračun ugla zakretanja (γ_φ), prema t.l, izvršen je na primeru artiljerijskog oruđa kupolne ugradnje. Važniji polazni podaci su:

— za projektil: $m=9,3$ kg,

$q=91,23$ N, $l_{x0}=0,5$ m;

— za cev: $S=0,589 \cdot 10^{-2}$ m², $\rho=600$ m, $C=2 \cdot 10^9$ N/m, $e=2 \cdot 10^{-3}$ m $\varphi=5^\circ$;

— za nagibni sklop i trzajuću masu: $\Delta M=100$ N, $Q_0=12361$ N, $d=0$, $J_n=76$ kgm, $R_0=17.970$ N, $R_m=77.720$ N, $k=3$.

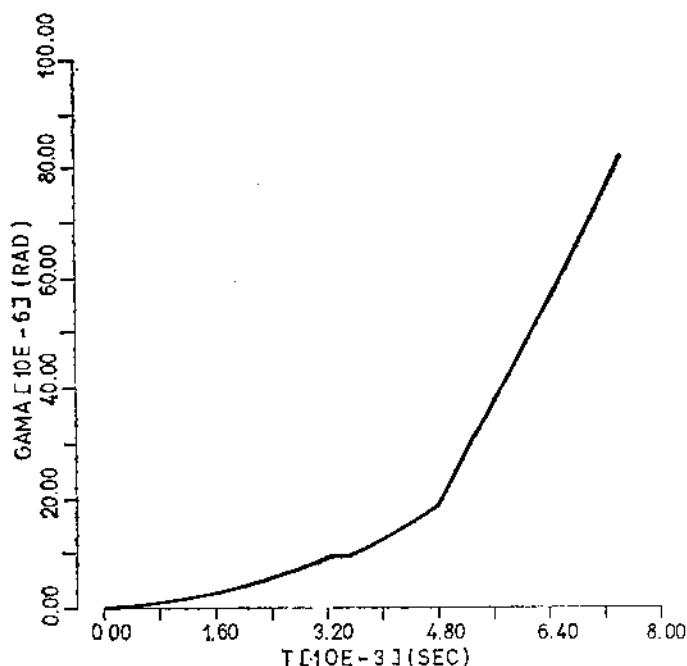
Na osnovu izvršenog proračuna (sl. 2) dobijene su vrednosti (γ_φ) za vreme kretanja projektila u cevi prema sledećoj tabeli.

Tabela

T (10E-3), sec	GAMA (10E-6), rad
0.0000	0.3420
0.3000	0.3420
0.6000	0.7800
0.8900	1.2980
1.1900	1.8820
1.4900	2.5510
1.7900	3.3220
2.0800	4.2040
2.3800	5.2120
2.6800	6.3720
2.9800	7.7100
3.2700	9.2490
3.5700	9.4750
3.8700	11.0220
4.1700	13.0560
4.4600	15.3910
4.7600	18.0610
5.0600	24.5430
5.3600	31.2440
5.6500	38.1020
5.9500	45.1180
6.2500	52.2440
6.5500	59.4780
6.8400	66.8240
7.1400	74.2430
7.4400	81.7550

Dijagram promene ugla zakretanja nagibnog sklopa prikazan je na slici 3.

menjeni model proračuna korektan i da se dovoljnom tačnošću omogućuje



Sl. 3 Promena ugla γ_p za vreme kretanja projektila kroz cev

Dobijeni rezultati proračuna pokazuju da je za usvojeni primer oruđa uticaj promene ugla zakretanja nagibnog sklopa (γ_p) na odskočni ugao (γ) relativno mali (reda veličine $10^{-4} \div 10^{-6}$ rad). Na osnovu toga može se zaključiti da je konstruktivno rešenje nagibnog sklopa dobro izvedeno i sa dovoljno velikom krutošću u odnosu na os rotacije. Dobijene vrednosti su u prihvatljivim granicama prema podacima u široj literaturi. Dakle, može se reći da je pri-

određivanje ugla zakretanja nagibnog sklopa za vreme opaljenja.

Za potpunu analizu ovog problema značajno je da se utvrdi u kakvoj su korelaciji dobijeni rezultati sa rezultatima prema pojednostavljenom modelu u t.2. S druge strane, s obzirom na postavljene model proračuna, potrebno je da se detaljnije odredi uticaj odgovarajućih momenata (M_T i $U \cdot \rho_0$) prema (8) i koeficijenta prigušenja (k) prema (9), jer se u navedenom primeru za isti usvojila orijentaciona vrednost.

Literatura:

- [1] Ristić Z.: Uticaj statičkog i dinamičkog praga cevi art. oruđa na odskočni ugao, VTG 3/1989, Beograd, 1989.
- [2] Orlov V. B. i dr.: Ustrojstvo i projektovanje stvolov artiljerijskih orudij, Mašinstroenie, Moskva, 1975.
- [3] Dimentberg i dr.: Sprovočnik mašinstroitelja, tom 1, Moskva 1963., IT Priručnik, prevod, »Rad«, Beograd, 1978.
- [4] Cvetković M.: Unutrašnja balistika, CVTS Kov JNA, Zagreb, 1985.
- [5] KNao: Seminarski rad, VVTS, Zagreb, 1988.

Dr Nikola Žegarac,
kapetan I klase,
dipl. inž.

Vibracije kućišta dizel-motora u zavisnosti od brzine vrtnje, opterećenja i zračnosti ležajeva

Uvod

U okviru ove studije ispitan je utjecaj povećanja zračnosti temeljnih ležajeva koljenastog vratila (KV) pri različitim brzinama vrtnje i opterećenjima motora na vibracijsko stanje kućišta ležajeva i motora. Pored toga, ispitani su i utjecaji drugih parametara na vibracije nezavisno od zračnosti ležajeva. Problem istraživanja sveo se na pronalaženje pogodne dijagnostičke metode na osnovi koje će se moći pouzdano određivati veličina zračnosti temeljnih ležajeva KV motora.

Sva ispitivanja izvedena su na krupto temeljnom motoru tipa 6ASL-25D. Ukoliko bi se mjerenja vibracija vršila na elastično temeljenim motorima iz iste familije s jednakim ili većim brojem cilindara, za očekivati je da će se dobiti drugačiji rezultati mjerenja. U stvarnim uvjetima rada motora nastaju razlike i u tlakovima izgaranja u cilindrima motora, a mogući su slučajevi da je u nekom cilindru nepravilno izgaranje (ili čak da ne radi), zbog čega bi se pojavile još veće razlike u nivou vibracija.

Definiranje režima rada i program ispitivanja motora

Motor u cjelini predstavlja dinamički sistem s mnogo povezanih procesa.

Osobine pojedinih procesa su složene, jer su rezultat velikog broja utjecajnih parametara. Dinamički sistem se može opisati ulaznim i izlaznim parametrima motora. Ulazne parametre čine uzbudne sile koje su rezultat zajedničkog djelovanja sila izgaranja u cilindrima motora i sila inercije gibajućih masa motornog mehanizma. Izlazni parametri zavise od elasto-mehaničkih svojstava sistema koji se mijenjaju zavisno od režima rada i zračnosti ležajeva KV motora. Radi toga je potrebno odabrati takve režime rada na kojima su dominantni utjecaji zračnosti ležajeva na vibracijske parametre motora. U procesu proizvodnje motora izvršena su mjerenja na svim dijelovima motora, pri čemu se utvrdilo da su ostvareni određeni zahtjevi tehničke dokumentacije kojima se osiguravaju normalne funkcije motora. Rezultati tih mjerenja služe kao polazna osnova za ocjenu utjecaja dimenzionalnih veličina, prvenstveno zračnosti ležajeva na vibracijske parametre motora.

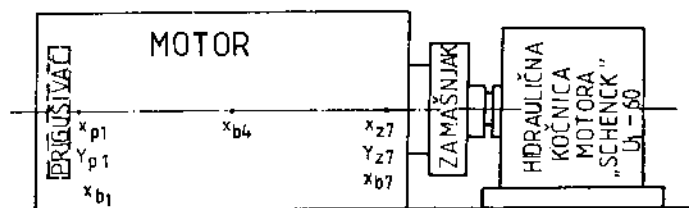
Na slici 1 prikazana su mjerna mjesta (Mm) na motoru na kojima su mjereni vibracijski parametri.

Vibracije kućišta ležaja i motora mjerene su pomoću piezo-senzora tipa 4321, 4371 i 4390. Mjerene su vibracijske brzine na kućištu prvog i sedmog

ležaja u horizontalnom i vertikalnom smjeru (x_{p1} , y_{p1} i x_{z7} , y_{z7}) — mjerna mjesta 1, 2, 6 i 7, te na vanjskom dijelu kućišta motora u nivou temeljnih ležajeva, u horizontalnom smjeru i to na mjestu prvog, četvrtog i sedmog ležaja

— održavanje stalne temperature ulja za podmazivanje i vode za hlađenje motora;

— kontinuirano mjerenje temperature na svim temeljnim ležajevima KV motora.



Sl. 1 Raspored mjernih mjesta na motoru:

- x_{p1} — vibracije na 1. temeljnom ležaju, horizontalni smjer — Mm 1;
- y_{p1} — vibracije na 1. temeljnom ležaju, vertikalni smjer — Mm 2;
- x_{b1} — vibracije na bočnom vijku 1. temeljnog ležaja, horizontalni smjer — Mm 8;
- x_{b4} — vibracije na bočnom vijku 4. temeljnog ležaja, horizontalni smjer — Mm 4;
- x_{b7} — vibracije na bočnom vijku 7. temeljnog ležaja — Mm 5;
- x_{z7} — vibracije na 7. temeljnom ležaju, horizontalni smjer — Mm 6;
- y_{z7} — vibracije na 7. temeljnom ležaju, vertikalni smjer — Mm 7.

(x_{b1} , x_{b4} i x_{b7}) — mjerna mjesta 3, 4 i 5. Vibracije su mjerene u zavisnosti od brzine vrtnje n , opterećenja i zračnosti temeljnih ležajeva KV motora. Pored toga, ispitivanjima su obuhvaćeni i opći zahtjevi koji se odnose na:

— obavezno baždarenje hidraulične kočnice i ispitivanje motora na ispitnom mjestu, uz stalnu kontrolu utjecaja okoline i vibracija koje stvaraju drugi motori za vrijeme ispitivanja u ispitnoj stanici;

— podešavanje sistema za napajanje gorivom, tako da dobava po svim cilindrima motora bude što ravnomjernija;

— mjerenje tlaka kompresije u svim cilindrima motora;

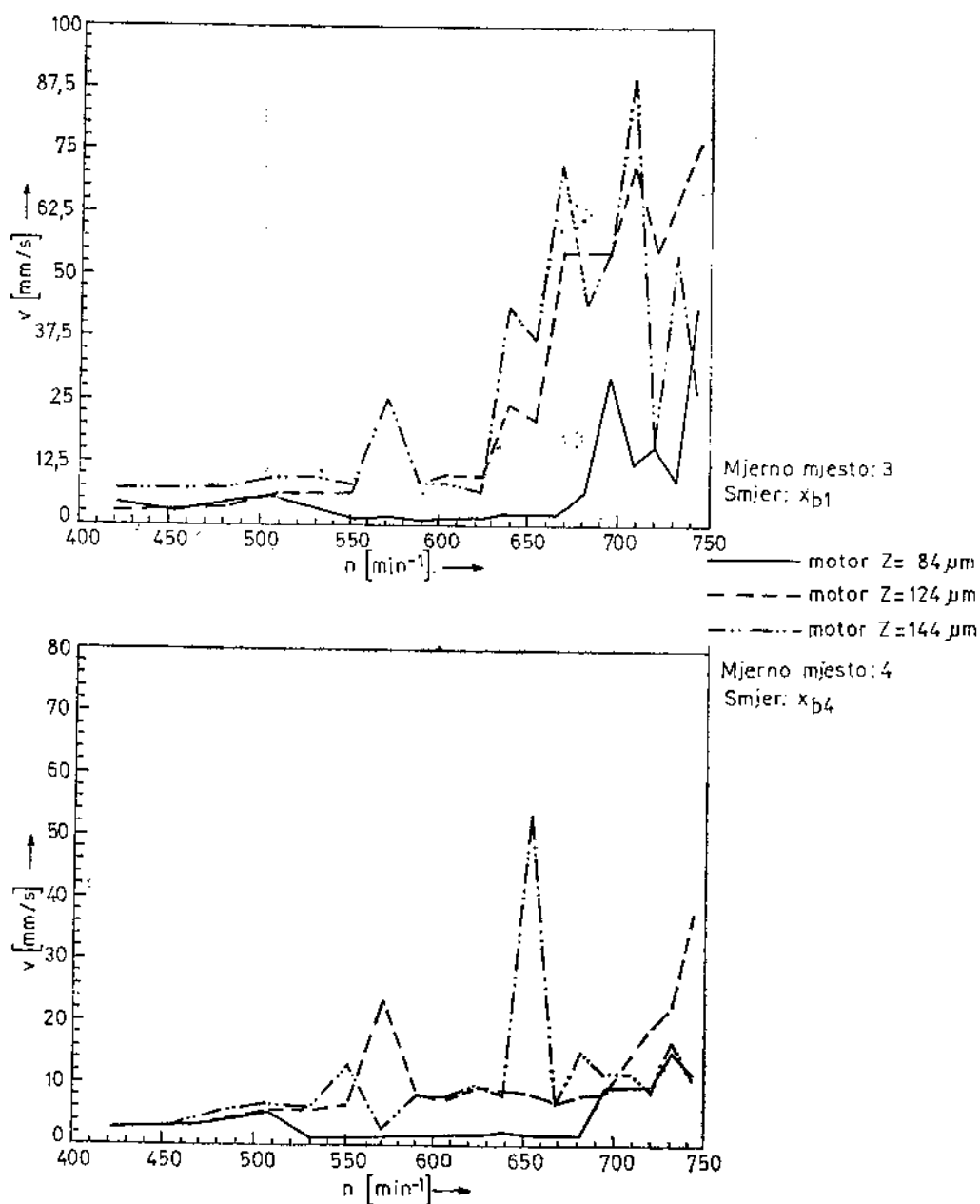
— mjerenje tlaka na kraju procesa izgaranja u svim cilindrima motora, a, po potrebi, i podešavanje sistema za napajanje gorivom radi postizanja minimalne razlike u tlakovima između pojedinih cilindara;

Rezultati mjerenja i analiza

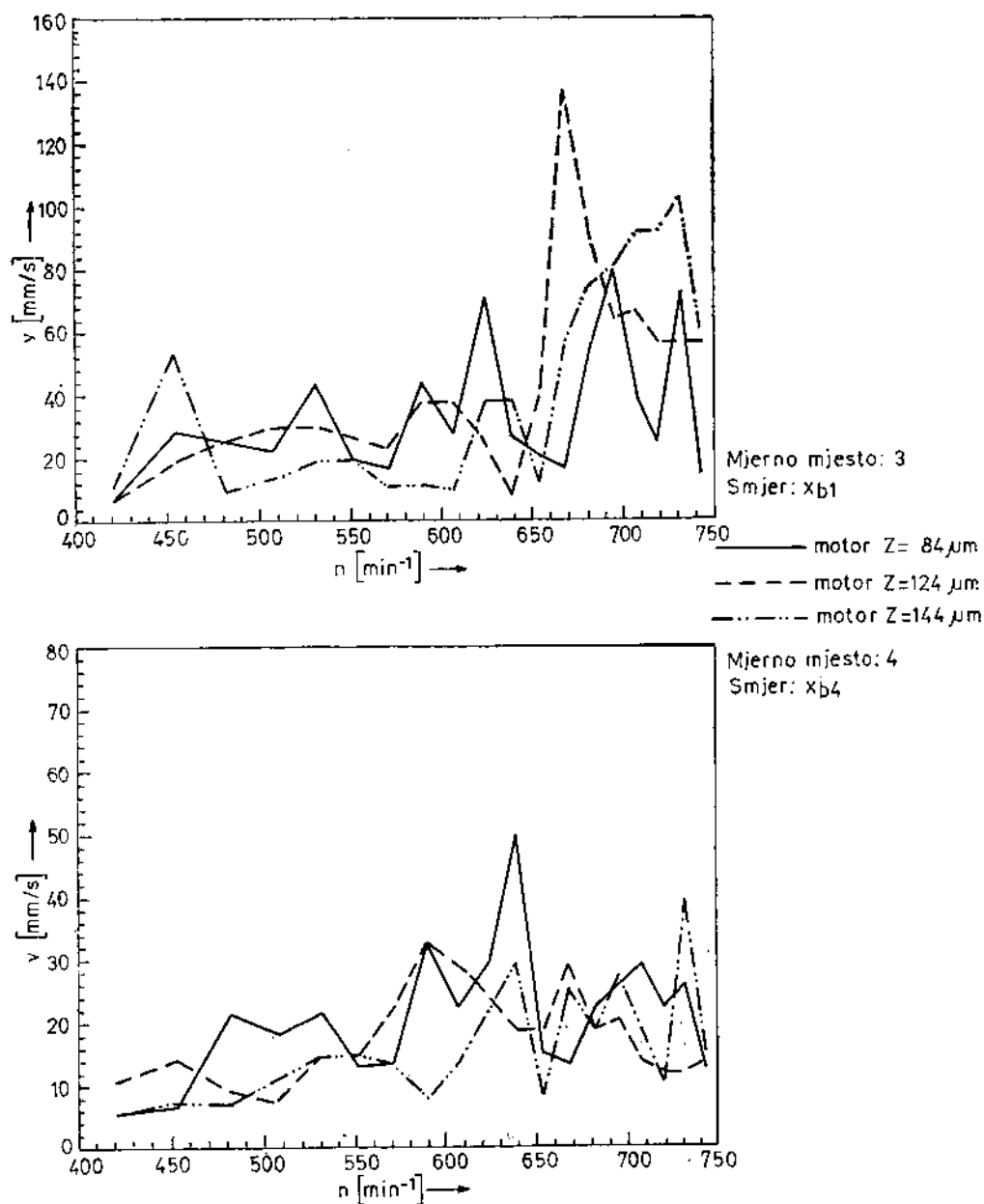
Rezultati mjerenja obrađeni su pomoću analizatora signala i računala. Uz efektivne vrijednosti vibracijske brzine, vršena je i spektralna analiza signala do 9. reda.

Na slici 2 prikazane su efektivne vrijednosti vibracijske brzine, v za neopterećen, a na slici 3 za opterećen motor po propelerskom zakonu na mjernom mjestu 3 i 4. Iz dijagrama se ne može dobiti jaka korelacija vibracija i veličine zračnosti za razne brzine vrtnje i opterećenja motora.

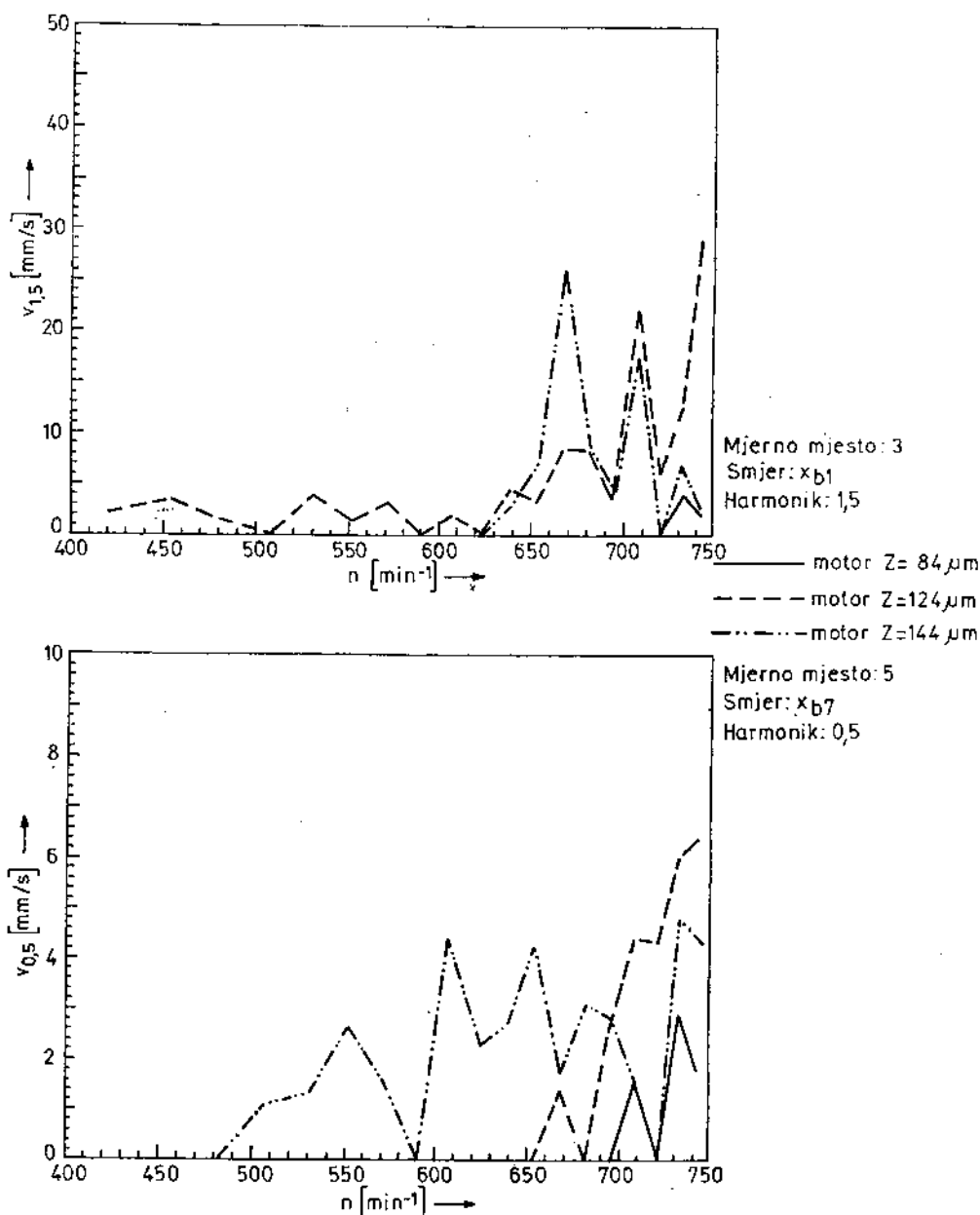
Na slici 4 prikazane su efektivne vrijednosti vibracijske brzine, v_k , harmonika reda 0,5 i 1,5 za neopterećen, a na slici 5 za opterećen motor na mjernom mjestu 3 i 5. Analize su rađene i za druge harmonike. Pokazalo se da su za zračnosti ležajeva najviše vezane frekvencijske komponente reda 0,5 i 1, a u manjoj mjeri komponente reda 1,5, 2, 2,5 i 3,5.



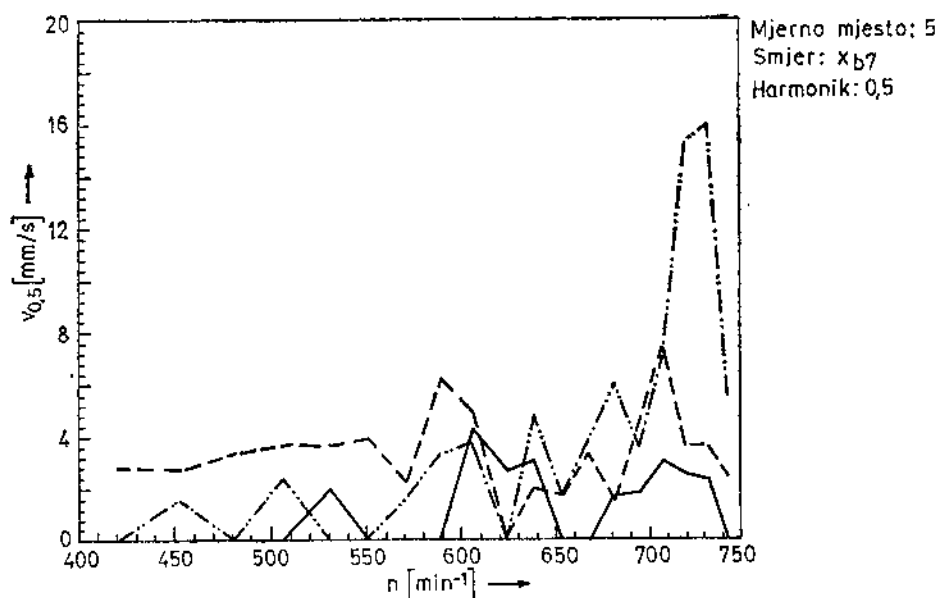
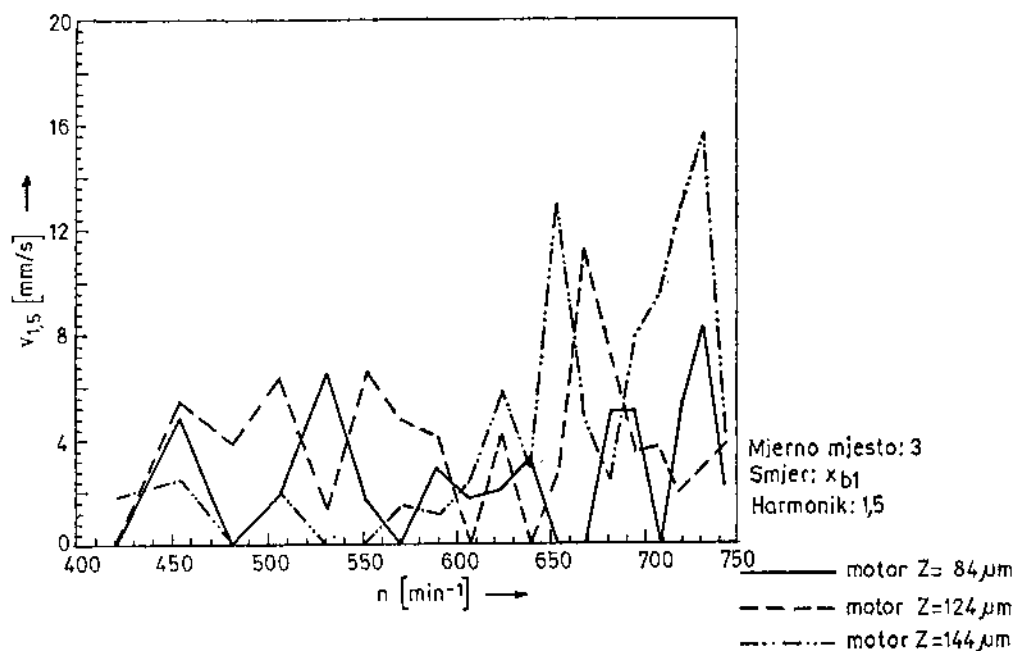
Sl. 2 Efektivne vrijednosti vibracijske brzine za različite zračnosti ležajeva i brzine vrtnje, bez opterećenja motora



Sl. 3 Efektivne vrijednosti vibracijske brzine za različite zračnosti ležajeva i brzine vrtnje — opterećen motor



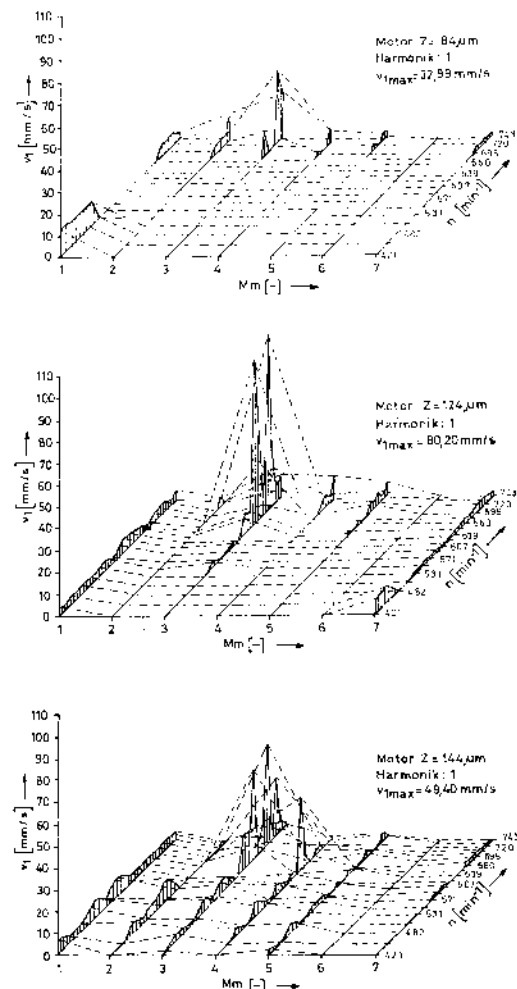
Sl. 4 Efektivne vrijednosti vibracijske brzine, v_k , harmonika reda $k = 0,5$ i $1,5$ za različite zračnosti ležajeva i brzine vrtnje, bez opterećenja motora



Sl. 5 Efektivne vrijednosti vibracijske brzine, v_k , harmonika reda $k = 0,5$ i $1,5$ za različite zračnosti ležjeva i brzine vrtnje — opterećen motor

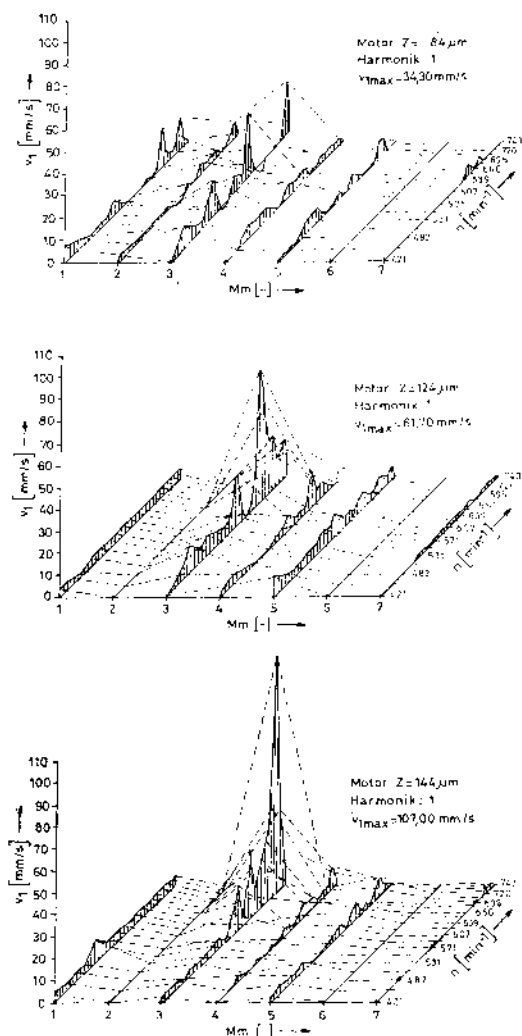
Na slici 6 i 7 prikazan je 1. harmonik vibracija za sedam mjernih mjesta na motoru Mm(—) u zavisnosti od brzine vrtnje, opterećenja motora i zračnosti ležajeva. Vidi se da postoje velike razlike za razne tačke mjerenja. Najveće vibracije izmjerene su u nivou prvog temeljnog ležaja u horizontalnom

horizontalnoj i vertikalnoj ravnini motora. Intenzitet uzбудnih sila veći je u horizontalnoj ravnini motora, što je dokazano na osnovu provedenih proračuna [1].



Sl. 6 Efektivne vrijednosti vibracijske brzine, v_k , harmonika reda $k = 1$, za različite zračnosti ležajeva i brzine vrtnje, bez opterećenja motora

smjeru (mjerno mjesto 3), koje su rezultat djelovanja izrazito promjenljivih uzbudnih sila od ležaja do ležaja u ho-



Sl. 7 Efektivne vrijednosti vibracijske brzine, v_k , harmonika reda $k = 1$, za različite zračnosti ležajeva i brzine vrtnje — opterećen motor

Rezultati mjerenja vibracija statistički su obrađeni. Ispitana je korelirana [2] efektivne vrijednosti vibracijske brzine kućišta motora na mjernom mjestu 3 i zračnosti ležajeva kod raz-

ličitih brzina vrtnje i opterećenja motora. Dobivena je slijedeća zavisnost (sl. 8):

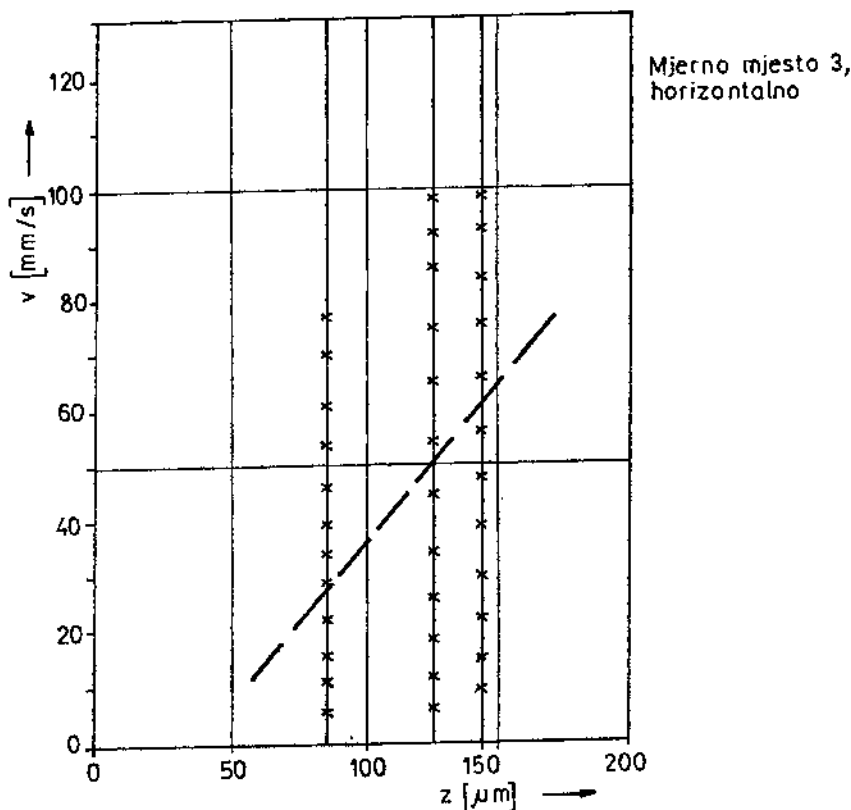
$$z = 1,82 v + 35,56 \quad (1)$$

gdje je:

z — zračnost ležajeva [μm];

v — efektivna vibracijska brzina [mm/s].

tora ne mogu biti pouzdano dijagnostičko sredstvo za određivanje zračnosti u temeljnim ležajevima KV motora. Slični rezultati dobiveni su i za vibracije koje su izmjerene na drugim mjestima, kao i za pojedine frekvencijske komponente tih vibracija. Razlog za to su jaki utjecaji drugih parametara na vibracije kućišta motora. To su, osim zračnosti



Sl. 8 Vibracije kućišta motora u zavisnosti od zračnosti ležajeva za razna opterećenja i brzine vrtnje

Koeficijent korelacije iznosi 0,36. Rasipanje iznosa z , izvedenih preko (1) iz v , ocijenjeno standardnom devijacijom, iznosi $\pm 50 \mu\text{m}$. Iz toga proizlazi da su moguća odstupanja ocjene zračnosti na osnovi mjerenja vibracijske brzine veća od dozvoljenih odstupanja zračnosti ležaja. Dakle, vibracije kućišta mo-

temeljnih ležajeva i zračnosti ležajeva klipnjače, zračnosti klipova i cilindarskih košuljica, konstrukcijska i tehnološka neizbalansiraność dijelova motornog mehanizma [3, 4], veličine tlakova sila izgaranja, rezonantne pojave na kućištu, temelju i motornom mehanizmu, i drugo.

Zaključak

Ispitivanja vibracija kućišta dizel-motora, u zavisnosti od brzine vrtnje, opterećenja i zračnosti ležajeva, bila su ograničena na jedan tip motora uz idealizaciju uvjeta rada. Analizom rezultata mjerenja nije utvrđena jaka korelacija vibracija i veličine zračnosti ležajeva koljenastog vratila motora. Zbog toga ne bi bilo opravdano nastaviti daljnja ispitivanja motora s različitim brojem cilindara, različitog temeljenja, različite namjene, uzimajući u obzir i uvjete eksploatacije, jer bi to najvjerojatnije rezultiralo u još slabijoj vezi vibracija i zračnosti ležajeva.

Spektralnom analizom signala dobivenih mjerenjem vibracijskih parametara na unutrašnjim i vanjskim po-

vršinama samo su se djelomično uspjele izdvojiti frekvencijske komponente koje su vezane za zračnosti ležajeva, što nije dovoljno za definiranje dijagnostičke metode.

Vibracije kućišta motora ne mogu biti pouzdano dijagnostičko sredstvo za određivanje stanja zračnosti temeljnih ležajeva koljenastog vratila motora, s obzirom na to da je utjecaj zračnosti samo jedan od parametara koji utječe na vibracije motora i nije dovoljno signifikantan, pa se ne može jednoznačno povezati nivo vibracija i zračnost ležajeva.

Pri izboru režima rada motora u svrhu dijagnostike stanja ležajeva utvrdilo se da je pogodniji režim praznog hoda motora.

Literatura:

- [1] Žegarac, N.: Dijagnostika kliznih ležajeva u dizel-motoru. Doktorska disertacija, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb, 1989.
- [2] Pavlić, I.: Statistička teorija i primjena, Panorama, Zagreb, 1968.

- [3] Genkin, M. D., Sokolova, A. G.: Vibroakustičeska dijagnostika mašina i mehanizmov, Mašinstroenie, Moskva, 1987.
- [4] Butković, M.: Analiza dozvoljene tehnološke neuravnoteženosti dizel-motora, Skup IFTO-MM-a »Vibracije rotacionih strojeva i sistema«, Karlovac, 1993, str. 387-403.

Uvod

Oblikovanje uvjeta rada podrazumijeva oblikovanje mikro i makrouvjeta rada izvršilaca u skladu s njihovim antropometrijskim, psihofiziološkim i drugim karakteristikama i limitima.

Sa stanovišta pješačkog saobraćaja javlja se potreba za adekvatnim oblikovanjem ulaza, izlaza i prolaza, zatim rampi, stepenica i ljestvi, te podova.

Ergonomski zahtjevi za oblikovanjem uvjeta rada, sa stanovišta pješačkog saobraćaja, vezani su za slijedeće ciljeve:

- optimiziranje napora pri hoda-
- nju;
- maksimalna sigurnost;
- optimiziranje djelova raznih ut-
- jecajnih faktora na organizam čovjeka;
- optimiziranje estetskih utisaka;
- optimiziranje produktivnosti ra-
- da;
- optimiziranje ugodnog osjećaja,
- i psihofiziološkog razvoja.

Imajući u vidu problematiku pješačkih tokova sa vojnog aspekta, kao i probleme kretanja pješaka sa i bez tereta na horizontalnoj površini, kao i pri savlađivanju visinskih razlika, u ovom radu daju se određene zakonitosti pri oblikovanju takvih uvjeta.

Ulazi — izlazi i prolazi

Ulazi — izlazi i prolazi, sa promatranog stanovišta, služe u garažama, radionicama, skladištima, stambenim objektima, kabinetima, učionicama, i sl., za slobodu kretanja, transporta i komunikacija između pojedinih mikroradnih mjesta i drugo.

Zadovoljenje tih zahtjeva, posebno sa vojnog aspekta, iziskuje da ulazi, izlazi i prolazi omogućuju brzu evakuaciju, bez ukrštanja tokova ljudi, materijala ili transportnih sredstava. Ispunjavanje tih zahtjeva obezbjeđuje se odgovarajućim dimenzijama, materijalima, sredstvima, reguliranjem saobraćaja, itd.

Vrijeme evakuacije ljudi pješačkim saobraćajem zavisi od:

- srednje gustine ljudi razmještenih u prostori, koja utječe na brzinu početka evakuacije,
- najvećeg udaljenja ljudi od izlaza,
- propusne moći puteva i izlaza u uvjetima prinudne evakuacije.

Vrijeme evakuacije (t) može se odrediti izrazom:

$$t = \frac{l}{V} [\text{min}] \quad (1)$$

gdje je:

- l — dužina puta najudaljenijih radnih mjesta do izlaznih vrata, u [m],
- V — brzina kretanja ljudi, u [m/min].

Brzina kretanja pješaka, u uvjetima prinudne evakuacije, može se uzeti u granicama oko 40 m/min, ako se kretanje odvija u slobodnom prostoru na horizontalnoj površini, do 25 m/min ako je kretanje kroz prolaze na horizontalnoj površini i do 15 m/min ako se odvija po stepenicama. Pri brzini, na primjer, od $V=25$ m/min i $l=75$ m, srednje vrijeme evakuacije iznosi 3 minute.

Pri evakuaciji dolazi do stvaranja kolona ljudi, odnosno kretanja u jednoj liniji cijelom širinom prolaza. Broj kolona (n) se dobije ako se širina puta (S) podijeli sa minimalnom širinom (C), tj.:

$$n = \frac{S}{C} \quad (2)$$

gdje se za C obično uzima 0,6 m ($C=0,6$ m).

Pošto broj kolona zavisi i od broja ljudi koji se evakuiraju, imamo izraz:

$$n = \frac{N}{p \cdot t} \quad (3)$$

gdje je:

N — broj evakuiranih ljudi;

p — srednja propustljivost jedne kolone, [ljudi/min];

t — vrijeme evakuacije (obično se uzima 3 min).

Može se uzeti da je srednja propustljivost jedne kolone:

— 25 ljudi/min u prizemnim i jednokatnim građevinama;

— 20 ljudi/min u dvospratnim, i

— 15 ljudi/min u građevinama sa više od dva kata.

Izjednačujući izraze (2 i 3), dobijemo izraz za ukupnu širinu prolaza:

$$S = \frac{N \cdot C}{p \cdot t} \text{ [m]} \quad (4)$$

Za $C=0,6$ m i $t=3$ min, dobijamo:

$$S = \frac{0,2 N}{p} \text{ [m]} \quad (5)$$

Ukupna širina prolaza je veličina koja karakterizira potrebnu širinu prolaza za evakuaciju svih ljudi. Ova se širina može podijeliti na nekoliko prolaza, istih ili različitih širina, ali njihova suma mora biti jednaka ukupnoj širini:

$$S = \sum_{i=1}^n S_i, \text{ [m]} \quad (6)$$

Cijeli sistem ulaza, izlaza i prolaza u radnim prostorijama mora da se održi u cjelosti, ne samo u pogledu zadovoljenja zahtjeva brze evakuacije, već i mikroklima, osvjetljenja i buke. To nije »briga« samo projektanta, već i onih koji rukovode radom, naročito kada se pod njihovim utjecajem mijenjaju prvobitne pretpostavke projekatata.

Praksa pokazuje da se u ovoj domeni najčešće prave slijedeće izmjene:

— stalno otvaranje ulaza — izlaza koji su trebali biti otvoreni samo u slučaju potrebe;

— postavljanje strojeva i drugih tehničkih uređaja u prostoriji koja nije predviđena za to, pa se prouzrokuje velika buka, povećanje temperature, zagađenost zraka, otežavanje prolaza, itd.;

— stalno zatvoreni ulazi — izlazi, koji trebaju biti prolazni;

— postavljanje dijelova zidova ili pregrada, koje otežavaju prolaze ili nepovoljno mijenjaju odnos zračnih struja zamaćuju radna mjesta, itd.

Rampe, stepenice i ljestve

Ergonomski zahtjevi u pogledu konstrukcije, kao i korištenja rampi, stepenica i ljestvi, svode se na:

— brzinu evakuacije, što je u direktnoj vezi sa ulazima, izlazima i prolazima;

— optimalni napor pri silaženju i penjanju, naročito pri nošenju, vučenju ili guranju tereta;

— maksimalnu bezbjednost pri »normalnom« korištenju, naročito pri silaženju;

— optimalnu produktivnost rada vezanu za korištenje prostora.

Kutovi nagiba rampi, stepenica i tipovi podloga za penjanje i silaženje, s obzirom na optimalnu potrošnju energije i sigurnost kretanja, prikazani su na slici 1 i tabeli 1.

Preporučljive dimenzije za stepenice date su na slici 2 i tabeli 2.

Kut nagiba proizlazi iz izraza:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{s}{a}, \quad (7)$$

dok je optimalni odnos:

$$\frac{s}{a} = \frac{17}{19}$$

Tabela 1

Tipovi podloga za kretanje zavisno od kuta nagiba i vrste rada

Tip podloge	Kut nagiba	Vrsta radne operacije — kretanja
Rampa (ravna podloga)	0° — 20° (opt. 0° — 10°)	Vrlo brzo kretanje, prenošenje velikih tereta
Stepenice	20° — 50° (opt. 30° — 35°)	Brzo kretanje, prenošenje umjerenih tereta
Dvostruke ljestvice sa i bez rukohvata	50° — 75° (opt. 50° — 60°)	Pažljivo kretanje, prenošenje malih tereta
Jednostruke ljestvice, sa mogućnošću fiksiranja	75° — 80° (opt. 75° — 85°)	Vrlo pažljivo kretanje, prenošenje samo neophodnih predmeta

Tabela 2

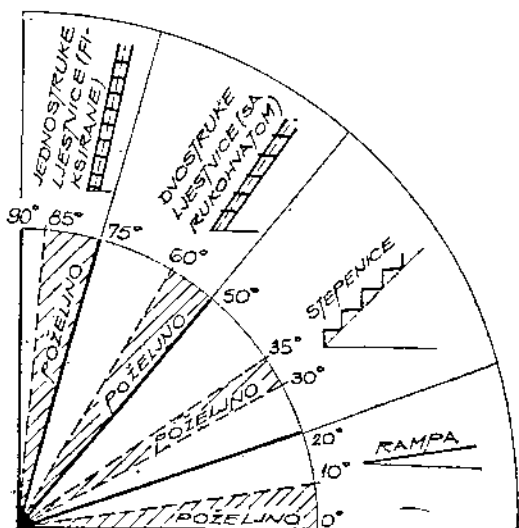
Dimenzije normalnih i visokih stepenica

Oznaka	Normalne stepenice [cm]	Visoke stepenice [cm]
Visina rukohvata (h)	90	90 — 85
Slobodan prostor — vertikalno (y)	215 — 230	240
Slobodan prostor — normalno za pravac stepenica (z)	200 — 180	180 — 155
Širina stepeništa	sporedne 90 glavne 120 — 150	60 — 120 —
Visina stepenika (s)	min=15, max=20	min=20, max=24
Širina stepenika (a)	min=26, max=32	min=20

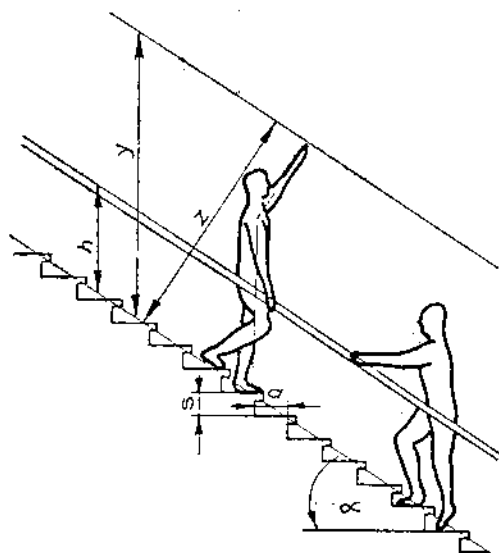
S obzirom na to da se podaci o širini i visini stepenika, dati u tabeli 2, mogu smatrati ekstremnim, daju se i

Prenošenje tereta stepenicama smatra se, po pravilu, vrlo teškim radom.

Slični problemi postoje i pri korištenju ljestvi. Međutim, one se smatraju alatom, pa ih kao takve treba i razmatrati.



Sl. 1 Kutevi nagiba rampi, stepenica i ljestvi



Sl. 2 — Normalne stepenice

kriteriji iz postojeće ergonomske literature, kao što je:

- arhitektonska formula, $a + 2s = 63$ cm;
- formula »minimalnog napora« pri penjanju- $a - s = 12$ cm,
- formula »optimalne sigurnosti« pri silaženju, $a + s = 46$ cm.

Za konstrukciju ljestvi dajemo neke osnovne podatke, koji su dati na slikama 3 i 4, te u tabeli 3.

Tabela 3

Parametri za konstrukciju ljestvi

Parametri	Oznaka	Ljestvične stepenice	Stalne ljestve
Visina rukohvata [cm]	h	85—95	—
Slobodno rastojanje [cm]	z	min 105	min 75
Nagib ljestvi [°]	α	50—70	75—90
Širina prečki [cm]	a	50—60	min 15
Razmak udruženih greda [cm]	—	40—60	40—60
Razmak prečki [cm]	s, t	$s = 37 \text{ — } 0,75$	$t = \frac{63}{2 \sin \alpha + \cos \alpha}$
Rastojanje za stopala [cm]	c	—	$c = z + 15$

Izbor i konstruiranje ljestvi zavisi od situacije u kojima će biti korištene, prije svega od visine pronalaženja, ugodnost, optimalnog napora pri prolasku bez tereta i sa prenošenjem tereta, od sigurnosti pri radu, i dr. U načelu, lje-

stve moraju uvijek biti više od razine izlaza, bar 1 m, jer se u protivnom znatno smanjuje sigurnost održavanja na njima. Pri korištenju ne treba izlaziti više od treće prečke od gornjeg kraja.

Podovi

Sa ergonomskog stanovišta, podovi po kojima se hoda pri radu treba da budu:

- higijenski, tako da ne dovode do vlaženja i hlađenja nogu;

- sigurni, tako da ne dovode do klizanja, padanja i povređivanja;

- slabo akustični, tako da prigušuju buku;

- udobni, kako bi se ulagao minimalni napor pri hodanju i da omoguće slobodu kretanja,

- estetski, tako što se izrada i boja uklapaju u cjelinu prostora.

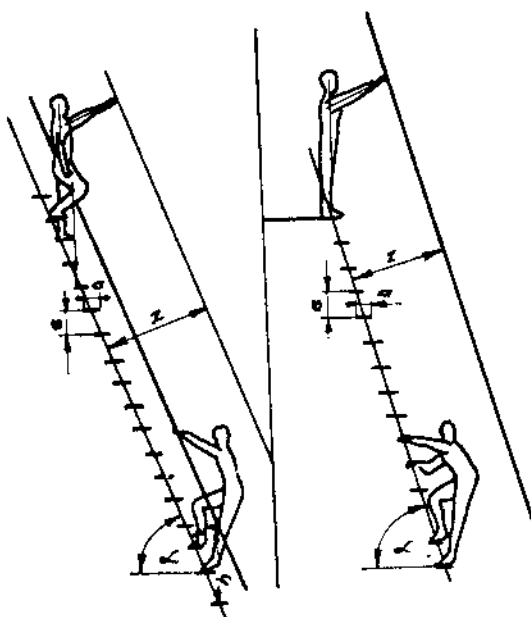
Udovoljavanje svim ergonomskim zahtjevima nije lako, zbog često oprečnih efekata. Na primjer, sloboda kretanja znači vrlo malo trenja o pod, a zaštita od klizanja traži veće trenje. U slučajevima takvih suprotnosti, prednost treba dati sigurnosti rada. Prema raznim izvorima [1], uslijed klizanja na podovima dolazi do čak 2% smrtnih slučajeva.

Problem sigurnosti kretanja čovjeka po podu mora se razmatrati, počev od analize biomehanike hodanja, a naročito mogućnosti okliznuća.

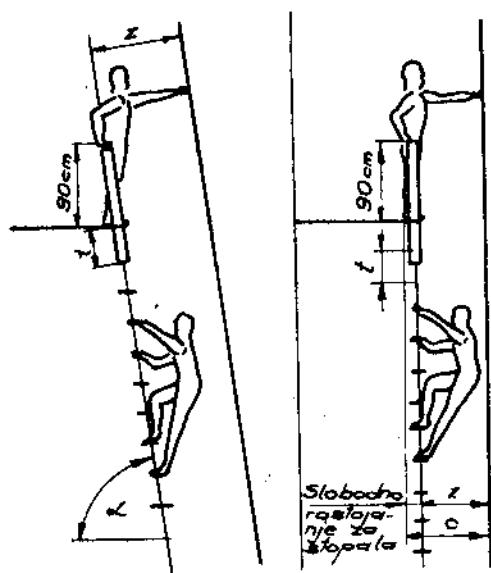
Težište čovjeka u stojećem stavu nalazi se nešto iznad njegovog geometrijskog središta, na 57% visine, računajući od poda.

Osnova čovjeka koji stoji, odnosno površina stopala, mala je u odnosu na visinu, pa se čovjek često nalazi u labilnoj ravnoteži, pa je i mogućnost preturanja znatna.

Tendenciji preturanja čovjeka stalno se suprotstavlja određeni statički napor, koji je utoliko veći što je nesi-



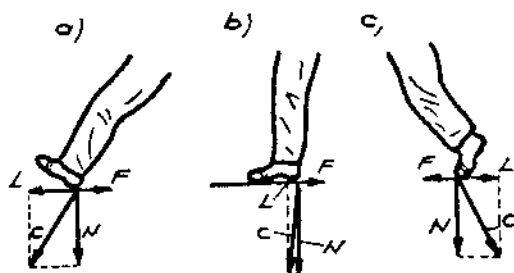
Sl. 3 Neki parametri ljestvičnih stepenica



Sl. 4 Neki parametri stalnih ljestvi

gurnija osnova i veća mogućnost okliznuća. Okliznuće je, pak, zavisno od koeficijenta trenja obuće o pod.

Za vrijeme hoda (sl. 5) u početnoj fazi koraka, zvanoj otvaranje, čovjek istupa nogom naprijed, pri čemu u jednom trenutku težina počiva na isturenom stopalu — na peti.



Sl. 5 Raspored sila za vrijeme hodanja

a — faza otvaranja; b — faza oslanjanja; c — završna faza koraka; C — sila koraka, prouzrokovana težinom čovjeka; N — vertikalna komponenta sile C ili pritisak na podlogu; L — horizontalna komponenta sile C, koja izaziva klizanje; F — sila trenja.

U sljedećoj fazi otvaranja, druga noga se odvaja od podloge i pokretu, sličnom klatnu, bez opterećenja, istura se naprijed, a prva se oslanja na cijelo stopalo.

U završnoj fazi prva noga se podiže na prste, pripremajući se za odvajanje od poda, a druga ulazi u fazu otvaranja. Najvažnija faza, zbog eventualnog okliznuća, jeste otvaranje koraka.

Kako proizilazi iz rasporeda sila (sl. 5), sila L se povećava pri dužim kora-

cima, jer je tada kut nogu u odnosu na podlogu veoma oštar. To dovodi do povećanja mogućnosti okliznuća, o čemu se može uvjeriti u svakodnevnom radu. Na primjer, na zamašćenju podlozi činio vrlo male korake radi smanjenja sile L.

U skladu s tim, može se konstatirati:

— ako je $L > F$ ili $L/F > 1$ dolazi do klizanja,

— ako je $L < F$ ili $L/F < 1$ klizanja nema.

Istraživanja sprovedena u Italiji [2] pokazala su da u većini slučajeva klizanje ne nastupa ako je odnos sila L i N manji od 0,2. Ovaj odnos se zove koeficijent klizanja (f'), za razliku od koeficijenta trenja ($f = F/N$). Koeficijent klizanja karakterizira mogućnost pada, a koeficijent trenja mogućnost održavanja ravnoteže.

Odnos ovih koeficijenata dovodi do već poznatog odnosa između sila L i F, naime:

$$\frac{f'}{f} = \frac{L}{N}; \frac{F}{N} = \frac{L}{F} \quad (8)$$

Dakle, ako je koeficijent trenja veći od koeficijenta klizanja, neće nastupiti klizanje.

Prema tim istraživanjima sprovedenim u Italiji i SSSR-u [2] proizilazi, na primjer, da treba odmah eliminirati, kao neodgovarajuće, kombinacije date u tabeli 4, jer je koeficijent trenja $f < 0,2$.

Tabela 4

Neodgovarajuće kombinacije poda, uvjeta i korišćenja i obuće

Uvjeti	Kombinacija 1.	Kombinacija 2	Kombinacija 3.
pod	drvena kocka	linoleum	keramičke pločice
uvjeti korišćenja	prljavo i mokro	čisto i mokro	čisto i mokro
vrste obuće — đona	kožni	kožni i gumeni	gumeni

Neprilagođenost podova korištenju, a naročito korištenje transportnih kolica bez točkova sa gumom, nemaran pretovar (bacanje sa visine), nedostatak pravilnog održavanja poda, razlog je za nastajanje rupa, pukotina i klizavih mjesta, koja redovno dovode do pada nja ljudi, tereta, kočenja transporta i drugih šteta.

Zaključak

Sagledavajući probleme oblikovanja nekih uvjeta rada sa stanovišta kretanja pješaka, vezanih za ulaze, izlaze i prolaze, rampe, stepenice i ljestve, te podove, dolazi se do zaključka da sigurnost i produktivnost rada bitno zavisi od razine uvažavanja zakonitosti njihovog oblikovanja.

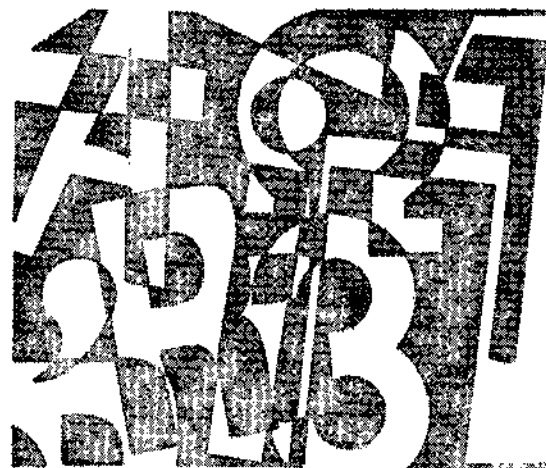
To se posebno odnosi na vojne objekte u uvjetima izvanrednih okolnosti, kao i savlađivanje horizontalnih površina i visinskih razlika sa i bez tereta, kretanjem pješaka.

U skladu s tim, od odgovornih starješina u sistemu rukovođenja i komandovanja očekuje se da u fazi izgradnje teretnih objekata pješačkog saobraćaja utječu na poštivanje postavljenih zahtjeva, a u fazi korištenja da upoznaju i obuču izvršioce, posebno u onim slučajevima gdje postojeće stanje nije u skladu sa zahtjevima.

Literatura:

[1] Kolenc J.: Organizacija rada u saobraćaju i transportu, VVTS KoV, Zagreb, 1989. god.

[2] Filipkowski S.: Industrijska ergonomija, Institut jugoslovenske i nastavne dokumentacije zaštite na radu, Beogradu, 1974. god.



prikazi iz inostranih časopisa

Osnovna oprema oklopnih vozila za opravke i evakuaciju zapadnih zemalja*)

Snage KoV zapadnih zemalja u svojim remontnim jedinicama imaju oklopna vozila za opravke i evakuaciju neispravnih borbenih vozila iz rejona borbenih dejstava. Pored ovih zadataka pomenuta vozila se koriste za ukazivanje pomoći posadama tenkova u obavljanju komplikovanih operacija tehničkog održavanja.

Oklopna vozila za opravke i evakuaciju obično imaju osnovni i pomoćni čekrk, dizalicu, ašov-buldožer i razne tipove spojki i uređaja za vuču, obično sa hidrauličnim pogonom radnih organa. Pored toga, ova vozila imaju kompletne specijalnih pristroja i ključeva za demontažno-montažne radove, opremu za električno i gasno zavarivanje, sredstva za tehničko održavanje borbenih vozila, kao i platformu za nošenje tereta. Neki tipovi ovih vozila imaju i pomoćni pogonski agregat.

Za izvlačenje neispravnih ili potonulih tenkova koristi se osnovni čekrk. Savremena oklopna vozila za opravke i

evakuaciju imaju različite tipove osnovnog čekrka (vidi tabelu). Tako francusko vozila za opravke i evakuaciju AMX-30D ima osnovni čekrk koji je ugrađen u sredinu tela vozila, a čelično uže se razvlači kroz prednji deo tela vozila. Postoji blokirajući uređaj koji automatski isključuje čekrk kada se prekorači dozvoljeno opterećenje. Vozila za opravke i evakuaciju u sastavu KoV SR Nemačke imaju čekrke sa hidrauličnim pogonom pomoću dva hidraulična motora, tako da je omogućeno nivelisanje dejstva neravnomernih opterećenja i podešavanje brzine odmotavanja čeličnog užeta za vuču. Tako je kod oklopnog vozila za opravke i evakuaciju BPz-2A2 koje ima brzinu odmotavanja čeličnog užeta od 74 m/min, što odgovara brzini kretanja tenka LEOPARD 1 na nižim stepenima prenosa. Na vozilu BPz-2 obavljena su ispitivanja čekrka sa vertikalnim vrtilom, dok britansko oklopno vozilo za opravke i evakuaciju FV-4204 ima čekrk sa duplom vertikalnom osovinom. Pogon je elektrohidraulični, a snaga se uzima od motora vozila.

*) Prema podacima iz časopisa »Техника и Вооружение«, 11/1989.

Pomoćni čekrk, koji se nalazi na svim savremenim vozilima za opravke i evakuaciju, služi za razvlačenje i donošenje vučnog užeta osnovnog čerkra do mesta njegovog pričvršćivanja i za druge radove koji zahtevaju manju vučnu silu. Pomoćni čekrk znatno doprinosi skraćivanju vremena evakuisanja neispravnog borbenog vozila. Brzina namotavanja čeličnog užeta pomoćnog čerkra obično odgovara brzini odmota- vanja čeličnog užeta osnovnog čerkra, a samo čelično uže pomoćnog čerkra je dva puta duže od osnovnog.

Svako oklopno vozilo za opravke i evakuaciju ima komplet takelažne opreme (za utovarno-istovarne radove) za sklapanje različitih koturača pomoću kojih se mogu povećati sile za izvlačenje neispravnih ili zaglavljenih borbenih vozila. Mnoga oklopna vozila za opravke i evakuaciju imaju nož buldožera za izvođenje zemljanih radova i za oslonac pri korišćenju čerkra ili dizalice. Kada se oklopno vozilo za opravke i evakuaciju koristi na smrznutom zemljištu, radi njegovog sigurnijeg rada treba skinuti sloj smrznute zemlje, dok se na mekanom zemljištu (pesak, suviše vlažna zemlja) pored ašova koristi i dodatno lengerisanje pomoću postojeće opreme vozila.

Dizalice (kranovi) za podizanje teškog tereta obično imaju hidraulični pogon, a ugrađuju se na prednjem delu tela vozila, sa leve ili desne strane. Neka vozila, kao što su američko M88A1 ili švajcarsko »Entp. Pz65«, imaju nerotirajuće konzolne kranove u obliku slova A, pričvršćene na prednjem delu vozila zglobovito, dok su u marševskom položaju smešteni na krovu kupole.

Prenošenje tereta može se obavljati podizanjem, zaokretom konzole kрана i promenom dužine konzole. Kran vozila za opravke i evakuaciju M88A1 (SAD) može da prenosi teret duž uzdužne ose vozila za 1,2 m promenom ugla nagiba

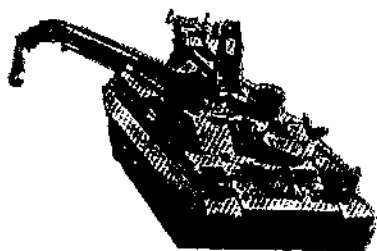
konzole. Konzola kрана vozila »Entp. Pz65« ima pogonske hidrocilindre pomoću kojih poslužilac može malo da promeni položaj tereta, na primer, kada se motor tenka postavlja na svoje mesto.

Cilj sadašnjih radova na usavršavanju tehnološke opreme oklopnih vozila za opravke i evakuaciju jeste da im se poboljša pokretljivost, zaštita i mogućnosti dizalica, da im se omogući dijagnosticiranje i otklanjanje neispravnosti borbenih vozila na bojištu i omogućiti pronalaženje borbenih vozila koja su izbačena iz stroja na bojištu.

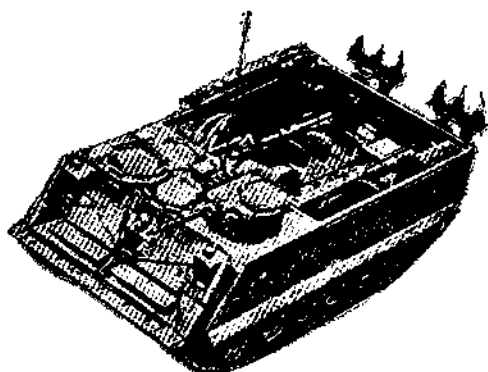
Da bi se omogućilo da oklopna vozila za opravke i evakuaciju izvršavaju širi asortiman tehničkih i tehnoloških zadataka, radi se na opremanju ovih vozila prenosnim sredstvima za dijagnosticiranje neispravnosti borbenih vozila i ocenjivanje tehničkog stanja najsloženijih agregata i sistema vozila, kao i onih sredstava koja poboljšavaju zaštitu posada. Smatra se da bi korišćenje ovih sredstava omogućilo da se odredi verovatna rezerva resursa dijagnosticiranih elemenata i vozila u celini. Osnovni problem u realizovanju ovog zadatka je ugradnja potrebnog broja davača i razvoj sredstava za registrovanje podataka koje ti davači pokazuju.

Jedan od uređaja koji se razvijaju omogućuje da se obavi automatsko spajanje oklopnog vozila za opravke i evakuaciju i oštećenog vozila, a da se pri tome ne izlazi iz tegljača, kao i uređaj za dopunjavanje tegljača gorivom na bojištu.

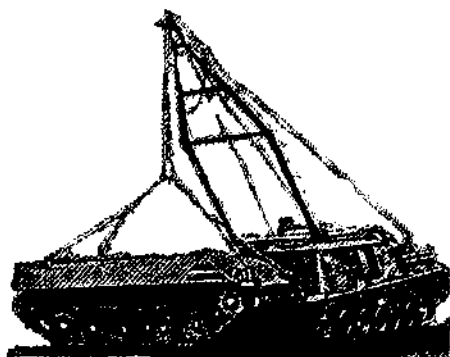
Pokazalo se da je modernizacija postojećih oklopnih vozila za opravke i evakuaciju najjeftinije i najbrže rešenje za stvaranje vozila sa poboljšanim performansama. Na primer, u SAD je na bazi oklopnog vozila za opravke i evakuaciju M88A1 razvijeno opitno vozilo M88A2 koje ima ojačanu oklopnu zaštitu, savršeniji motor snage 773 kW,



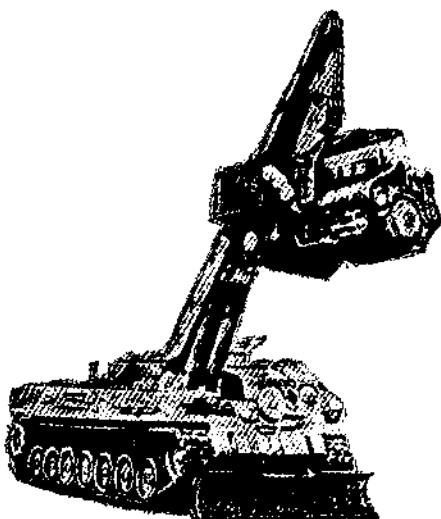
Sl. 1 Aklopno vozilo za opravke i evakuaciju
»Vickers« (V. Britanija)



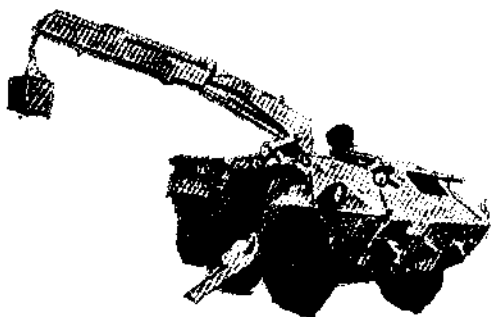
Sl. 2 Oklopno vozilo za opravke i evakuaciju
Bdbv-82 (Švedska)



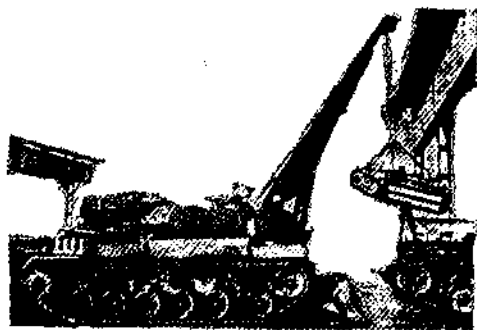
Sl. 3 Oklopno vozila za opravke i evakuaciju
M88 (SAD)



Sl. 4 Oklopno vozilo za opravke i evakuaciju
»Bergepanzer 2« (SR Nemačka)



Sl. 5 Oklopno vozilo za opravke i evakuaciju
3560.55 (Španija-Švedska)



Sl. 6 Oklopno vozilo za opravke i evakuaciju
M47E2R (Španija)

novi osnovni čekrk sa vučnom silom do 686,7 kN i uže tom dužine 100 m. Nosivost kрана je 25—30 t. Vozilo M82A2 će zameniti postojeća vozila za opravke i evakuaciju u tenkovskim bataljonima sa tenkovima M1 i M1A1 AB-RAMS. Planirano je da se vozilo M88A2 uvedu i u mehanizovane bataljone, koji u svom sastavu imaju borbena vozila pešadije BRADLEY i u kojima će zameniti laka oklopna vozila za opravke i evakuaciju M548.

Najnovija tendencija razvoja oklopnog vozila za opravke i evakuaciju je paralelan razvoj i novog tenka i novog vozila za opravke i evakuaciju, jer se time omogućuje opremanje snaga KoV vozilima koja će najviše odgovarati uslovima njihovog korišćenja.

U SR Nemačkoj se već razvija oklopno vozilo za opravke i evakuaciju BPz-3 na bazi tenka LEOPARD 2, a glavni cilj je da se postigne znatno sma-

Tabelarni pregled karakteristika čekrkа i kрана vozila za opravke i evakuaciju

	Zemlja-proizvođač i tip vozila za opravke i evakuaciju								
	SAD M88A1	SR. Nemačka BPz-2	SR. Nemačka BPz-2A2	V. Britanija FV-4204	Francuska AMX-30D	Japan 78	Italija OF-40	Švedska Bd bv-82	Švajcarska En tp. Pz-65
Osnovni čekrk:									
vučna sila, [kN]	392,4	343,3	343,3	299,2	343,3	372,8	353,2	294,3	245,2
dužina užeta, [m]	61,0	100,0	100,0	122,0	100,0	60,0	80,0	145,0	120
prečnik užeta, [mm]	31,75	—	—	28,0	34,0	32,0	32,0	—	—
Pomoćni čekrk:									
vučna sila, [kN]	22,6	127,5	—	35,3	34,3	—	—	—	—
dužina užeta, [m]	61,0	—	—	259,0	120,0	—	—	—	240
prečnik užeta, [mm]	15,87	—	—	11,0	11,20	—	—	—	—
Kran:									
nosivost, [t]	29,0	20,0	25,0	5,8	15,0	20,00	18,0	5,5	15,0
ugao okretanja, [°]	...	270	270	—	240	270	270	—	...

Drugi pravac razvoja oklopnih vozila za opravke i evakuaciju je rekonstrukcija tenkova posleratne generacije po modularnom principu. Zadržava se komplet tehničke opreme ranijeg tenka i kupola, koja sada sa ugrađenom A-konzolom ima ulogu potpuno obrtnog kрана. Osnovni čekrk se ugrađuje na kupolni modul, tako da se pravac vuče može menjati bez promene položaja samog vozila. Posadu čini 5—6 ljudi. Primer ovakvog oklopnog vozila za opravke i evakuaciju je britansko vozilo MARRS.

njivanje vremena za evakuaciju i opravke neispravnih tenkova. Ulazak ovog novog vozila u KoV SR Nemačke očekuje se u prvoj polovini devedesetih godina.

Posle ulaska tenka CHALLENGER u KoV Velike Britanije počeo je razvoj novog vozila za opravke i evakuaciju na njegovoj osnovi sa posadom od 3 člana, a predviđeno je još četiri mesta. Ovo novo vozilo moći će da vuče tenkove mase do 68 t, brzinom do 30 km/h. Vučna sila čekrkа je 500,31 kN, a kapacitet podizanja hidrauličnog kрана 6,5 t.

Francuska i SR Nemačka zajednički razvijaju novo oklopno vozilo za opravke i evakuaciju za obezbeđenje francuskih tenkova AMX-40 i LECLERC. Verovatno će se ugraditi kran nosivosti 25 t i osnovni čekrk sa vučenom silom od 343,35 kN.

U SAD se bave razvojem koncepcije podele ovih vozila, po njihovoj funkcionalnoj nameni, na vozila za opravke i vozila za evakuaciju. Tako se na osnovu tenka M1 razvija principijelno novo oklopno vozilo za opravku AMV i oklopno vozilo za evakuaciju RV-90. Osnovna namena vozila RV-90 je evakuacija borbenih vozila sa masom do 58 t. Vučna sila užeta čekrka je 529,7 kN, a nosivost kрана 31 t. Oklopno vozilo za opravku AMV imaće opremu za dijagnosticanje, zavarivanje i rezanje metala i komplet specijalnog alata i pristroja. Nosivost kрана je 5 t, a posadu čine 4—7 ljudi. Predloženo je da baza ovog vozila bude višenamenska šasiја uz korišćenje sklopova i agregata borbenog vozila pešadije M2 BRADLEY.

P. M.

Protivoklopna vođena oružja Deo 1 — neamerički sistemi*)

Uvod

U ovom članku biće opisani glavni razvojni programi u oblasti protivoklopnog vođenog oružja u Evropi, Izraelu i Južnoj Africi. Biće obuhvaćeni vođeni projektili za ručne bacače i vođeni projektili čiji su lanseri ugrađeni u vozila ili helikoptere. Neće biti reči o nevođenim raketnim projektilima i teškim vođenim projektilima, lansiranim sa zemlje ili letelice, kao što su MAVE-

RICK ili MLRS (faza III), mada su i njihovi ciljevi često oklopna vozila.

Pešadijske jedinice KoV Francuske u svome planu razvoja imaju komplementarna oružja za borbu protiv neprijateljevih oklopnih snaga u dubini bojišta, tako da se dometi ovih oružja međusobno preklapaju. U toku naredne decenije KoV Francuske će proširiti familiju protivoklopnog oružja za obezbeđenje četiri nivoa odbrane. Sadašnji protivoklopni vođeni projektili HOT pokrivaju domete 4000—5000 m, a ubuduće će to biti na divizijskom nivou pomoću dugometne varijante višenacionalnog sistema oružja AC3G/PARS 3/TRIGAT. Oružje srednjeg dometa zamenice sadašnje vođene projektele MILAN i obezbeđivaće domete do 2000 m na pukovskom i četnom nivou.

Za domete do 600 m (sa mogućnošću povećanja dometa na 750 m) korištiće se borbene grupe, naoružane protivoklopnim vođenim (preko žice) projektilima ERYX. Za napad na malim daljinama — 200—300 m — ove borbene grupe imaće na raspolaganju novo oružje ACTCP koje će zameniti raketne lansere nevođenih raketa 112 mm APILAS i LRAC 89 mm M1e F1. Ostali rodovi biće naoružani protivoklopnim oružjem ACTTA.

AC3G/PARS 3/TRIGAT

Ministri odbrane Francuske, SR Nemačke i Velike Britanije doprineli su razvoju nove familije protivtenkovskog vođenog oružja dugog i srednjeg dometa. Sve tri zemlje imaju sopstvene nazive za ovo novo oružje: Francuska — AC3G, SR Nemačka — PARS 3 i Velika Britanija — TRIGAT. Ovo novo oružje treba da u naoružanju ovih zemalja zameni postojeće vođene projektele HOT, TOW, SWINGFIRE i MILAN. Na čelu projekta je francuska direkcija za kopneno naoružanje DAT.

*) Prema podacima iz časopisa »International defense review», 12/1988.

Bilo je planirano da razvoj sistema oružja dugog i srednjeg dometa košta oko 6200 odnosno 2430 miliona francuskih franaka (zavisno od dometa). Za potrebe sve tri zemlje koje su započele razvoj iskazana je brojka od 1703 sistema dugog dometa za ugradnju na vozila i helikoptere, zajedno sa 73.680 vođenih projektila. Što se tiče oružja srednjeg dometa, potrebe su iznosile 3050 vatrenih jedinica (svaka sa sopstvenim termovizijskim nišanom) i najmanje 153500 vođenih projektila.

Planirano je da tehnička i vojna ispitivanja sistema dugog dometa budu obavljena u periodu između prvog kvartala 1997. i trećeg kvartala 1998. godine, dok će se to isto obaviti sa oružjem srednjeg dometa u periodu od polovine 1994. i u toku 1995, tako da oružje srednjeg dometa uđe u naoružanje 1996.

Verzija dugog dometa je autonomno oružje koje ima termovizijsku glavu za samonavođenje. Maksimalni domet sa kopnenog vozila je 4500 m, a 5000 m pri lansiranju sa helikoptera, dok je minimalni domet 500 m. Brzina leta vođenog projektila je preko 300 m/s, a vreme leta do 4500 m je oko 17 s. Posle toga vođeni projektil ponire prema cilju pod uglom od oko 30° i pogađa relativno slabije oklopljenu gornju stranu tenka. Protiv pojedinačnog cilja četiri vođena projektila se mogu lansirati za 12 s.

Za integrisanje sistema na kopneno vozilo i za izradu vođenih projektila zadužena je britanska firma »British Aerospace Dynamics«, dok će nemačka firma MBB obaviti ugradnju u helikoptere. Helikopter HAP/PAH-2 će imati nišan OSIRIS ugrađen na jarbolu. OSIRIS predstavlja kombinaciju termovizijske kamere sa TV-kamerom velike fokusne dužine i laserskim daljinomerom. Stabilizovana platforma će držati nišansku liniju sa preciznošću od 10 radijana. Termovizijska kamera je CON-

DOR, dok će termovizijska glava za samonavođenje sa CCD detektorima raditi u opsegu 8—12 μ m.

Ovaj sistem se na kopnena vozila može ugraditi na kupolu niskog profila ili na teleskopsku platformu koja se podiže do visine od 12 m (sl. 1).



Sl. 1 Član familije AC3G (PARS,3) »TRIGAT« dugog dometa na lansirnoj platformi na vrhu konzole duge 12 m.

Član familije AC3G (PARS) TRIGAT srednjeg dometa sastoji se od vatrene jedinice i projektila sa vođenjem po laserskom snopu, a poslugu čine dva vojnika. Projektil izleće iz svoga kontejnera-lansera brzinom od oko 18 m/s pomoću dva lansirna motora, tako da se ovaj vođeni projektil može lansirati i iz zatvorene prostorije. Letom projektila upravlja se pomoću komandovanja vektorom potiska preko dva upravljiva bočna mlaznika, postavljena u visini težišta projektila. To projektilu obezbeđuje velike manevarske sposobnosti sa preciznim upravljanjem putanjom u toku faze lansiranja.

Posle faze lansiranja stupa u dejstvo glavni raketni motor, koji ubrzava let projektila do brzine krstarenja od

oko 290 m/s, koja se postiže posle 6—7 s. Maksimalni domet projektila je 2.000 m, a vreme leta do te daljine je 11 s, tako da se u toku jednog minuta mogu obaviti tri napada. Nominalni minimalni domet je 200 m i može se smanjiti po potrebi.

»ERYX«

U toku 1992. godine, posle jednogodišnjih tehničkih i vojnih ispitivanja, u naoružanje KoV Francuske treba da uđe protivoklopni raketni sistem kratkog dometa ERYX sa vođenjem putem žice. Serijska proizvodnja trebalo je da počne 1988, ali je program kasnio zbog sprovođenja modifikacija, kao što su bojne glave u tandemu i povećanje otpornosti na dejstvo elektronskih protivmera. Rešeni su problemi stabilnosti oko uzdužne ose na prvih 20 m leta. Uzroci tome su u sistemu za upravljanje vektorom potiska kada projektil leti vrlo malom brzinom. Navedene modifikacije trebalo je obaviti bez povećanja troškova, koji bi prevazilazili cenu sistema sa nevođenom raketom — oko 23000 francuskih franaka.

Planirano je da KoV Francuske nabavi 12120 vatrenih jedinica i 60000 vođenih projektila za naoružavanje svojih pešadijskih borbenih grupa. Za ovaj protivoklopni raketni sistem zainteresovane su i druge zemlje (Kanada, Italija, Norveška i Švajcarska).

Sistemom protivoklopnog raketnog bacača rukuje jedan vojnik, a može se gađati i iz zatvorene prostorije. Sistem ovog bacača sastoji se od samog bacača na tronošcu i vođenog projektila. Na bacaču se nalazi optički nišan sa uveličavanjem $\times 3$ i vidnim poljem od 200 mrad, IC goniometar na bazi CCD kamere sa matricom od 10000 piksela, kao i računar za vođenje projektila. Pomoću nišana OB50 sa pojačavačem slike moći će se gađati noću, a cena

ovog nišana u odnosu na termovizijski nišan je 1/4 do 1/3 cene termovizijskog nišana.

Vođeni projektil napušta lansirnu cev brzinom od 17 m/s i ubrzanjem od 30 g koje obezbeđuje lansirni motor sa 80 g pogonskog goriva. Visoke manevarske osobine projektila neposredno posle lansiranja obezbeđene su komandovanjem vektorom potiska. Kada se vođeni projektil udalji oko 10 m od lansirne cevi, aktivira se glavni raketni motor koji ubrzava vođeni projektil do 280 m/s. Sadašnji maksimalni domet od 600 m dostiže se posle 3,8 s leta. Međutim, maksimalni domet može se povećati na 750 m produženjem žice za vođenje i povećanjem količine pogonskog goriva.

Posebna pažnja posvećena je obezbeđenju sistema vođenja od dejstva elektronskih protivmera. CCD (Charge-Coupled Device) kamera na lanseru prati bleskajući ksenonski zrak (talasna dužina 0,9 μm) iz zadnjeg dela vođenog projektila. Kamera i izvor ksenonske svetlosti su sinhronizovani u trenutku lansiranja vođenog projektila. U toku leta projektila kamera snima uzastopne slike bojišta sa ili bez superponiranih bleskova izvora ksenonske svetlosti na tim slikama, zatim upoređuje te dve vrste snimaka radi otkrivanja i eliminisanja protivmera.

Vođeni projektil ERYX ima glavnu bojnu glavu prečnika 135 mm, smeštenu u donjem delu tela projektila, radi obezbeđenja potrebnog odstojanja od cilja u trenutku detonacije (stand-off distance) od 3,5 kalibra. Jedno dopunsko bojno punjenje približnog kalibra od 25 mm u nosu projektila aktivira eksplozivni reaktivni oklop tenka.

HOT

Od 1977. godine proizvođač je isporučio preko 100000 protivoklopnih vođenih projektila HOT u 17 zemalja.

Godine 1985. uveden je u naoružanje vođeni projektil HOT 2 koji, umesto prvobitne bojne glave od 136 mm, ima sada bojnu glavu od 150 mm. Posle tri nova poboljšanja, već realizovana ili u fazi razvoja, produžiće se vek upotrebe ovog projektila približno do kraja ovog veka.

Prva takva modifikacija, već spremna za ostvarivanje, ali još nenaručena, obuhvata zamenu sadašnje elektronike za analogno vođenje digitalnom, čime će se smanjiti masa sistema i poboljšati mogućnosti održavanja.

Druga modifikacija, koja bi trebalo da uđe u naoružanje 1992—1993. godine i poznata kao HOT 2T, sastoji se od usvajanja bojnih glava u tandemu i blizinskog upaljača za uništenje ciljeva (tenkova) sa eksplozivnim reaktivnim oklopom.

Treća modifikacija, planirana za uvođenje u naoružanje u toku 1992. godine u sistemima VIVIANE i MEP-HISTO, poboljšaće otpornost sistema HOT na protivdeystva uvođenjem novog IC trasera za praćenje, koji radi na talasnim dužinama 10 i 1 μ m.

MILAN

Od uvođenja u naoružanje protivoklopnog raketnog sistema MILAN 1972, 42 zemlje su naručile preko 350000 vođenih projektila MILAN i približno 10000 vatrenih jedinica, a po licenci se proizvodi u Indiji, Italiji i Velikoj Britaniji. Godine 1983. ušao je u proizvodnju MILAN 2 sa bojnou glavou 115 mm umesto prvobitne od 103 mm. Nastavlja se dalji razvoj u okviru francusko-nemačkog sporazuma.

KoV SR Nemačke zainteresovan je za MILAN 2T, koji bi mogao da uđe u naoružanje 1991. Kod ove varijante standardna bojna glava od 115 mm je pojačana prethodnim eksplozivnim punjenjem od 30 mm, smeštenim u uvlačeću sondu radi poboljšanja efikasnosti protiv eksplozivnog reaktivnog oklopa.

KoV Velike Britanije zainteresovan je za drugu modifikaciju koja obuhvata korišćenje CCD kamere na lanseru za praćenje svetlosnog izvora na dnu projektila, čime će MILAN dobiti iste performanse kao i ERYX pri magli i sumaglici.

Treće poboljšanje, poznato kao MILAN 3, predstavlja kombinaciju ranija dva poboljšanja i imaće masu od 600 g veću od prvobitne mase. Ulazak u naoružanje predviđen je za sredinu 1992. u KoV Francuske.

»ARIES«

Godine 1988. američka firma »Hughes Aircraft« i španska »Esprodesa« udružile su se za razvoj protivoklopnog vođenog projektila ARIES, a kasnije i jedne verzije projektila vazduh-zemlja. Španska firma se nadala da u svoju delatnost uključi i familiju protivoklopnog oružja.

Tempo razvoja programa ARIES je usporen iz dva osnovna razloga. Španska vlada zvanično je podržala program »Trigat«, pa se ne očekuje da će podržavati dva konkurentna programa. Drugi razlog je čisto organizacione prirode, a sastoji se u donošenju odluke da li će se vojna proizvodnja povećati državnom ili privatnom sektoru.

Već je završena studija o izvodljivosti programa ARIES, a obuhvata projektovanje prototipa i definisanje TTZ. Prenosni sistem ARIES sa poslugom od dva vojnika ima vođeni projektil srednjeg dometa (preko 2000 m), koji se lansira iz lakog bacača, teškog oko 15 kg. Ovaj bacač može da bude postavljen na tronožac ili ugrađen na vozilo. Na kontejneru projektila, koji takođe služi i kao lansirna cev, postoje dnevni i noćni nišani, zajedno sa primopredajnikom komandne veze.

Konstruktori su vođenje preko žice zamenili radio-komandnim vođenjem u milimetarskom talasnom opsegu. Ono omogućuje mnogo veću brzinu pro-

jektila i raznovrsniju tehnologiju koja se može primeniti za druge sisteme oružja. Dvobojni IC goniometar na lanseru meri skretanje projektila od nišanske linije, a komande za vođenje se šalju preko radio-veze. Kao alternativno rešenje u budućnosti može se koristiti optičko vlakno.

Pogonski sistem vođenog projektila ima mali početni potisak, tako da se projektil može lansirati i iz zatvorene prostorije. Posle toga dolazi do ubrzanja do brzine krstarenja od 310 m/s, a za let do 2000 m potrebno je 8 s. Vođeni projektil ARIES može da manevriše bočno sa preko 2 g, čak i na velikoj daljini, tako da se može napasti bilo koji poznati cilj.

Bojna glava ima dva kumulativna punjenja u tandemu. Glavno punjenje ima prečnik projektila (150 mm), a smatra se da može da probije valjani homogeni oklop debljine 7 kalibara.

Proizvođač predviđa dva tipa za izvoz sistema ARIES: članice NATO koje ne učestvuju u programu »Trigat« i druge zemlje. Predserijski primerici sistema ARIES mogli bi biti proizvedeni već 1994. Još treba da se utvrdi cena, ali verovatno će biti ispod 15000 dolara za vođeni projektil (verovatno između 10000 i 12000 dolara) i od 70000 do 80000 dolara za bacač.

BILL

Projektil RBS56 BILL švedskog porekla sada je u proizvodnji za KoV Švedske. Obavljena su obimna ispitivanja u KoV SAD, a zabeležen je prvi izvoz za Austriju čija je KoV naručila 160 bacača i 1000 vođenih projektila za zamenu bestrajnih topova. Projektil BILL sa vođenjem preko žice ima maksimalni domet od 2000 m i kumulativnu bojnu glavu koja je ukošena za 30° na dole. Time se kumulativnom mlazu omogućuje da prodre kroz lakše oklopljene gornje površine tenkova. Vođeni projektil leti iznad nišanske linije nišandžije, a bojna glava detonira

prema komandi višesenzorskog blizinskog upaljača.

Masa kompletnog sistema BILL je 35 kg, izuzimajući noćni nišan koji bi trebao da se isporučuje od 1990 godine.

Poboljšanje vođenog projektila TOW

Proizvođač je do sada isporučio preko 500000 vođenih projektila TOW, a varijanta TOW2B se izrađuje u Švajcarskoj. Planirana su druga poboljšanja. Kako u 38 zemalja postoji tako velika količina vođenih projektila TOW, mnogi drugi proizvođači sada nude garniture za modifikacije radi poboljšanja efikasnosti ovog vođenog projektila protiv savremenih tenkova.

Postoji komplet, koji modifikuje standardni vođeni projektil u projektil koji napada sa gornje strane (FITOW — Further Improved TOW) za potrebe evropskih kupaca. Po ugovoru vrednom 20 miliona funti firma je britanskom ministarstvu odbrane isporučila FITOW za naoružavanje helikoptera LYNX. Firma EMI isporučuje novi prednji deo vođenog projektila, u kojem je smešten aktivni laserski blizinski upaljač koji dejstvuje nadole. Ovaj upaljač meri profil zemljišta iznad kojeg leti vođeni projektil i inicira detonaciju dve skoro vertikalne kumulativne bojne glave kada upaljač otkrije tenk. Procesna elektronika upaljača omogućuje da upaljač prepozna profil tenka kada mu se približava pod bilo kojim uglom i brzo reaguje, obezbeđujući da oba kumulativna mlaza probiju ranjivu gornju površinu tenka.

Firma »Hughes« zadužena je za modifikovanje sistema vođenja, tako da FITOW leti iznad nišanske linije nišandžije i tako omogućuje napad sa gornje strane. FITOW, takođe, može da bude lansirana sa zemaljskog lansera uz minimalne modifikacije, a sama modifikacija može se obaviti u zemlji kupca zamenom prednjeg dela projektila. Ka-

rakteristike leta projektila se ne menjaju, a i modifikovani lanser može se koristiti za direktno gađanje tenka standardnim projektilom. Zbog toga helikopter može da ponese i FITOW i standardne TOW projekte. Prvi se koriste za napad na tenkove, a drugi za druge ciljeve, na primer, helikoptere.

Izraelski stručnjaci imaju drugi pristup za rešavanje istog problema, razvijanjem bojne glave u tandemu, koja se može postaviti na vođene projekte prečnika 127 mm kao što je TOW, tako da može da probije cilj koji ima eksplozivni reaktivni oklop. Tvrdi se da ova nova bojna glava može da probije 1020 mm valjanog homogenog oklopa, ojačanog slojem eksplozivnog reaktivnog oklopa, dok standardna bojna glava istog kalibra može da probije samo 320 mm oklopa.

Pretpunjenje je smešteno u vrh sonde, koja je pod naponom opruge koja se izvlači u toku leta projektila i aktivira se na optimalnoj daljini od površine cilja pomoću aktivnog laserskog blizinskog upaljača. Laka pregrada štiti osnovno punjenje od krhotina metala koji se razleću posle eksplozije pretpunjenja. Osnovna bojna glava ima precizno oblikovano PBX punjenje sa hladno kovanom bakarnom košuljicom, optimizirano za probijanje valjanog homogenog oklopa sa velikog odstojanja od cilja u trenutku eksplozije (stand-off distance).

Razvoji u Brazilu

U Brazilu je razvijen protivoklopni vođeni projektil MAC-MP sa dome-
tom od 10 km i vođenjem preko optičkog vlakna. Masa vođenog projektila je 24 kg i na visini od 200—300 m. leti brzinom od 200 m/s. Njime upravlja poslužilac na zemlji pomoću TV-kamere koja je ugrađena u nosu. Vođeni projektil, koji ima kumulativnu bojnu glavu u tandemu, ponire prema cilju. Borbena ispitivanja počela su početkom 1989, a predserijski vođeni projektili treba da budu završeni sredinom 1990.

Isporuka serijskih projektila mogla bi da počne 1991. po ceni od oko 30000 dolara po komadu.

U fazi razvoja je i protivoklopni vođeni projektil MSS 1.2, koji ima vođenje po laserskom snopu. Do sada je lansirano preko 20 projektila ove vrste.

Vođeni projektili nadzvučnih brzina

Nekoliko evropskih zemalja — Francuska, SR Nemačka i Velika Britanija — proučavaju projekte nadzvučnih brzina za napad na tenkove i letelice, posebno helikoptere. Oni bi mogli da napadnu helikoptere na daljinama do 8 km, a tenkove do 4 km, ili helikoptere do 8 km i avione do 15 km.

Vođeni projektil, namenjen za borbu protiv tenkova i helikoptera, imao bi masu od oko 50 kg, uključujući probojno jezgro od oko 10 kg, dok bi mu brzina bila oko 2000 m/s. Vreme leta do 8 km bilo bi oko 6 s. Kao metod vođenja odabran je laserski snop, mada još nije rešen problem preciznosti na malim daljinama.

P.M.

Singapurski automatski bacač bombi »40AGL.«*)

Poslednjih godina velika pažnja posvećuje se razvoju automatskih bacača bombi. Posle sovjetskog automatskog bacača bombi AGS-17 30 mm PLAMJA (vidi VTG 3/1985) došao je američki Mk19 40 mm (vidi VTG 5/1986), a posle toga Kina je ponudila za izvoz dva svoja modela — kalibra 30 i 35 mm. Poslednjih godina pojavila su se još tri nova automatska bacača bombi, (tako da ih je za sada 7) — španski AGL-40, rumunski 40 mm i, najzad, singapurski 40AGL, kalibra 40 mm.

*) Prema podacima iz časopisa »International defense review«, 12/1989.

Početak razvoja singapurskog automatskog bacača bombi 40AGL počeo je početkom 1986. Drugi prototip ispalio je 80000 inertnih bombi, a očekuje se da će prototip br. 3 biti i definitivna verzija ovog bacača. Prva proizvodnja bi trebalo da otpočne sredinom 1991.

Opis

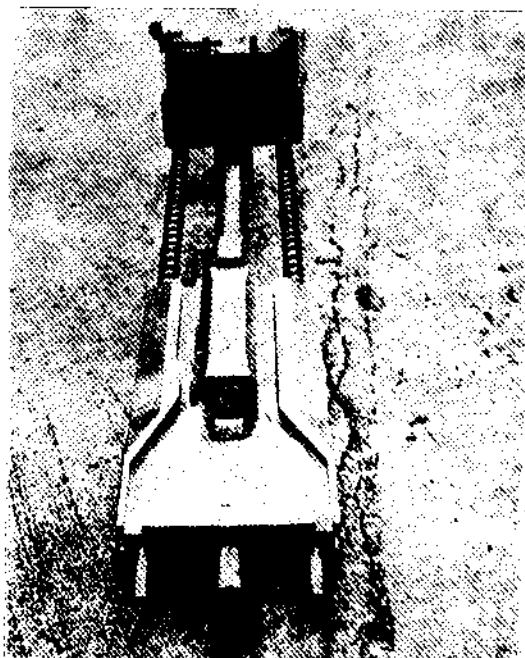
Arhitektura automatskog bacača bombi 40AGL 40 mm (sl. 1) jednostavna je. Uglavnom se sastoji od šesto-



Sl. 1 Treća i definitivna verzija bacača 40AGL. Vide se debeli zadnjak cevi (crno vertikalno kućište u koje ulazi cev) i zglobno vezana pravougaona grupa okidača između gornjeg poklopca sanduka i vrataoca.

stranog zadnjaka cevi debljine 38 mm, za koji je pričvršćen sanduk od lima debljine 3 mm i zadnja ploča (vratašca). Sklop zatvarača mase 7,0 kg kreće se pomoću centralnog vodećeg vretena koje prolazi kroz njegovu sredinu i dva manja vodeća vretena sa strane (za razliku od američkog automatskog bacača Mk19 koji ima kombinaciju sanduka i žlebova po kojima se kreće sklop zatvarača). Centralno vodeće vreteno bacača 40AGL pričvršćeno je za zadnjak cevi pomoću velikog klina. Oba manja vodeća vretena imaju na sebi po jednu jednostruku oprugu, koje se sabijaju u fazi trzanja sklopa zatvarača (sl. 2). Većina energije zatvarača pri trzanju amortizuje se u trenutku udara u grupu prstenastih opružnih odbojnika u sredini zadnje ploče (vratašca). Jedno-

stavnost arhitekture automatskog bacača bombi 40AGL verovatno je otklonila veliki broj kritičnih veličina u toku procesa proizvodnje, za razliku od varljivo jednostavnog izgleda sanduka i sklopa zatvarača automatskog bacača bombi Mk19.



Sl. 2 Sklop zatvarača sa centralnim i bočnim vodećim vretenima

Automatski bacač bombi 40AGL gađa iz položaja odbavljenog zatvarača, a radi na principu pozajmice barutnih gasova sa ranijim paljenjem kapsle, kao kod automatskog američkog bacača bombi Mk19. Sa svojom masom od 7,0 kg sklop zatvarača bacača 40AGL je samo 10% lakši od sklopa zatvarača Mk19. Međutim, sasvim su različiti oblik mehanizma punjenja bacača municijom i zatvarača. Bacač 40AGL nema zatvarač tipa BROWNING koji jednovremeno dovodi u osu cevi dva metka, jedan iznad drugog. Jednodelni izvlačak metka je sa desne strane čela zatvarača, čime se razlikuje od izvlakača tipa BROWNING. Izbacivanje čaure je udesno, umesto nadole.

Na gornjoj strani zatvarača bacača 40AGL otvoren je urez za zapinjaču obarače. Sklop obarače je zglobasto postavljen i lako se odvaja iz pravougaonog i lako dostupnog kućišta na gornjoj strani sanduka bacača, između sklopa zadnje ploče i gornjeg poklopca sanduka (sl. 3). Na oko polovine dužine po-



Sl. 3 Bacač 40AGL u polunapunjenom stanju. Poslužilac prebacuje osigurač (kočnicu) sa OSIGURANO na »VATRA«.

menutog kućišta smešten je osigurač (kočnica), kojim se rukuje i levom i desnom rukom. Automatski bacač 40AGL ima 140 delova, a američki Mk19 preko 160. Zadnjak cevi (vertikalno kućište u koje je umetnuta cev) i sanduk izrađeni su od čelika 4130. Korak oluka cevi je 1219,2 mm.

Automatski bacač bombi 40AGL ima dvostepeno uvođenje municije. Zbog toga je lakše zapinjanje zatvarača nego što je to kod bacača Mk19 i potrebna je manja brzina zatvarača za pouzdano funkcionisanje. Kod dvostepenog mehanizma uvođenja municije zatvarač u fazi trzanja dovodi novi metak na pola puta do ležišta u cevi. Kada povratne opruge potisnu zatvarač napred, metak se izvlači iz ređenika i uvodi u ležište cevi.

Automatski bacač 40AGL lako se puni. Prvi metak iz ređenika uvodi se u uvodnik ispod prstiju uvodnika. U odnosu na mitraljez M2HB i bacač Mk19, kod kojih je potrebno dva puta zapinjati i jedan prazan hod delova napred pre opaljenja, bacač 40AGL je oružje kojim se lakše rukuje.

Kao klasa oružja, automatski bacači bombi su podesniji za postavljanje na postolje od bilo kojeg teškog mitraljeza 12,7 mm, iz prostog razloga što imaju manje trzanje. Metak sa bombom 40×53 mm ima samo 60% energije na ustima cevi, nego što ima tipičan metak kalibra 12,7 mm. Ova činjenica, uz 40—60% manju brzinu gađanja od oružja slične mase, objašnjava zbog čega se bacačima bombi lakše rukuje. Težište automatskog bacača 40AGL smešteno je približno u sredini gornjeg poklopca sanduka. Proizvođač ovog automatskog bacača, singapurska firma ST, konstruisala je adapter tronošca, po koncepciji sličan postolju Mk64 Mod4 automatskog bacača Mk19, pomoću kojeg se bacač bombi može postaviti na standardne tronošce M2 i M3. Ovo novo postolje firme ST izrađeno je od zavaranih poluga pravougaonog oblika, a ne od presovanog čelika i nešto je lakše od Mk64, čija je masa 9,5 kg.

Pri jednom probnom gađanju iz američkog automatskog bacača bombi Mk19 sa tronošca, a bez sprave za davanje pravca i elevacije, utvrđeno je da je preciznost protiv pojedinačnih ciljeva bila dobra na daljini do 400 m, a protiv površinskih ciljeva na daljini do 800 m. Pretpostavlja se da će se mnogo lakše upravljati automatskim bacačem 40AGL, jer ima znatno manju brzinu gađanja, manju brzinu kretanja zatvarača i duži put grupe zatvarača.

Municija

Neizvesno je da li će se firma ST upustiti u proizvodnju municije 40×53 mm po američkoj licenci, ili će se okrenuti konstruisanju sopstvene bombe i čaure. Firma sada proizvodi metke 40×46 mm M433 male brzine i bombe po licenci. Iako se debele čaure 53 mm teže oblikuju, iskustvo firme ST u izradi municije male brzine uliva joj poverenje da nastavi sa izradom municije za automatske bacače bombi 40×53 mm. Međutim, problem iskršava po pitanju izvoza koji zavisi od američkog »da« ili

»ne«, po čijoj bi se licenci ova municija radila, što može da dovede do znatnog ograničenja tržišta za automatske bacače bombi 40AGL.

Singapurska firma ST mogla bi da pride rešenju tog problema, tako što bi razvila sopstvenu familiju bombi i čaura — samo iz jednog ležišta u cevi mogle bi se ispaljivati bombe od 243 g početnom brzinom od 350 m/s, ili teže bombe brzinom od 241 m/s. Da bi se to postiglo trebalo bi rešiti dva problema u vezi sa čaurama za samo jedno ležište (visokog pritiska). Prvi problem je u tome što čaura ne prileže potpuno uz zidove ležišta, pa umereno punjenje metka sa čaurom od 53 mm (4 g baruta) ne stvara dovoljan pritisak, što i predstavlja drugi problem. Prvi problem bi mogla da reši čelično-aluminijska kompozitna čaura, dok bi 10—15 mm duža (i teža) bomba mogla da reši drugi problem — naročito bomba sa donjim upaljačem.

Vrlo je interesantna specijalna protivoklopna bomba HEAT (High Explosive Anti Tank). Čak i sa malim odsto-
njem od cilja pri aktiviranju (stand-off distance), koje je karakteristično kod bombe 40×53 mm, nema razloga da bomba od oko 275 g sa donjim upaljačem i oko 50—75 g eksploziva ne bi mogla da probije 100—150 mm oklopa. Automatski bacač bombi 40AGL sa specijalnom protivoklopnom bombom HEAT obezbedio bi mehanizovanoj pešadiji korisnu samoodbrambenu sposobnost protiv obično korišćenih osnovnih borbenih tenkova. Čak i na srednjim daljinama do cilja visoka putanja bombi 40 mm omogućuje napad na gornju ploču tenka, gde je prihvatljivo i ograničeno probijanje oklopa.

Tok ispitivanja

Autor ovog članka o singapurskom automatskom bacaču bombi 40AGL ispitivao je ovaj bacač rafalnim gađanjem po 5 i 10 metaka M385 TP (sl. 4), koristeći prototip 2 na daljini do cilja od

oko 55 m. Kod svakog rafalnog gađanja mereno je rasturanje pogodaka po pravcu i visini. Čini se da je brzina gađanja bacača 40AGL približna brzini gađanja automatskog bacača Mk19. Utvrđeno je da je brzina gađanja bacača 40AGL oko 330 metaka/min (kod prototipa 2), dok je kod Mk19 325—375



Sl. 4 Ispaljena i neispaljena municija M385TP. Karike M16A2 su potisnute nazad za 28 mm pri uvođenju metaka u ležište u cevi.

metaka/min. Prototip 3 ima sanduk duži za 20 mm. Očekuje se da će mu brzina gađanja biti 300 metaka/min, a resurs sanduka preko 50000 ispaljenih metaka.

Automatski bacač 40AGL je dosta precizan. Sa spravom za davanje pravca i elevacije tipično rasturanje pogodaka pri rafalu 10 metaka je 4,5 mrad po visini i 2,6 mrad po pravcu. Kada bi se ovaj bacač ugradio u laku kupolu ili turelu, rasturanje po visini bi se smanjilo na veličinu rasturanja po pravcu. Kada bi se pomoću klina kroz adapter tronošca smanjila labavost mehanizma, smanjilo bi se rasturanje rafala od 10 metaka samo 2,7×1,6 mrad. Pomoću standardne i podešavajuće sprave za davanje pravca i elevacije, rafali od po šest metaka imaju veće rasturanje pogodaka po pravcu nego po elevaciji. Za sada automatski bacač bombi 40AGL ima rutinsko rasturanje pogodaka od 2,3×6,6 mrad. Protiv žive sile bacač 40AGL bio bi precizniji od najboljih

minobacača 60 ili 81 mm, a za razliku od minobacača, nema podloge za oslanjanje pri ispaljivanju korekturnog metka.

Dok neki potencijalni korisnici i proizvođači teških mitraljeza konvencionalne konstrukcije kritikuju automatski bacač bombi Mk19 zbog dugog vremena leta projektila (bombe) u odnosu na mitralješki projektil, korisnik automatskog bacača bombi ubrzo se uverava da je to mišljenje više iz intelektualnih nego praktičnih razloga. Ukoliko se automatski bacači bombi 40AGL i Mk19 koriste za gađanje sa stožernog postolja ili tronošca, u okviru njihovih dometa oni imaju uništavajuće dejstvo i protiv iskrane pešadije i protiv oklopnih transportera. Automatski bacači bombi 40AGL, Mk19, pa čak i sovjetski AGS-17 u stanju su da gađaju veoma precizno, pa su od velike koristi za dejstvo sa nadvišujućih položaja, koji obezbeđuju poznate pravce napredovanja neprijatelja do svog maksimalnog dometa. Za razliku od konvencionalnih teških mitraljeza, pri gađanju na srednjim i velikim daljinama, nikada ne treba sumnjati gde će nečiji rafal stvarno pogoditi.

Predlozi za poboljšanja u toku proizvodnje

Predlaže se da se izvrši izmena kod pričvrsnog zavrtnja vođice grupe zatvarača u prednjem delu zadnjaka cevi. Ovo pričvršćenje je sada pomoću jednog velikog zavrtnja. Da bi se poboljšalo pričvršćenje zavrtnja i vođice zatvarača, koristio bi opružni fiksator, kao što se koristi za pričvršćenje cevi automata. Specijalno konstruisani ključ za 40AGL mogao bi automatski pritisluti fiksator kada se zavrtnj odvrcé.

Izgleda da su konstruktori bacača 40AGL dosledno kopirali zadnji nišan i skrivač plamena bacača Mk19. Možda bi se 40AGL mogao brže koristiti da ima nišan, sličan nišanu ručnog bacača

40GL. Zbog toga što ova municija ima veliki ugao gađanja gubi se dosta vremena na podešavanje zadnjeg nišana bacača Mk19 između gađanja dva cilja. Promena nišana bi znatno smanjila opterećenje nišandžije kada gađa više ciljeva, mada bi suviše mnogo ciljeva moglo da blokira vidno polje nišandžije kada je nišan podešen za gađanje na maloj daljini. Zadnji nišan tromblonskog tipa (sa prečagama) nesumljivo bi bio koristan za gađanje na daljinama 900—1500 m.

Prednji nišan bacača 40AGL ne može da ostane potpuno pouzdan za korekciju uticaja vetra, jer je postavljen sa gornje strane sklopa poklopca sanduka, mada njegova preklapajuća konstrukcija ima tanju i precizniju prednju mušicu nego bacač Mk19.

Automatski bacač bombi 40AGL je toliko precizan da bi jedan optički nišan, kao kod sovjetskog automatskog bacača AGS-17, bila mudra investicija, a bio bi koristan i refleksni nišan koji bi omogućio brže podešavanje.

Automatski bacač bombi 40AGL koristi dobro poznate karike M16A2 od sadašnjeg bacača Mk19, mada se koriste u obratnom položaju (naopačke). Kao i kod bacača Mk19, karika (sl. 4) se potiskuje nazad za oko 28 mm pri uvođenju metka u ležište u cevi. Pri ispaljivanju metka karika ostaje na čauri, van ležišta metka. Zbog karike M16 dolazilo je do mnogih otkaza bacača Mk19. Za eliminisanje otkaza zbog sistema uvođenja municije možda bi jedini način bio korišćenje linearnog sistema uvođenja bez karike, koji bi pokretala automatika samog bacača, i to bi bila vredna investicija.

Najzad, trebalo bi učiniti napor da se smanji masa pomoćnih delova automatskog bacača 40AGL, kao što su tronožac i municijske kutije. Ovi elementi, preuzeti od bacača Mk19, nepotrebno su teški i krajnje nepovoljno utiču na taktičku pokretljivost ovog automatskog bacača bombi.

Vojni stručnjaci smatraju da nema tehničkih razloga da 40AGL ne postigne uspeh. Proizvođač ovog automatskog bacača bombi, singapurska firma ST, može da postigne zapažen uspeh na tržištu u okolnostima kada američka vlada ne dozvoljava izvoz svoga bacača Mk19.

P.M.

Usavršavanje hodnog dela tenka*

Borbena efikasnost tenka karakteriše se pokretljivošću, vatrenom moći njegovog naoružanja i oklopnom zaštitom posade. Velike brzine uglavnom se mogu postići snažnim motorom i odgovarajućim tipom transmisije, dok je za brzo i udobno kretanje preko ispresecanog zemljišta i van puteva od velike važnosti ovešanje i hodni deo. Preko ovih elemenata telo tenka prima udare koji dovode do oscilacija i vibracija, pa je vozač prinuđen da smanjuje brzinu. Zbog toga vojni stručnjaci teže da stvore takav sistem ovešanja koji bi obezbedio maksimalnu stabilnost tela tenka u toku vožnje. Time bi se rešio i problem stabilizacije naoružanja i sistema osmatranja pri otvaranju vatre iz pokreta.

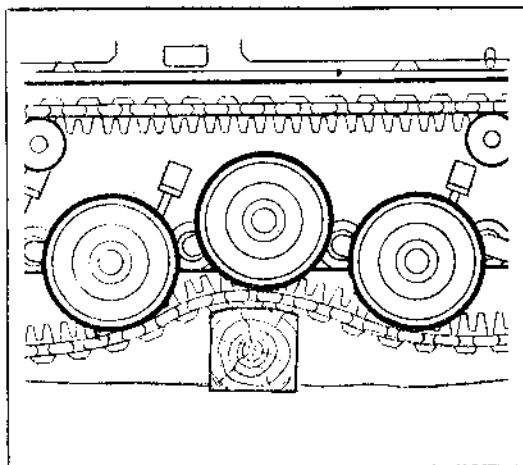
Sistemi ovešanja tenkova mnogo su se izmenili od nastanka tenkova — od krutog vezivanja oslonih točkova za telo tenka, i korišćenja opružnih elemenata kao što su metalne opruge i gibnjevi, pa do torzionih štapova, hidrauličkih i hidropneumatskih sistema ovešanja.

Kod savremenih tenkova koriste se individualni sistemi ovešanja sa torzionim vratilima kao opružnim elementima i hidrauličkim amortizerima. Ovi sistemi su bolji od opružnih blokiranih sistema, kod kojih je lakoća kretanja tenka obezbeđena samo na malim brzi-

nama, a, pored toga, i manje su izdržljivi.

Osnovna namena opružnih elemenata sistema ovešanja je smanjivanje sile koju osloni točkovi prenose na telo tenka. Zbog toga gibnjevi moraju da rade »meko«. Pomoću ugrađenih amortizera smanjuje se amplituda oscilacija, a samo osciliranje se brzo gasi. Amortizeri pretvaraju kinetičku energiju osciliranja tela tenka u toplotu koju odvođe u atmosferu. Pošto osloni točkovi prenose na telo tenka silu i preko amortizera, sila otpora amortizera pri hodu oslonog točka prema telu tenka mora da bude mala, a pri kretanju točka nadole, ta sila mora da bude povećana kako bi se sprečilo kretanje tela tenka nadole.

Jedan od ciljeva rada konstruktora ovešanja tenka jeste da se postigne maksimalni odnos opružnih elemenata i amortizera. Teškoća stvaranja »meke« torzione opruge je u ograničenju dužine torzionog štapa (koji ne može da bude duži od širine tela tenka) i ugla



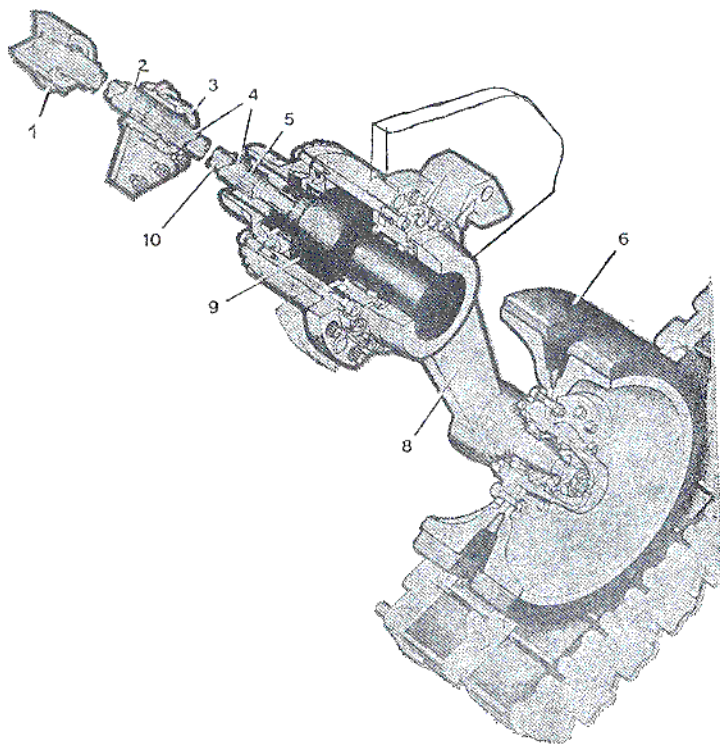
Sl. 1 Dinamički hod oslonog točka u sistemu ovešanja sa hidrauličkim osloncima

uvijanja. Stručnjaci smatraju da su iscrpljene mogućnosti poboljšanja krutosti torzionog štapa. Za obezbeđenje dovoljno velikog dinamičkog hoda potpornog točka (sl. 1), pri kretanju tenka preko neravnog zemljišta, potrebno je da sta-

* Prema podacima iz časopisa »Техника и Вооружения«, 11/1989.

tički ugao uvijanja torzionog štapa pod dejstvom mase tenka koju prima osloni točak bude oko trećine od punog ugla uvijanja. Time se i određuje krutost torziona koja se može smanjiti samo povećanjem broja oslonih točkova. Zbog toga se u nizu zemalja prešlo na izradu hodnog dela tenka sa 7 oslonih točkova. Stručnjaci smatraju da je jedan od nedostataka torzionih opruga i njihova linearna karakteristika, koja ne obezbeđuje dovoljni energetska kapacitet ovešenja.

torzione cevi u koje je smešten torzioni štap koji radi serijski sa jednom ili drugom torzionom cevi. Na taj način povećan je ukupan ugao uvijanja torzionog štapa i smanjena njegova krutost. Druga torziona cev počinje da dejstvuje kada se utroši 80% dinamičkog hoda potpornog točka od čeljusne spojke na osovini balansir, usled čega se povećava krutost torzione opruge na krajnjem delu hoda oslonog točka. Nelinearna karakteristika cevasto-štapnog torzionog ovešenja je podesnija za o-



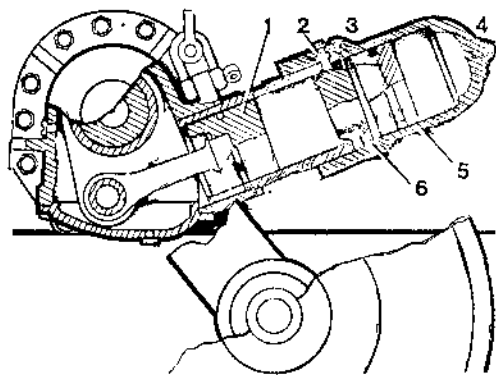
Sl. 2 Ovešenje tenka sa rednim uključivanjem torzionih cevi:

1 — Pokretno ležište; 2 i 4 — torzione cevi; 3 — međuležište; 5 — žlebasti spoj; 6 — osloni točak sa gumenim obručem; 7 — gusenična traka sa gumeno-metalnim zglobovima i gumiranom stazom kretanja oslonih točkova; 8 — balansir; 9 — amortizer; 10 — torzioni štap.

Kroz razvoj složenijih konstrukcija torzionih opruga stručnjaci rade na daljem usavršavanju torzionog ovešenja. Na sl. 2 prikazan je primer cevasto-štapnog ovešenja. Sastoji se od dve

bezbedivanje lakoće kretanja tenka. Međutim, vojni stručnjaci smatraju da ovo rešenje nije vrhunac usavršenosti zbog nedovoljnih energetskih kapaciteta cevastih torziona.

Velike nade polažu se u hidropneumatske sisteme ovešenja (sl. 3), koji imaju progresivnu nelinearnu karakteristiku koja je bliska optimalnoj, a obezbeđuje lakoću kretanja tenka i povećanje dinamičkog hoda oslonih točkova. Kod ovog sistema oslanjanja op-



Sl. 3 Elementi hidropneumatskog ovešenja:

- 1 — klip; 2 — otvor za nallvanje radne tečnosti;
3 — ventil-oduška; 4 — otvor za nallvanje azota;
5 — razdvojni klip; 6 — amortizer.

ružni elemenat je gas u zatvorenom prostoru, a hidraulička tečnost služi za hermetizaciju i kao radna tečnost amortizera. Sa opružnim i amortizacionim elementom u jednom telu, hidropneumatsko ovešenje postaje kompaktnije. Ako je postavljeno sa spoljašnje strane oslobađa se unutrašnja zapremina tenka, olakšano je podešavanje klirensa i upravljanje karakteristikama ovešenja.

Pojavili su se ozbiljni nedostaci hidropneumatskog ovešenja. Mala sposobnost rasejavanja toplote dovodi do zagrevanja gasa, do nepoželjnog povećanja krutosti opruge i do nekontrolisanog menjanja klirensa. Takođe je teško obezbediti razdvajanje gasa i tečnosti, kao i hermetizaciju sistema ovešenja u celini. Došlo se do saznanja da je za sistem izmene klirensa potrebno odvođenje mnogo veće snage motora nego što je predviđeno, a i sistem ovešenja u celini je nepouzdan. Zbog toga je većina razvojnih projekata hidro-

pneumatskog ovešenja ostala u okviru probnih modela.

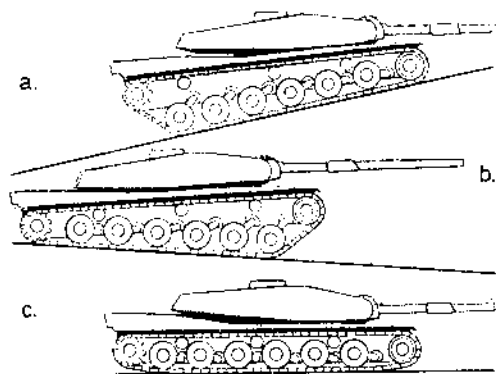
Kod savremenih tenkova u sistemima ovešenja obično se koriste klipni teleskopski hidraulički amortizeri. Sve veća masa osnovnih borbenih tenkova i veća brzina postavljaju sve veće zahteve za energetske kapacitete i za sposobnost amortizera da rasejavaju toplotu. Zbog toga se pribeglo upotrebi krilastih (lopatastih) hidrauličkih amortizera, koji imaju veću dodirnu površinu sa oklopom tela tenka, pa je i bolje odvođenje toplote. Ovakvi amortizeri, u odnosu na teleskopske, imaju bolje mogućnosti konstruktivnog ukla-panja i mogu se ugrađivati koaksijalno sa balansiranjem.

Sila otpora hidrauličkih amortizera je proporcionalna kvadratu pomeranja oslonog točka, čime su predodređeni njihovi energetske kapaciteti i visoka efikasnost kada se tenk kreće preko neravnog zemljišta. Pri kretanju tenka preko neravnog zemljišta malim brzinama, pomeranja oslonih točkova su neznatna, pa opruge ne dejstvuju. Tada se otpor hidrauličkih amortizera naglo povećava, pa se na telo tenka prenose visokofrekventna vibraciona opterećenja, što utiče na tačnost rada stabilizatora naoružanja, a pogoršavaju se i radni uslovi posade u tenku.

Za rešavanje ovog problema pribeglo se razvoju frikcionih amortizera, čiji je otpor proporcionalan hodu oslonog točka. Međutim, ovakvi amortizeri, zbog malih energetske kapaciteta, nisu se pokazali efikasnim pri kretanju tenka preko ispresecanog zemljišta, pa su opružni ograničivači hoda potpornog točka u sistemu ovešenja zamenjeni takozvanim hidrauličkim odbojnicima koji dejstvuju kao hidraulički amortizeri na poslednjih 140 mm hoda točka. Stručnjaci smatraju da hidraulički odbojници po svojim energetske kapacitetima mogu se meriti sa torzionima, a 2,5 puta su veći nego kod svih frikcionih amortizera. Sa hidrauličkim odbojnicima sistem ovešenja tenka može da obezbedi lakoću i ritmičnost kretanja u širokom opsegu brzina.

Vojni stručnjaci smatraju da je opšti ozbiljni nedostatak postojećih sistema ovešenja nemogućnost obezbeđivanja lakoće vožnje tenka u celom opsegu realnih poremećaja, koji dejstvuju na telo tenka. To je zbog toga što stručnjaci pri projektovanju karakteristika sistema ovešenja polaze od uslova najboljeg prigušivanja ljuljanja tela tenka u najnepovoljnijim rezonantnim režimima vožnje. Ako na tenk dejstvuju spoljašnji poremećaji sa drugim frekvencijama (do rezonantnih ili posle rezonantnih), pada efikasnost sistema ovešenja, dolazi do ograničavanja brzina kretanja, smanjuje se efikasnost naoružanja i pogoršavaju se uslovi rada članova posade.

Novu perspektivu u razvoju tenkovskih sistema ovešenja predstavljaju podešavajući sistemi ovešenja (sl. 4) i već su razrađena dva teoretski moguća principa. Jedan je zasnovan na nepre-



Sl. 4 Stabilizacija tela tenka pomoću upravljivog hidropneumatskog sistema ovešenja: a — na usponu; b — na spuštanju; c — u zaklonu.

kidnom lociranju puta ispred tenka pomoću specijalnog davača koji može da bude laserski, radarski ili ultrazvučni. Elektronski računar u tenku podatke o neravninama zemljišta, brzini tenka i položaju tela tenka u prostoru pretvara u signale pomoću kojih se komanduje mehanizmima za pokretanje koji menjaju karakteristike sistema ovešenja. Tako, ako osloni točak naiđe na nerav-

ninu, poremećaji koji se prenose na telo tenka su minimalni, a za poboljšanje preciznosti stabilizacije tela tenka može se jednovremeno menjati i brzina tenka. Stručnjaci pretpostavljaju da se ovakav princip upravljanja sistemom ovešenja može realizovati i pomoću hidropneumatskih gibnjeva.

Mehanički sistemi bi mogli da imaju jednostavniju varijantu upravljanja na bazi registrovanja odstupanja tela od zadatog položaja. Signalima od posebnih uređaja u tenku aktiviraju se izvršni pogonski elementi u sistemu ovešenja tenka, koji reaguju na pomenuta odstupanja i stabilizuju telo tenka.

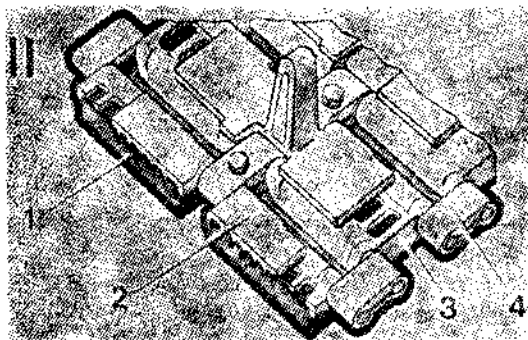
Stručnjaci tvrde da će se pomoću upravljivih sistema ovešenja tenka moći u potpunosti realizovati brzinske mogućnosti savremenih tenkova, pojednostaviti i poboljšati preciznost stabilizatora naoružanja i poboljšati uslovi rada članova posade. Za pojednostavljenje ovih sistema potrebno je rešiti niz problema u oblasti pouzdanosti elemenata i sistema u celini, a posebno brzine dejstva, ekonomičnosti i efikasnosti. Za funkcionisanje ovih sistema potreban je utrošak mnogo veće snage, i do 10—15% snage motora.

Manevarske osobine tenka i njegova prohodnost preko zemljišta sa slabom nosećom površinom (blato, pesak) zavise od kvaliteta hodnog guseničastog dela. Od svih agregata tenka, hodni deo i njegovi elementi su podvrgnuti najvećim opterećenjima i izloženi su dejstvu abrazivne i agresivne sredine. Pri razvoju hodnog dela ili pri njegovom usavršavanju, velika se pažnja posvećuje obimnim teoretskim istraživanjima, čiji se rezultati mogu teško prognozirati. Zbog toga i postoje probni modeli hodnog dela i u toku njihovih ispitivanja na zemljištu može se doći do zaključaka o dugovečnosti, pouzdanosti, otpornosti na dejstvo protivoklopnih mina i o drugim karakteristikama pojedinih elemenata.

Dugovečnost guseničastog hodnog dela tenka, koja se definiše njegovim

resursom, postiže se prvenstveno korišćenjem gumenometalnih zglobova pomoću kojih se spajaju pojedini članci gusenice. Među vojno-tehničkim stručnjacima nema jednoglasnog mišljenja za konstruisanje ovih zglobova, a evidentni su i ozbiljni neuspeši u konstruisanju novih tenkovskih gusenica.

Za bolje prijanjanje gusenica na tlo planirana je primena zamenjivih gumenih papuča i dodatnih metalnih rebra. Za smanjivanje vibracija koje se prenose na telo tenka radi se na rekonstruisanju staze po kojoj se kreću osloni točkovi, a i na istraživanju varijanti razmeštaja oslonih točkova zavisno od članka gusenice. Predlaže se i elastično pričvršćivanje bočnih prenosnih reduktora, mehanizma za podešavanje zategnutosti gusenica i točkova nosača (koji podržavaju gornji krak gusenice) sa telom tenka. Stručnjaci smatraju da će se na taj način smanjiti nivo vibracija za 30—70%. Na sl. 5 prikazan je deo gusenične trake sa gumenometalnim zglobovom.



Sl. 5 Članak gusenice sa gumenometalnim zglobovima:

1 — spoljašnja gumena papuča (podmetač); 2 — čelično rebro; 3 — članak gusenice; 4 — obujmica.

Velike nade polazu se u izradu gusenica od novih materijala, čime bi se smanjila masa i opterećenost gusenica. Ovde se misli na kompozitne i plastične materijale. Međutim, deficit takvih materijala ne daje mnogo nade za primetne uspehe u bliskoj budućnosti.

Jedno od rešenja može da bude korišćenje različitih kompenzacionih uređaja u guseničastom hodnom delu, dok je perspektivan i sistem automatskog podešavanja zategnutosti gusenica. Međutim, to će dovesti do usložavanja konstrukcije hodnog dela, do uveličavanja mase i zapremine i do poskupljivanja.

P.M.

Novi italijanski lovac tenkova — točkaš B-1 »CENTAURO«

Uvod

Početakom devedesetih godina reorganizovani KoV Italije počeo da prima znatan broj novih oklopnih borbenih vozila za naoružavanje oklopnih i pešadijskih jedinica. Većina sadašnjih oklopnih vozila je stranog porekla, kao što je američki tenk M61A1, nemački tenk LEOPARD 1 i američki oklopni transporter M113. Doduše, ova vozila izrađena su u Italiji na osnovu licence ili, kao što je slučaj sa francuskim borbenim vozilom pešadije VCC-1, koje je modifikovano kako bi zadovoljilo italijanske taktičko-tehničke zahteve.

Četiri nova oklopna borbená vozila su projektovana i proizvedena u Italiji prema specifičnim TTZ KoV Italije. To su osnovni borbeni tenk C-1 ARIETE (vidi VTG br. 2/1989, str. 230), lovac tenkova-točkaš B-1 CENTAURO, borbeno vozilo pešadije VCC-80 i univerzalno lako vozilo PUMA (4×4).

Lovac tenkova B-1 CENTAURO (8×8) (sl. 1) ima i oznaku firme FIAT »Type 6638 G«, a nalaziće se u naoružanju šest novih brigada italijanskog KoV, od kojih će biti oformljene snage na brze intervencije i biće korišćene samo u Italiji. Brzina ovih vozila na putu omogućuje brže razvijanje snaga nego što je to bio slučaj sa tenkovima, dok će troškovi obuke posada i troškovi

*) Prema podacima iz časopisa »International defense review«, 12/1989.

održavanja biti znatno smanjeni. Podršku ovim vozilima davaće različite konfiguracije univerzalnog vozila PUMA, uključujući protivoklopno vozilo sa projektilima MILAN, vozilo naoružano minobacačem 81 mm, komandno vozilo i oklopni transporter.

ARIETE i borbenom vozilu pešadije VCC-80.

TTZ su bili odobreni krajem 1984, a razvojni rad na pogonskoj grupi i sistemu oslanjanja već je obavljen, pa su na probnom modelu bez oklopa ispitani pogonska grupa i elementi oslanjanja.



Sl. 1 Oklopni lovac tenkova B-1 »CENTAURO« u trenutku zaokreta sa prvim, drugim i četvrtim upravljačkim parom točkova.

Razvoj lovca tenkova B-1 CENTAURO

Početkom 1984. KoV Italije formulisao je TTZ za jedno veoma pokretljivo vozilo-točkaš, koje bi bilo lovac tenkova, naoružano topom 105 mm koji je balistički identičan sa topom ugrađenim u 920 tenkova LEOPARD 1 i 300 M69A1. TTZ KoV zahtevaju da novo vozilo ima veliku brzinu na putu od koje zavisi stratezijska pokretljivost, veliku autonomiju vožnje i dobru pokretljivost van puteva. U sistemu za upravljanje vatrom ovog vozila ima mnogo zajedničkih delova sa sistemom za upravljanje vatrom na tenku C-1

Prva vožnja probnog modela obavljena je aprila 1985. Kasnije je ugrađena probna kupola za ispitivanje ergonomske aspekata čovek-vozilo i ispitivanje gađanja iz topa 105 mm u najtežim operativnim uslovima, kao što je gađanje sa nagiba i pokretanjem topa po pravcu levo i desno.

Januara 1987. završen je prvi kompletni prototip, drugi sredinom 1987, a do decembra su u program ispitivanja uvedena četiri kompletna vozila. Još pet vozila dovršena su 1988, uključujući vozilo sa oklopnim telom koje štiti od balističkih pogodaka, a koje će biti podvrgnuto ispitivanjima u KoV Italije.

Fabrika FIAT priprema izradu nulte serije (predserije) od 10 vozila; prvo bi trebalo da bude isporučeno KoV-u Italije januara 1990, a ostala u toku 1990. godine. Serijska proizvodnja počće 1991, tako da će tempo izrade biti do 10 vozila mesečno. Italijanskom KoV-u potrebno je 450 lovaca tenkova B-1 CENTAURO (8×8).

Za razliku od prototipa, serijsko vozilo imaće povećani smeštajni prostor, modifikovani zadnji deo kupole, vrata umesto rampe u zadnjem delu tela vozila i poboljšanja borbenih mesta članova posade i sistema oružja.

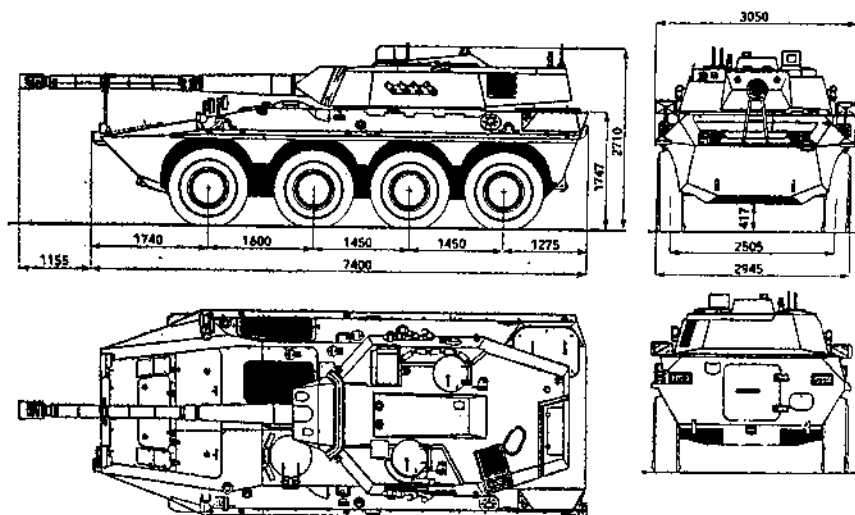
Konfiguracija lovca tenkova B-1 CENTAURO (8×8)

Lovac tenkova B-1 CENTAURO ima telo i kupolu od potpuno zavarenog čeličnog oklopa i obezbeđivaće kružnu zaštitu od malokalibarske municije do 12,7 mm i parčadi granata, dok će u prednjem luku oklopna zaštita obezbeđivati zaštitu od projektila 20 mm.

vozila protivpožarnom pregradom. Vozač ima podešavajuće sedište, jednodelni poklopac otvora sa leve strane i tri periskopa za osmatranje prednje polusfere. Srednji periskop može se zameniti pasivnim periskopom VG/DIL za noćno osmatranje.

Firma »OTO Melara« isporučiće potpuno integrisanu i ispitanu kupolu, spremnu za ugradnju na šasiју. Kupola se postavlja na krov vozila, nešto unazad od ose vozila, i u njoj komandir sedi na levoj, a nišandžija na desnoj strani, iza i iznad punioca.

Za osmatranje komandir vozila ima četiri periskopa napred i sa strane i jednodelni poklopac otvora sa otvaranjem unazad. Stabilizovani dnevni nišan postavljen je ispred otvora komandira sa mogućnošću osmatranja u punom krugu od 360°, a da se pri tome ne pokreće glava. Nišandžija izlazi iz vozila kroz otvor punioca sa jednodelnim poklopcem, koji se otvara unazad. Na desnoj strani krova kupole postoji pet periskopa koje koriste nišandžija i



Sl. 2 Šematski izgled lovca tenkova B-1 »CENTAURO« sa dimenzijama.

Vozač vozila smešten je u levom prednjem delu vozila, dok je motor u desnom delu, odvojen od ostalog dela

punilac. Na slici 2 šematski je prikazan oblik vozila u četiri projekcije sa dimenzijama.

Naoružanje

Lovac tenkova B-1 CENTAURO (8×8) naoružan je topom 105 mm 52 kalibra italijanske proizvodnje sa sistemom dugog trzanja. Koristi standardnu municiju NATO, kao i topovi L7 i M68, uključujući potkalibarske protivoklopne projektele APFSDS. Vertikalno-klizni zatvarač ostaje otvoren posle izbacivanja prazne čaure. Top ima referentni sistem na ustima cevi, termalnu oblogu sa integralnim izbacivačem barutnih gasova i gasnu kočnicu sa više prereza. Cev je autofretirana (samoojačana), a maksimalno trzanje je 750 mm. Vozilo prevozi ukupno 40 metaka 105 mm, od čega je 14 u kupoli, a ostatak u telu vozila.

Pokretanje kupole po pravcu i oruđa po elevaciji je elektrohidrauličko sa ručnim pogonom kao rezervnim. Niski profil kupole ograničava depresiju i elevaciju oruđa od -6° do $+15^{\circ}$, što je nešto manje nego kod osnovnih borbenih tenkova. Da bi se obezbedila depresija oruđa od -6° , centar krova kupole je nešto izdignut duž ose topa. Mada je top stabilizovan, lovci tenkova CENTAURO u KoV Italije moraju zastati, pa onda otvarati vatru.

Mitraljez M42/59 7,62 mm spregnuto je postavljen sa leve strane topa, dok je još jedan ugrađen na krovu kupole za protivvazдушnu odbranu. Na obe strane kupole ima po četiri bacača dima sa električnim upravljanjem i oni dejstvuju u prednjem luku vozila.

Sistem za upravljanje vatrom

Sistem za upravljanje vatrom TURMS (Tank Universal Reconfigurable Modular System) isti je kao onaj u tenku C-1 ARIETE, a neznatno modifikovan biće ugrađen i u borbeno vozilo pešadije VCC-80. Osnovni elementi ovog sistema su nišani komandira i nišandžije, digitalni balistički računar, senzori, referentni sistem na ustima cevi i table sa displejima za komandira, nišandžiju i punioca.

Stabilizovani panoramski nišan komandira ima uveličavanje $\times 2,5$ i $\times 10$, a za noćno osmatranje termovizijska slika sa nišana nišandžije pokazuje se na posebnom TV-monitoru na borbenom mestu komandira. Pokretanje po azimutu je u punom krugu, a po elevaciji od -10° do $+60^{\circ}$.

Nišandžija ima stabilizovani periskopski dnevno-noćni laserski nišan, u kojem su integrisani primarno stabilizovano ogledalo glave, vizuelni deo, laserski primopredajnik i termovizor, sve u jednom kućištu. Dnevno-noćne termovizijske slike sa uveličavanjem $\times 5$, sa širokim i uskim vidnim poljem prolaze kroz zajedničko ogledalo glave. Nišandžija, takođe, ima spregnuti teleskop C-102 sa uveličavanjem $\times 8$ i tri nišanske tačke sa ručnim odabiranjem.

Digitalni balistički računar vrši proračune za otvaranje vatre, upravlja optičkim nišanom, laserskim daljnomerom i servouređajima, a i sa senzorima, ugrađenom opremom za dijagnostiku ispravnosti i obukom. Takođe, omogućuje da se sistem rekonfiguriše od normalnog rada na rezervni režim u slučaju delimičnih otkaza. Ključni senzori obezbeđuju meteorološke podatke i podatke o položaju vozila i ishabanosti topa.

Pogonska grupa

Za pogon lovca tenkova B-1 CENTAURO koristi se dizel-motor MTCA V-6 snage 388 kW pri 2300 min⁻¹, sa turbopunjačem. Kako vozilo u borbenom položaju ima masu od 24 t, specifična snaga iznosi 16,16 kW/t. Borbeno vozilo pešadije VCC-80 takođe ima isti motor, dok su neki delovi motora zajednički sa motorom koji pokreće osnovni borbeni tenk C-1 ARIETE. Za zamenu kompletnog motora u vozilu potrebno je samo 20 minuta.

Prenos snage od motora vrši se preko potpuno automatske transmisije ZF SHP-1500 sa pet stepeni prenosa napred i jednim nazad. Transmisija i

razvodnik pogona izrađuju se po licenci u Italiji. Snaga motora se od transmisije prenosi na diferencijal za distribuiranje na svaku stranu vozila preko kardanskih vratila, koja tada uključuju posebno vratilo i konusnu spojnicu za svaki točak.

Vozilo ima hidropneumatski sistem oslanjanja sa četiri upravljačka prednja točka i pri brzinama ispod 20 km/h na zadnja dva točka. Postoji centralni sistem za podešavanje pritiska u gumama točkova pomoću kojeg vozač može da prilagodi pritisak u gumama uslovima zemljišta, čak i u toku vožnje. Vozilo CENTAURO može da nastavi vožnju i kada mine oštete četiri točka, dok vozilo-guseničar pri nailasku na minu ostaje nepokretno.

U zadnjem delu kupole smešten je sistem za RHB zaštitu sa natpritiskom, a sličan je sistemu tenka C-1 ARIETE. Pomoću sistema za kondiciranje vazduha posada će udobno da dejstvuje u opsegu temperatura od -30°C do $+44^{\circ}\text{C}$. Pored toga, vozilo ima i drugu standardnu opremu, kao što je prednji čerkr, sistem za otkrivanje i gašenje požara u motorskom odeljenju, kao i sistem za otkrivanje i sprečavanje požara i eksplozije u borbenom odeljenju.

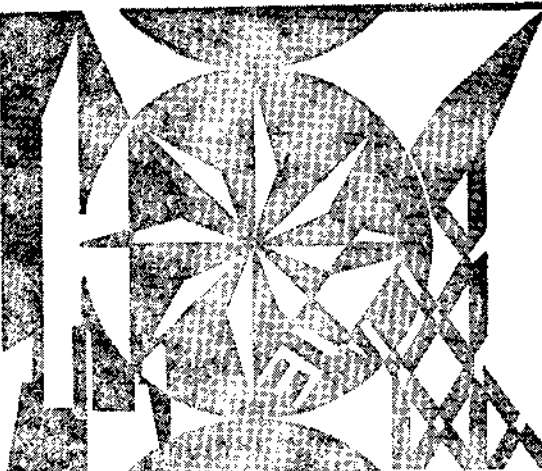
Kako je proizvođač ovog vozila (FIAT) imao određenog uspeha sa izvozom ranijih oklopnih transportera »TYPE 6614« (4×4) i oklopnih automobila »TYPE 6616«, kao i vojnih kamiona, sada je firma počela sa prodajom lovca tenkova CENTAURO i kada krene serijska proizvodnja vozilo će biti italijanskih izvoznih propisa. Lovac ti ponuđeno drugim zemljama u okviru tenkova CENTAURO takođe može da bude modifikovana za protivoklopne i protivavionske vođene projekte, a njegovo uvođenja u naoružanje KoV Italije povećaće prodajne potencijale.

Taktičko-tehnički podaci

- broj članova posade 4
- masa u borbenom stanju [kg] 24.000

- specifična snaga [kW/t] 16,16
- dužina tela [m] 7,4
- dužina, uključujući i top [m] 8,515
- širina tela vozila [m] 3,05
- širina preko točkova [m] 2,945
- ukupna visina [m] 2,71
- visina do krova kupole [m] 1,747
- klirens [m] 0,417
- razmak između osovina [m] 1,6 + 1,45 + 1,45
- raspon točkova [m] 2,505
- prednji/zadnji prilazni ugao [$^{\circ}$] 45/60
- maksimalna brzina na putu [km/h] preko 100
- autonomija vožnje [km] 800
- kapacitet rezervoara za gorivo [l] 540
- savlađivanje:
 - uspona [%] 60
 - bočnog nagiba [%] 30
 - zida [m] 0,55
 - rova [m] 1,55
 - gaza [m] 1,2
- borbeni komplet metaka 105 mm [kom] 400
- borbeni komplet metaka 7,62 mm [kom] 4.000
- borbeni komplet dimnih bombi [kom] 8
- brzina pokretanja kupole po pravcu [rad/s] 0,4
- brzina pokretanja topa po elevaciji/depresiji [rad/s] 0,13

P.M.



tehničke novosti i zanimljivosti

Španski protivoklopni sistem treće generacije »ARIES«¹

Španska firma SERALTEC razvija protivoklopnu raketu treće generacije ARIES u saradnji sa grupom EXPLOSIVOS RIO TINTO i američkom firmom HUGHES.



ARIES se ispaljuje iz cevnog lansirnog uređaja montiranog na pokretnom tronožnom postolju, koje bi se moglo »pozajmiti« i od protivoklopnog sistema TOW, uz upotrebu odgovarajućeg kompleta za adaptaciju. Raketa nema

vođenje preko žice, nego pomoću milimetarskih talasa, čije su frekvencije i sistem kodiranja tako izabrani, da bi se mogli maskirati atmosferskim šumovima.

Masa kompletnog sistema raketa-tronožac-sistem vođenje nije veća od 40 kg. Prvo eksplozivno punjenje bojne glave rakete namenjeno je da rasprsnje reaktivni oklop koji štiti tenk. Posle jednog dela sekunde nastaje druga eksplozija u breši probijenoj prvom eksplozijom, čime je obezbeđeno uništenje oklopnog vozila.

Sistemi vođenja i eksplozivnih punjenja u tandem-rasporedu rakete ARIES projektovani su tako da ona napada cilj bočno, a ne sa prednje strane, kao što je to uobičajeno.

Da bi se zaštitio operator, upotrebljava se bezdimno čvrsto pogonsko raketho gorivo, pa se, dakle, putanja rakete ne obeležava. Ovo pogonsko gorivo razdeljeno je na dva dela, jedan za lansiranje, a drugi za marševski let. Prvi deo smešten je u lansirnoj cevi i ne nalazi se u raketi, a njegovo sagorevanje je tako brzo da, kada raketa izađe iz lansirne cevi, nema opasnosti da operator bude povređen plamenom. Da-

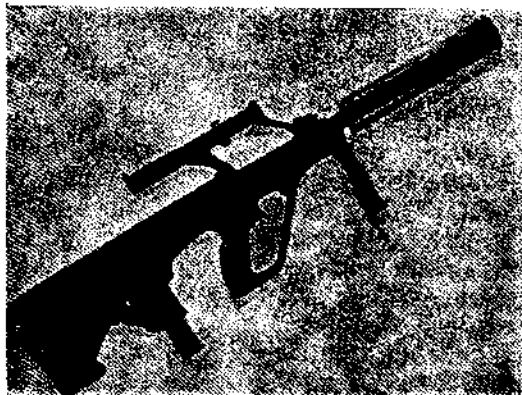
¹ Prema podacima iz: DEFENSE & ARMEMENT HERACLES INTERNATIONAL 1989, br. 82, str. 8.

kle, ARIES može da se ispaljuje u ograničenoj sredini.

Značajan aspekt novog sistema je nadzvučna brzina rakete, zahvaljujući raketnom motoru smeštenom između dva eksplozivna punjenja i koji funkcionira 1,5 s. Ovim motorom i rasklapajućim kormilima pravca upravlja mikroprocesor za vođenje ARIESA na trajektoriji (12 s) do cilja, koji je izabrao operator. Domet od 10000 m biće znatno veći nego kod konkurentnih raketa.

Austrijski automat »AUG« sa prigušivačem pucnja²

Na osnovu poznate automatske puške 5,56 mm AUG, austrijska firma STEYR MANNLICHER razvila je novi automat sa ugrađenim prigušivačem pucnja, kalibra 9 mm (metak 9×19 mm PARABELLUM). Novi automat je razvijen na istom principu (»bullpup«) kao i automatska puška 5,56 mm AUG (po spoljnjem izgledu, izuzimajući priguši-



vač, automat se ne razlikuje od puške). Pojedini delovi automata su isti kao kod automatske puške (razlikuje se sklop cevi, sklop zatvarača, težište okvira i okvir). Automat je namenjen specijalnim jedinicama armije.

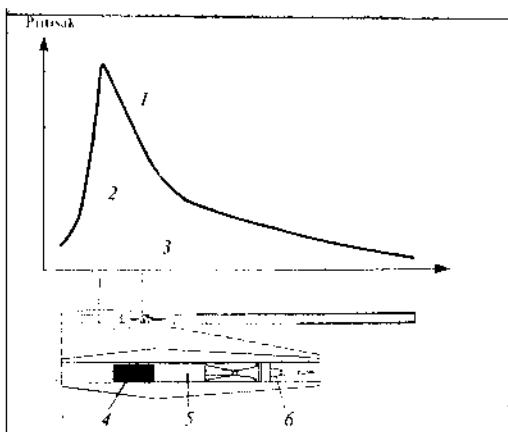
² Prema podacima iz: DÉFENSE & ARMEMENT HÉRACLES INTERNATIONAL 1989, br. 81, str. 61.

Masa automata je 3,3 kg, a dužina cevi 420 mm. Hranjenje se vrši iz okvira kapaciteta 25 metaka (kao opciju, firma nudi i automat sa okvirima kapaciteta 32 metka). Ovo je jedino oružje ove kategorije koje je u standardnoj verziji opremljeno optičkim nišanom. Brzina gađanja novog automata je 650 do 750 metaka/minut.

Automat se odlikuje veoma dobrom preciznošću (što je retka karakteristika oružja sa prigušivačem pucnja). Na rastojanju od 100 m rasturanje pogodaka grupe od 5 metaka je reda 125 mm.

Pešadijska protivoklopna oružja na bazi kinetičke energije udara³

Efikasnost sadašnje generacije pešadijskih PO oružja na bazi kumulativnog efekta, protiv savremenih višeslojnih i reaktivnih oklopa, je pod ozbiljnim znakom pitanja. Potkalibarni projektili na bazi kinetičke energije uda-

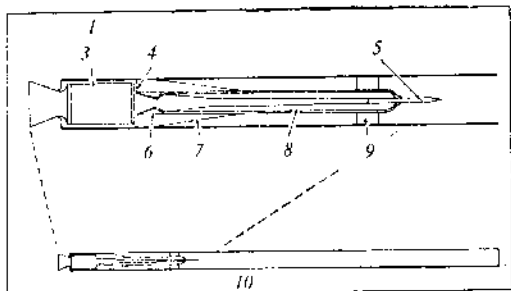


Sl. 1 Princip projektovanja i pritisci u bestrajnom oružju sa kontramasom

1 — pritisak koji deluje na cev i odgovara zahtevanoj debljini zida cevi; 2 — pritisak koji deluje na kontramasu; 3 — pritisak na zaptivački prsten; 4 — kontramasa; 5 — barutno punjenje; 6 — potkalibarni projektil sa vodećim prstenom.

³ Prema podacima iz: MILITARY TECHNOLOGY 1989, br. 4, str. 72—76.

ra su mnogo manje osetljivi na dejstvo višeslojnog, a skoro potpuno otporni na dejstvo reaktivnog oklopa.



Sl. 2 Princip lansiranja dvostepenog strelastog projektila

1 — prva faza; 2 — druga faza; 3 — startni motor; 4 — zaptivajući prsten; 5 — jezgro; 6 — mlaznica; 7 — krilca; 8 — barutno punjenje; 9 — odbacujući vodeći prsten; 10 — laka cev od kompozitnog materijala na bazi ugijanih vlakana:

U Švedskoj su već nekoliko godina u toku istraživačko-razvojne aktivnosti u cilju razvoja pešadijskog protivoklopnog oružja na bazi kinetičke energije udara. Naziru se dva osnovna rešenja: bestrajni top i dvostepena nevođena raketa velike brzine. U oba slučaja postižu se brzine reda 2000 m/s i nivoi probojnosti efikasni protiv lakooklopljenih ciljeva (borbena vozila pešadije sa ojačanim oklopom). Moguće je hibridno rešenje sistema top-raketa, ali postignuti rezultati ukazuju na njegove lošije ukupne karakteristike u odnosu na razdvojena rešenja topa ili rakete.

Kao ultimativan se postavlja osnovni zahtev omogućavanja ručnog prenošenja od strane jednog ili, ako je ras-tavljen sistem, sa najviše dva čoveka, imajući u vidu dobru pokretljivost, lako rukovanje i otpornost na atmosferske uticaje i vatrena dejstva na bojištu. Najveći napredak je već ostvaren, a očekuje se i u budućnosti, u oblasti kompozitnih materijala visoke čvrstoće za izradu cevi i baruta velike brzine sagorevanja. Radi smanjenja nivoa udarnog talasa opasnog po posadu, koristi se kontramasa koja mora biti od materijala što veće gustine, male čvrstoće, da

bi se po izlasku na zadnji kraj cevi rasula u bezopasne čestice. Na smanjenje mase cevi utiče postupak »autofrolovanja« i organizacija barutnog punjenja, tako da se pri sagorevanju barutnog punjenja u toku kretanja projektila kroz cev obezbeđuje konstantan pritisak gasova sagorevanja. Na konačne rezultate znatan efekat ima i odgovarajući izbor oblika i materijala potkalibarnog projektila, njegovog zaptivajućeg prstena i vodećeg prstena. Glavni problemi rešenja oružja u vidu rakete visoke brzine su u njoj manjoj preciznosti, što se delimično rešava na način da prvi stepen rakete služi za njeno lansiranje, a drugi za ubrzavanje na konačnu brzinu, posle čega se odvaja, a na cilj stiže samo potkalibarni projektil. Ovo je opravdano naročito u slučaju borbe sa ciljevima na daljinama od preko 1000 m, jer se u ovom slučaju postižu desetostruko manji gubici brzine nego ako na cilj stiže kompletan drugi stepen rakete.

Kineski dalekometni raketni sistem »WS-1«⁴

U cilju popune praznine između klasične vučne i samohodne artiljerije i taktičkih raketa, kinesko udruženje CPMIEC (China Precision Machinery Import and Export Corp.) razvilo je novi dalekometni nevođeni raketni sistem WS-1. Sistem sačinjava terensko vozilo 6×6 i četiri lansera postavljena na obrtnoj platformi u zadnjem delu vozila (za obezbeđenje zauzimanja potrebnog pravca i elevacije). Radi obezbeđenja potrebne stabilnosti pri lansiranju na vozilo su ugrađene hidraulične pokretne stope. Popuna lansera vrši se ručno.

Raketa je dugačka 4,52 m, ima prečnik 320 mm i masu 520 kg od čega je 130 kg masa bojne glave. Pretpostavlja

⁴ Prema podacima iz: JANE'S DEFENCE WEEKLY 1989, 11. mart, str. 406.

se da je bojna glava kasetnog tipa. Raketa ima četiri fiksna krilca i postiže maksimalnu visinu leta 30.000 m sa maksimalnom brzinom 3,6 Ma. Maksi-



malni domet je 80.000 m, a minimalni 20 do 30.000 m sa verovatnom devijacijom 1 do 1,25% dometa.

Američki tenkovski navigacioni sistem »M1A2«⁵

Firma SMITHS INDUSTRIES' SLI AVIONICS SYSTEMS CORP. zaključila je ugovor koji se odnosi na razvoj i isporuku prototipova sistema za navigaciju i određivanje pozicije (POS/NAV) i koji će se ugraditi u tenkove ABRAMS radi ispitivanja. Ako ispitivanja budu uspešna, očekuje se da će se do sredine 1990-ih godina proizvesti oko 4.000 novih POS/NAV sistema.

Novi sistem će se razvijati na osnovu sistema za podršku navigacije vozila MODEL 9265, firme SMITHS INDUSTRIES'. Sistem se sastoji od žiroskopa, koji je senzor za smer i položaj vozila i koji, zajedno sa referentnom jedinicom vozila povezanom sa ostalim uređajima na tenku, daje informacije komandiru i vozaču tenka. Na osnovu tih informacija oni mogu da precizno odrede poziciju vozila u toku vožnje

velikom brzinom. Na taj način je izbegnuta potreba za zaustavljanjem tenka radi orijentisanja na terenu i određivanja pozicije na karti.

Ugradnja POS/NAV sistema samo je jedna od mnogih modifikacija koje se vrše u okviru programa M1A1 blok II, koji će posle usvajanja postati M1A2.

U okviru ostalih poboljšanja, treba napomenuti uvođenje nezavisnog terminizirskog displeja za komandira, koji izrađuje firma TEXAS INSTRUMENTS, zatim poboljšani oklop, pojačanu borbenu stanicu komandira i laserski daljinomer (CO₂).

Američki džepni uređaj za noćno osmatranje »STAR-TRON MK-850«⁶

Američka firma STAR-TRON TECHNOLOGY proizvela je pasivni džepni uređaj za noćno osmatranje, koji predstavlja uređaj za pojačavanje slike druge generacije i tvrdi se da je najmanji na svetu.



Džepni uređaj za osmatranje MK-850 dugačak je samo 9,2 cm, a prečnik mu je 4,8 cm, dok mu je masa 335 g sa

⁵ Prema podacima iz: JANE'S DEFENCE WEEKLY 1989, 25. mart, str. 527.

⁶ Prema podacima iz: INTERNATIONAL DEFENSE REVIEW 1989, br. 3, str. 389.

dve standardne baterije AAA. Uređaj ima jednodielno aluminijumsko kućište, hermetičan je i otporan na udar. Može se opremiti sočivom objektiva 20 mm f/1.0 koje daje ugao vidnog polja od 48° , ili sočivom 75 mm f/1.4 sa uveličavanjem $\times 3,75$, koje je, navodno, najveće za džepne uređaje za osmatranje koji odgovaraju vojnim standardima (MIL SPEC).

Ovaj uređaj ima i IC-osvetljivač velikog intenziteta kada nema ambijentalne svetlosti. Može biti fokusiran do 7,5 cm i da ima uveličanje od $\times 2,5$ za »pokriveno manipulisanje malim delovima i sklopovima«.

Navodi se da je cena osnovnog uređaja 4.040 dolara, a postoji komplet pomoćnih delova, uključujući binokular, i dodatka za korišćenje ovog uređaja sa jednosočivnom, refleksnom, video ili kino-kamerom.

Laserska oprema rumunske firme »ROM TEHNICA«⁷

Na izložbi u Ankari rumunska firma ROM TEHNICA prikazala je asortiman laserske opreme koja je u opremi rumunskih OS. Ni jedan od ovih laserskih uređaja ne izvozi se do sada. Najmanji je prenosni Nd:YAG laserski daljinomer dimenzija $220 \times 230 \times 95$ mm, a namenjen je za artiljeriju. Masa mu je 2,5 kg, a pokriva daljine od 200 do 9.990 m sa tačnošću određivanja daljine od ± 10 m. Domet druge varijante je do 15.000 m. Učestanost ponavljanja je 10 impulsa u minuti sa izlaznom energijom impulsa od 4,5 mJ i trajanjem između 7 i 10 ns. Maksimalna divergencija laserskog snopa je 1 mrad. Napajanje je iz izvora istosmerne struje 11–13 V.

Laserski daljinomer za primenu u obalskoj artiljeriji postavljen je na tro-

nožac (vidi sliku) i ima ukupnu visinu koja se podešava između 215 i 141 cm. Dužina laserskog uređaja je 45 cm, a širina 40 cm. Mogu se meriti daljine od 300 do 40.000 m sa tačnošću od ± 10 m. Laser ($1,06 \mu\text{m}$) ima maksimalnu snagu impulsa 2 MW, a učestanost ponavlja-



nja od 6 do 10 impulsa u minuti. Radna temperatura je u opsegu -30°C do $+50^\circ\text{C}$, a daljinski displej se može postaviti do 15 m.

PVO pasivni IC-senzor »IRS-700« švedske firme »SAAB«⁸

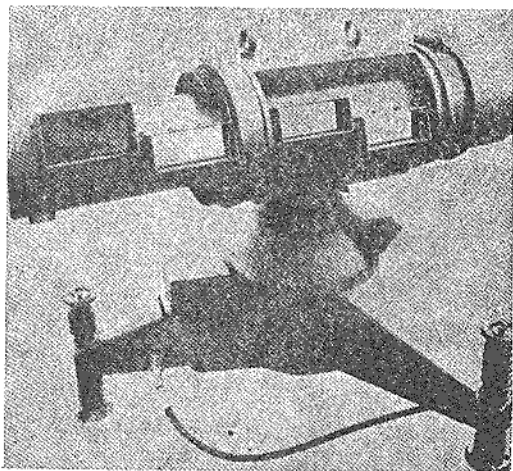
Pasivni infracrveni senzor IRS-700 švedske firme SAAB MISSILE obezbeđuje automatsku detekciju do daljine 12 km i precizno označavanje vazdušnih ciljeva po pravcu i mesnom uglu, po danu ili noći. Ovaj senzor sposoban je za istovremenu detekciju više ciljeva i pasivnu procenu opasnosti.

Slika koju stvara sistem za IC-skakanje prikazuje se na video ekranu.

⁷ Prema podacima iz: INTERNATIONAL DEFENSE REVIEW 1989, br. 6, str. 659.

⁸ Prema podacima iz: DEFENSE ET ARMEMENT HÉRACLES INTERNATIONAL 1989, br. 63, str. 77.

IRS-700, koji radi u frekventnom području od 8 do 12 μm , ima amplitudu skaniranja 360° po pravcu i 22°

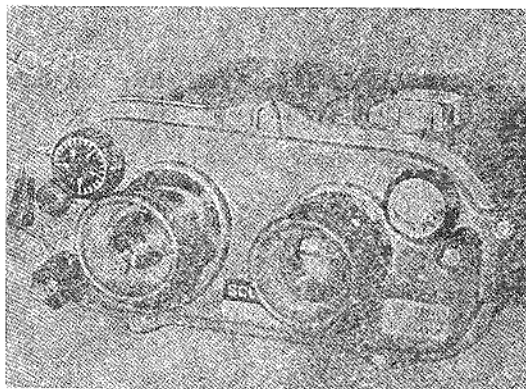


po elevaciji (brzo skaniranje 5°). Perioda skaniranja je 0,33 ili 2 s.

Ukupna masa senzora IRS-700 je 86 kg.

Kineski ručni artiljerijski laserski daljinomer »SC-83-II«⁹

Ručni laserski daljinomer SC-83-II marke CEIEC (Kineska nacionalna korporacija za uvoz i izvoz elektronske opreme) u principu je namenjen za artiljerijske osmatračke.



⁹ Prema podacima iz: DÉFENSE ET ARMEMENT HÉRACLES INTERNATIONAL 1989, br. 81, str. 59.

Ovaj daljinomer male mase (2,4 kg) i malih dimenzija ($192 \times 90 \times 223 \text{ mm}$) ima domet do 10 km (tačnost $\pm 5 \text{ m}$) i obezbeđuje 8 merenja u minutu, uz divergenciju snopa 1 mrad. Njegov optički sistem omogućuje uvećanje $7\times$, vidno polje 7° i podešavanje od 2 do 4 dioptrije.

Novi vođeni projektili zemlja-vazduh za KoV Švedske¹⁰

Švedska firma BCFORS ORDANCE ponudila je KoV-u Švedske dva nova tipa vođenih projektila zemlja-vazduh i očekuje da dobije ugovor za definiciju projekta. Prvi vođeni projektil, koji ima oznaku RBS703 BAMSE, je modifikovani projektil RBS70 opremljen buster-motorom velikog prečnika za postizanje većeg dometa i kraćeg vremena leta. Radarsko komandno vođenje po nišanskoj liniji zamenjuje sistem vođenja po laserskom snopu kao kod projektila RBS70.

Drugi projektil, poznat kao BANTAM, predstavlja novu konstrukciju. To je laki bacač sa ramena sa vođenjem po laserskom snopu, a posebno će se koristiti za napad na helikoptere.

KoV Švedske obavio je opsežnu studiju svojih budućih protivavionskih potreba, kako za odbranu vazduhoplovnih baza, tako i za odbranu razvijenih snaga. Što se tiče odbrane vazduhoplovnih baza, obavljena su ispitivanja kombinacije vođenih projektila RBS70, protivavionskih topova L/70 i radara GIRAFFE. Za odbranu snaga na bojištu, proučirani su sistemi oružja kao što su poboljšani HAWK, NASAMS (norveški razvoj AMRAAM za ulogu zemlja-vazduh), RBS703 i bacači sa ramena, kao što su BANTAM i STARS-TREK.

¹⁰ Prema podacima iz: INTERNATIONAL DEFENSE REVIEW 1989, br. 7, str. 881.

Jedna od osnovnih briga KoV-a Švedske je postojanje »crne rupe« koja postoji na daljinama od 10 do 15 km i visinama od 8.000 do 10.000 m, što je iznad dometa RBS70, BAMSE bi popunio taj prostor, a smanjio bi i vremena napada na osnovu veće brzine leta.

Predlog firme BOFORS uključuje 4 projektila u cevima na vučnoj vatrenoj jedinici-točkašu na kojoj je i paket senzora na sklapajućem jarbolu. Senzori firme ERICSSON RADAR EQUIPMENT sastoje se od jedne varijante radara EAGLE u Ka-opsegu (sa istom antenom koja se koristi za praćenje i cilja i projektila kao i za prenos komandi za vođenje), termovizora i, možda, laserskog daljinomera.

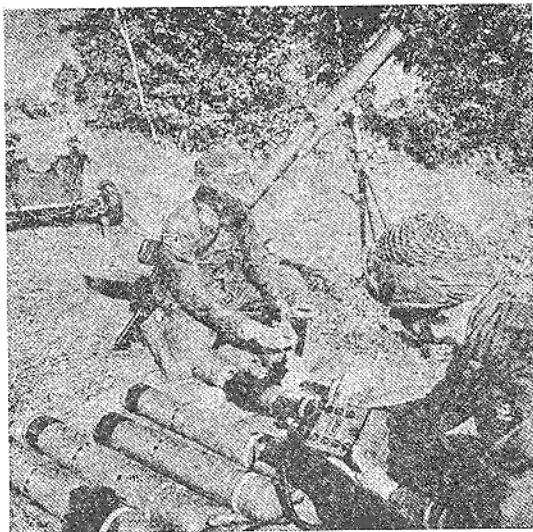
Tvrđi se da sistem vođenja obezbeđuje veliku preciznost i da istovremeno mogu da budu vođena dva projektila protiv jednog istog ili susednih ciljeva. Standardni EAGLE uspešno je pratio mali raketni cilj (poprečni presek 0,05 m²) na 10 km, a jurišni avion do 20 km. Bacač sa ramena BANTAM zamišljen je da bude dovoljno lak za jednog čoveka koji bi ga nosio i ispaljivao, uključujući nišan sa generatorom laserskog snopa.

Postoje nagoveštaji da KoV Švedske razmatra sa Australijom zajednički razvoj novog motora za RBS70, koji bi povećao brzinu leta projektila i produžio domet do oko 10 km.

Švedska minobacačka mina sa IC-samonavođenjem »STRIX«¹¹

Švedske firme FFV ORDNANCE i SAAB MISSILES po ugovoru vrednom 300 miliona kruna sklopljenim u novembru 1984., sa švedskom armijom, očekuju da do kraja 1989. godine završe razvoj 120 mm vođene minobacačke mine STRIX sa infracrvenim urađajem za samonavođenje. Svi postavljeni tak-

tičko-tehnički zahtevi ostvareni su i preostala su samo finalna prijemna ispitivanja. Ako budu uspešno okončana, ugovor za serijsku proizvodnju biće sklopljen do kraja godine, sa početkom proizvodnje za dve godine. Za minu je zainteresovano i više kupaca iz inostranstva.



Mina STRIX predviđena je za ispaljivanje iz standardnog minobacača kalibra 120 mm. Dužina joj je 1,34 m, a masa 24,2 kg, uključivši i marševski motor koji povećava domet sa 5 na 7,5 km. Prema komandama sa uređaja za samonavođenje dvanaest radijalnih mlaznica na obodu tela navode projektil sa kumulativnom glavom na cilj.

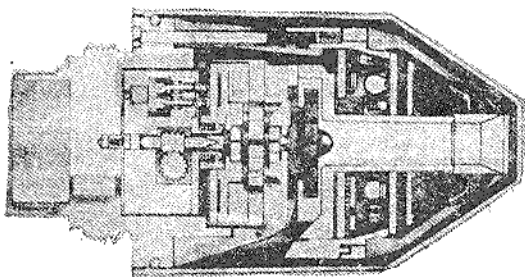
Višenamenski blizinski upaljač »FB 391« italijanske firme »BORLETTI«¹²

Višenamenski blizinski upaljač FB 391 italijanske firme BORLETTI namenjen je za ugradnju na projekte koji se ispaljuju iz minobacača kalibra 60, 81 i 120 mm.

¹¹ Prema podacima iz: INTERNATIONAL DEFENSE REVIEW 1989, br. 2, str. 176.

¹² Prema podacima iz: DÉFENSE ET ARMEMENT HÉRACLES INTERNATIONAL 1989, br. 83, str. 76.

Upaljač je radioelektrični, mase 180 g. Elektronski elementi se napajaju vazдушnom turbinom i alternatorom. Da bi se neutralisalo spoljašnje ometanje i optimizirala blizinska funkcija upaljača, korišćen je niz frekvencija i najnovije tehnike za obradu signala. Upaljač zadovoljava zahteve, propisane NATO standardima za armiranje: 1000 obrtaja turbine alternatora, ubrzanje od 700 g i brzina vetra 50 m/s, ima ugrađen elektronski hronometar (koji se podešava u fabrici) za neutralisanje blizinskog dejstva na početnom delu putanje projektila (nominalno vreme 3 s).

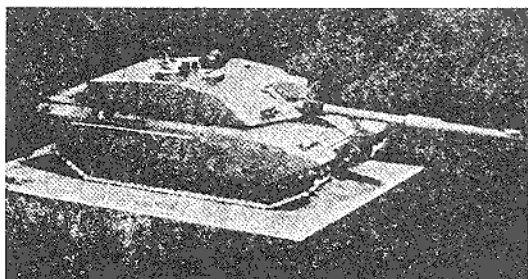


Posebnim biračem (u obliku prstena) bira se jedan od dva načina delovanja upaljača: blizinski ili udarni. Pri podešenosti na blizinsko delovanje (princip Dopplerovog efekta) do eksplozije dolazi na oko 3 m visine i pod padnim uglom od 45° do 90° . Trenutak eksplozije je nezavisan od padnog ugla, koeficijenta refleksije od tla i padne brzine. U režimu udarnog dejstva isključuje se blizinsko dejstvo.

Razvoj novog britanskog tenka »CHALLENGER 2«¹³

U decembru 1988. god. objavljena je informacija da je firma VICKERS DEFENCE SYSTEM dobila odobrenje da počne razvoj novog britanskog tenka CHALLENGER 2. Pored firme VIC-

KERS, ponude su dostavili zapadnonemačka firma KRAUSS MAFFEI i američka firma GENERAL DYNAMICS.



Novi tenk CHALLENGER 2, čiji je model prikazan na slici, razlikovaće se od postojećeg pre svega po kupoli, koja će biti nove konstrukcije. Postoje indicije da bi i proizvođač pogonske grupe, PERKINS, želeo da pojača postojeći motor CV. 12 na 1100 kW (1500 KS) radi ugradnje u novi tenk.

Iako je firma VICKERS dobila preliminarri ugovor, to ne znači da će dobiti i konačan ugovor. Naime, ministar za odbranu Velike Britanije je istakao da su postavljeni određeni zahtevi koje bi VICKERS trebalo da ostvari na novom tenku. Dat je rok do septembra 1990. godine do kada firma treba da dokaže da je sposobna da ostvari postavljene zahteve. U suprotnom, ponovo će se razmotriti opremanje oružanih snaga Velike Britanije novim tenkom.

Novo zapadnonemačko italijansko lako borbena vozila »AV 90«¹⁴

U cilju zamene zastarelih američkih transportera M 113 (50000 vozila u upotrebi širom sveta) zapadnonemačka firma KRUPP MAK i italijanska firma OTO MELARA otpočele su 1986. godine razvoj novog guseničnog lakog borbenog vozila. Prvi prototip novog vozila završen je decembra 1988. godine.

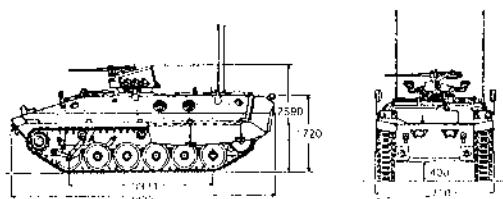
¹³ Prema podacima iz: DEFENSE 1989, februar, str. 141.

¹⁴ Prema podacima iz: INTERNATIONAL DEFENSE REVIEW 1989, br. 1, str. 89-90.

Pri koncipiranju novog vozila, koje je dobilo oznaku AV 90, vodilo se računa o stvaranju porodice vozila koju bi sačinjavalo:

- borbeno vozilo pešadije;
 - sanitetsko vozilo;
 - lako protivavionsko vozilo sa topovima 4×25 mm i
 - vozilo opremljeno raketama
- TOW.

Šasija vozila AV 90 je, u stvari, šasija vozila OTO MELARA C 13. Oklopno telo je aluminijsko. Omogućuje se povećanje osnovne oklopne zaštite vozila dodavanjem oklopnih ploča na oklopno telo do ukupne mase od 3,5 t.



U vozilo AV 90 se smešta ukupno 12 vojnika uključujući vozača i komandira. Pešadijsko odeljenje napušta vozilo preko rampe na hidraulični pogon, smeštene sa zadnje strane vozila. Međutim, i pored postojanja rampe ugrađena su i klasična vrata za slučaj opasnosti, odnosno kvara na instalaciji.

Na vozilo se mogu montirati kupole sa topom kalibra do 90 mm.

Na poligonu u Kielu izvršena je uporedna demonstracija vozila AV 90

i američkog transportera M 113 A2. Vozilo AV 90 se pokazalo superiorno, naročito u odnosu na pokretljivost.

Pogonsku grupu vozila sačinjavaju motor MTU 8V 183 TA 22 snage 270 kW (368 KS) koji je razvijen od poznatog Daimler Benz motora OM442A i potpuno automatska transmisija ZF LSG 1500.

Osnovni taktičko-tehnički podaci:

— dužina [m]	6
— širina [m]	2,7
— visina do krova [m]	1,7
— masa [t]	16,5
— maksimalna brzina [km/h]	64
— autonomija kretanja [km]	565—762
— maksimalni površinski pritisak [N/cm ²]	6,9

Savlađivanje prepreka:

— maksimalni uspon [%]	60
— vertikalne [m]	0,7
— vode do nivoa gornje gusenice	

Uporedni podaci za brzinu i ubrzanje za razne tipove vozila. Vreme u sekundama potrebno da se dostigne:

	brzina 40 [km/h]	put od 150 [m]	max. brzina
1. WIESEL	7	12	80
2. M 113 A1E (6V53 T-X 200-3)	14	18	64
3. AV 90	13,6	18,8	65
4. MARDER	13,5	18	70
5. LEOPARD 1	16	19	65
6. LEOPARD 2	11,5	17	72

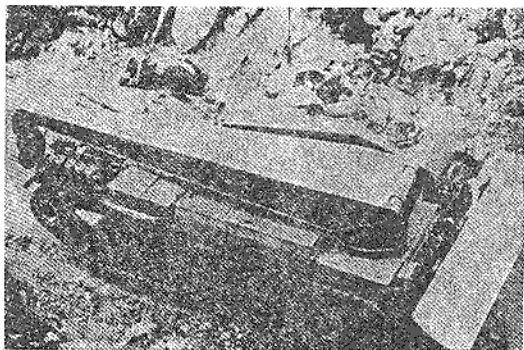
Oklopno vozilo za izvlačenje »M47 E2R«, španske firme »TALBOT«¹⁵

Španska firma TALBOT je, na osnovi tenka M47, razvila oklopno vozilo za izvlačenje M47 E2R, koje ima borbenu masu od 45,6 t.

Za pogon vozila služi dizel-motor TELEDYNE CONTINENTAL sa vazdušnim hlađenjem, snage 552 kW pri 2400 min⁻¹, koji je spregnut sa transmisijom ALLISON. Maksimalna brzina vozila iznosi 56 km/h, a autonomija kretanja 600 km.

Posada vozila broji 4 člana, koji su smešteni u kazamatu.

Naoružanje vozila sastoji se od 2 mitraljeza i to 1 mitraljez kalibra 12,7 mm, smešten spolja i 1 mitraljez kalibra 7,62 mm, smešten na unutrašnjem prednjem delu kazamata.



Specijalnu opremu vozila čine:

— hidraulična dizalica dužine 5,94 m, nosivosti tereta mase 50 t, okretna za 360° i radnim uglom —6° do +61°;

— hidraulični čekrk sa elektronskim komandama tipa CASSETTE, užitom dužine 100 m sa vučnom silom 35 t (direktno), odnosno 70 t preko koturače, i dve radne brzine.

¹⁵ Prema podacima iz: DEFENSE & ARMEMENT HERACLES INTERNATIONAL 1989, br. 81, str. 78.

— tenkovska ralice širine 3,65 m i visine 0,88 m, sa hidrauličnim komandama i potisnom silom od 35 t,

— generator za autonomnu proizvodnju električne energije (dizel-motor 6 kW, trofazni alternator, 50 Hz, 220/380 V, izlazna snaga 5,5 kVA).

Zapadnonemački optoelektronski sistem za prenos podataka »DAVONET«¹⁶

Po nalogu Ministarstva odbrane SRN firme PHILIPS i SIEMENS razvile su sistem za prenos podataka DAVONET (Data and Voice Optical Network). To je univerzalni digitalni sistem za prenos i raspodelu podataka, govora i slike pomoću optičkih kablova. Sistem je razvijen na osnovu realizovanih telekomunikacionih sistema sa optičkim provodnicima FOCON i SIFONET, ali je prilagođen, pre svega, zahtevima ratnih brodova, s tim što se može koristiti i na borbenim stanicama i u komandnim centrima.

DAVONET je decentralizovan i modularno konstruisan. On omogućava prenos 34,8 Mbit/s. Mreža se sastoji od aktivnih stanica, nazvanih BAU (Bus Access Unit), koje su u pogledu hardvera i softvera identične sve do modularnih korisničkih centrala. U stanicama BAU nalaze se, pored elektronike i optičkih kablova za osnovne funkcije DAVONET-a, još i 10 mesta za priključak individualnih centrala, koja se nazivaju BIU (Bus Interface Unit) i koja su realizovana modularno.

Bitna prednost sistema DAVONET, u odnosu na dosadašnji konvencionalni sistem za prenos podataka, je znatno povećana operativna fleksibilnost, integracija aktivnosti i podsistema i sta-

¹⁶ Prema podacima iz: WEHRTECHNIK 1989, br. 3, str. 50.

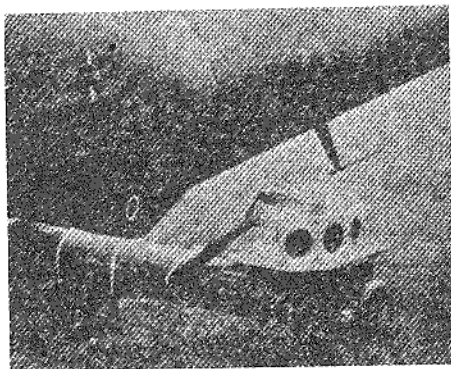
bilnost. Pored toga, obezbeđena je mogućnost velikog proširenja i menjanja sistema.

Novi sistem može da se ugradi (i da znatno poveća borbenu gotovost) kako u postojeće konvencionalne kablirane jedinice, zadržavajući prvobitnu arhitekturu sistema, tako i u buduće centrale koje su već opremljene sistemom DAVONET, pri čemu omogućava ekonomične promene organizacije telekomunikacija i veze na bazi softvera. U ovom drugom slučaju, novi sistem naročito doprinosi smanjenju troškova održavanja.

Optički telekomunikacioni sistem »ACQUIRE 100« britanske firme »FERRANTI INSTRUMENTA- TION«¹⁷

Britanska firma FERRANTI INSTRUMENTATION razvila je nov optički sistem pod imenom ACQUIRE 100. Sistem je namenjen prenosu digitalizovanog signala govora ili digitalnih podataka do brzine od 16 kb/s u borbenim

stiran na borbenom helikopteru GAZELLA. Čine ga 4 senzorska kvadranta, elektronska jedinica i kontrolna ploča. Svaki od senzorskih kvadranta pokriva 90 stepeni i ima po dve predajničke laserske diode, smeštene iznad prijemne fotodiode. Prijemne fotodiode su silikonski fotodetektori čija je spektralna osetljivost prilagođena karakteristikama



Sistem ACQUIRE 100 Ugrađen na helikopter

zračenja predajničkih dioda. Kako tvrdi firma, sistem je otporan na aktivno ometanje i na prisluškivanje.

Novi mobilni taktički komunikacioni sistem »ZODIAC« holandske firme »HOLLANDSE SIGNAALAPPARATEN«¹⁸

ZODIAC (ZOne Digital Automatic enCrypted) su automatizovane taktičke telefonske veze uz upotrebu personalnih kompjutera. Prvi sistem biće isporučен holandskoj armiji početkom iduće godine. Sistem je namenjen realizovanju govornih, teleprinterskih i telefaks veza, kao i prenosu podataka. Svaki od korisnika u komandno-štabnim kolima raspolagaće kriptozštićenim telefonom kao i modemom za teleks, PC

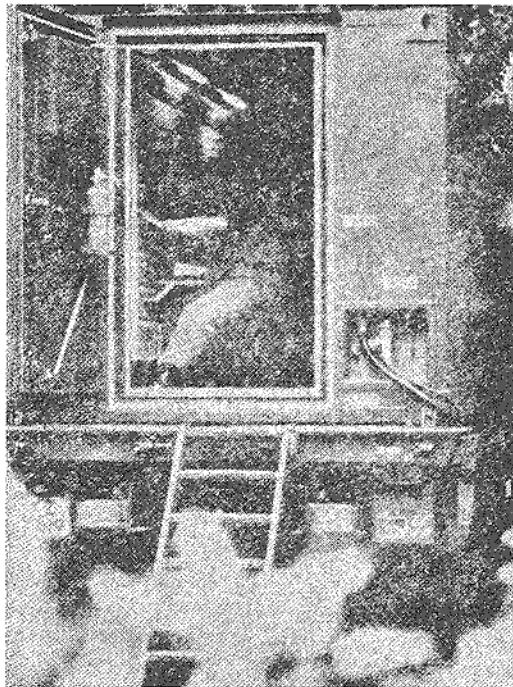


Sistem ACQUIRE 100

uslovima. Domet sistema je 500 m sa uglom zračenja od 360° u horizontalnoj ravni. Baziran je na GaAs laserskim diodama koje emituju malom snagom na talasnoj dužini 904 nm. Sistem je te-

¹⁷ Prema podacima iz: JANE'S DEFENCE WEEKLY 1989, 18. mart, str. 477.

¹⁸ Prema podacima iz: JANE'S DEFENCE WEEKLY 1989, mart, str. 520.



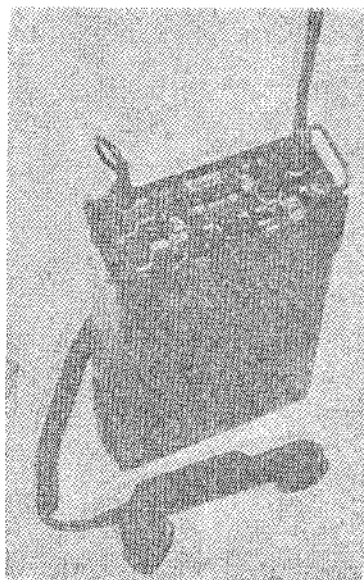
i telefaks. Veze će se odvijati automatski, bez posredstva operatora. ZODIAC je sistem predviđen za mobilne veze.

VVF-FM prenosni taktički radio-uređaj sa frekvencijskim skakanjem »AN/PRC-117« američke firme »HARRIS CORP.«¹⁹

Američka firma HARRIS CORP, razvila je novi prenosni taktički radio-uređaj AN/PRC-117 za prenos u proširenom spektru.

Uređaj ispunjava sve zahteve elektronskog rata (EW) kao i AN/PRC-17A uz ugrađene mogućnosti TSEC/KY-57 (VINSON) COMSEC. Metoda proširenja spektra kod ovog radija je frekvencijsko skakanje brzinom od 100 skokova u sekundi po celom frekvencijskom opse-

gu od 30 do 90 MHz. Ugrađene mogućnosti KY-57 COMSEC uključuje pet varijabli radio-saobraćaja: izbor ključa, SARK, brisanje ključeva, primopredaja štićenog i primopredaja otvorenog



govora. Osim toga, uređaj ima mogućnost monitorisanja 8 zasebnih fiksnih frekvencija i mogućnost simpleksnog ili semidupleksnog rada. Nivo izlazne RF snage takođe se može izabrati: 10 W, 1 W ili 0,1 W. Za programiranje se koriste standardni COMSEC punjači.

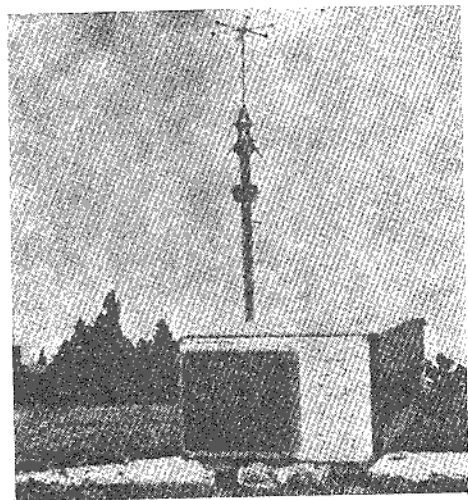
VVF/UVF goniometar »PA 025« zapadnonemačke firme »ROHDE&SCHWARZ«²⁰

Frekvencijski opseg ovog goniometra je 20 do 180 MHz sa mogućnošću proširenja na 1000 MHz. Mikroprocesorskom jedinicom može se upravljati sa udaljenog mesta. Goniometar se može napajati iz mreže ili pomoću bate-

¹⁹ Prema podacima iz: JOURNAL OF ELECTRONIC DEFENSE 1989, februar, str. 68.

²⁰ Prema podacima iz: JOURNAL OF ELECTRONIC DEFENSE 1989, mart, str. 71.

rija. PA 025 može da detektuje uskopojasne izvore signala koji koriste AM, FM, PM, SSB, CW ili FSK modulaciju, pri minimalnom trajanju postojanja nosioca od 100 ms. Sastoji se iz DF (engl. »Direction Finder«) jedinice PP 025 i DF antene PA225. PP 025 funkcioniše



kao jednokanalni goniometar i može biti pridodat sistemima koji sadrže ESM500. PA 025 raspolaže ugrađenom test-opremom.

Američki sistem za elektronsku identifikaciju »MARK XV«²¹

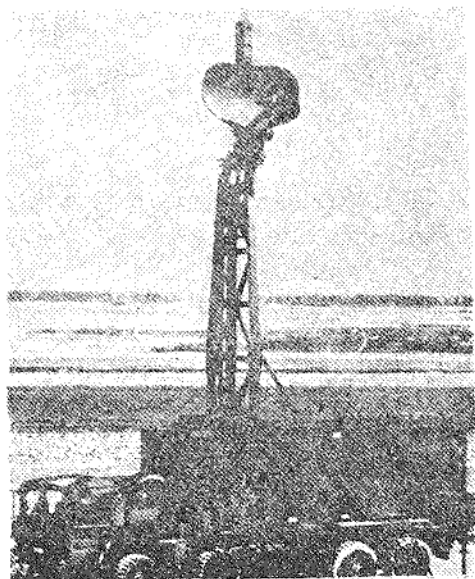
RV SAD je donelo konačnu odluku da zaključi ugovor sa konzorcijumom BENDIX COMMUNICATIONS DIVISION i ALLIED-SIGNAL AERSPACE da, za sumu od približno 162 miliona dolara, razviju sistem MARK XV za elektronsku identifikaciju »svoj-tuđ« (MARK XV Identification Friend or Foe-IFF systems).

MARK XV, jedan od nekoliko IFF sistema, namenjen je da zameni MARK

XII. To će biti sigurniji i pouzdaniji sistem, koji će moći da funkcioniše u prisustvu aktivnog ometanja, kao i da sodeljstvuje sa sličnim sistemima nekih zemalja NATO-a. MARK XV će biti instalisan na više od 70 tipova aviona RV, KoV i RM SAD, svim brodovima RM SAD i nekoliko PVO sistema KoV. Ostale NATO članice će učestvovati u participaciji troškova razvoja uslovljenih opsluživanjem sistema. SR Nemačka, V. Britanija, Italija i Francuska imaju sisteme koji će moći da sodeljstvuju sa sistemom MARK XV.

Zapadnonemački radar za niskoletelice »TRM-L«²²

Komandne stanice protivvazdušnih sistema za niskoletelice (ROLAND D'EUROMISSILE), koje su nedavno is-



poručene vazduhoplovstvu SR Nemačke, a koje je proizvela firma AEG imaju radar u C opsegu TRM-L, montiran

²¹ Prema podacima iz: SIGNAL 1989, april, str. 88.

²² Prema podacima iz: DÉFENSE ET ARMEMENT HERACLÉS INTERNATIONAL 1989, br. 52, str. 79.

na i u tipskoj kabini NBC, koji nosi terenski kamion MAN od 15 t. Radi se o radaru koji ima izvanrednu otpornost na ometanje zahvaljujući agilnosti važnijih parametara (frekvenciji emisije, frekvenciji ponavljanja impulsa), kompresiji impulsa i faznom kodiranju podimpulsa.

Domet radara TRM-L sa verovatnoćom detekcije do 80% je 60 km za cilj ekvivalentne refleksne površine od 3 m² ili 46 km za cilj od 1 m². Ovako velika verovatnoća detekcije pogodna je naročito za otkrivanje raketa i aviona koji lete vrlo nisko, a postiže se zahvaljujući vrlo sofisticiranoj obradi signala. Pored toga treba istaći da postoji i poseban helikopterski kanal koji omogućuje efikasnu detekciju helikoptera. Antena se, uz pomoć stuba, diže na visinu od 12 m, a može da radi normalno i na vetru do 100 km/h.

Neuralne mreže evropskog istraživačkog udruženja »ESPRIT«²³

U okviru Evropskog istraživačkog udruženja ESPRIT počeo je rad na projektu za industrijsko korišćenje neuralnih mreža u evropskim industrijskim preduzećima. U projektu učestvuju 10 preduzeća i istraživačkih organizacija iz četiri zemlje.

Namena projekta je razvoj programskih alata i demonstracija mogućnosti neuralnih mreža. Nosioc projekta je Hrvatska laboratorija britanske atomske komisije. Među učesnicima su nemački SIEMENS i Tehnički univerzitet u Darmštatu, britanski BRITISH AEROSPACE IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE, francuski istraživački cen-

tar za mehaniku CETIM i dva grčka preduzeća za istraživanje neuralnih mreža.

Japanski analogni neuralni procesor²⁴

Japanska firma FIJITSU razvila je neuralni procesor u BiCMOS tehnologiji za opštu namenu. Ovaj neuroprocesor namenjen je za obradu analognih signala, a povezivanjem »neurona« moguća je i paralelna obrada signala. Neuralni podsistem procesora obavlja 80000 operacija proračuna u sekundi.

Upotreba neuroprocesora je moguća u sistemima veštačke inteligencije, senzora za analognu obradu podataka i u robotskim sistemima.

Hipermedijski sistem »HYPERCARD« američke firme »APPLE«²⁵

Godine 1987. američka firma APPLE razvila je na računarima MACINTOSH hipermedijski sistem HYPERCARD. To je, u stvari, softverski paket koji koristi tehnike hiperteksta. Kod primene HYPERCARD-a, podaci (tekst slike, zvuk) organizovani su u obliku paketa kartica u kome svaka kartica odgovara jednoj stranici — ekranu. Kartice su među sobom povezane pomoću veza koje omogućavaju korisniku slobodan »prolaz« kroz bazu podataka, prelazeći sa jedne kartice na drugu.

Da bi se razvila aplikacija pomoću HYPERCARD-a, korisnik treba najpre da pristupi formiranju kartica, koje će

²³ Prema podacima iz: INFORMATICA. A JOURNAL OF COMPUTING AND INFORMATICS 1989, juli, br. 3, str. 74.

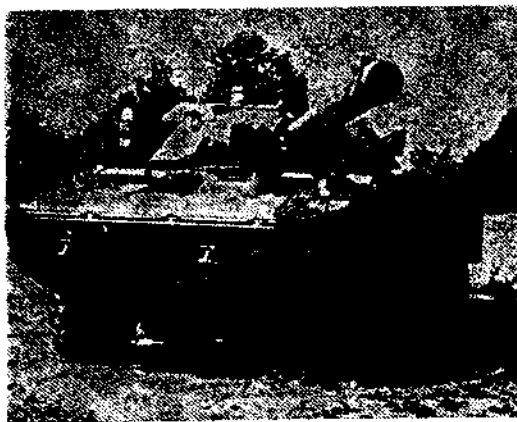
²⁴ Prema podacima iz: INFORMATICA. A JOURNAL OF COMPUTING AND INFORMATICS 1989, vol. 13 juli, br. 3, str. 74.

²⁵ Prema podacima iz: L'INFORMATIQUE PROFESSIONNELLE 1989, april, br. 73, str. 40.

činiti skup. Zatim treba uspostaviti veze koje će strukturirati informacije. HYPERCARD raspolaže HYPERTALK-om, programskim jezikom, orijentisanim na predmet, čiju su sintaksu još 70-ih godina predložili istraživači firme XEROX.

Familija laserskih simulatora gađanja »DX175« francuske firme »GIRAVIONS DORAND«²⁶

Familija laserskih simulatora gađanja DX175 je sistem namenjen za obuku, objektivnu kontrolu i ocenu dvostranih taktičkih vežbi KoV u uslovima vrlo sličnim ratnim, a potpuno bezbednim za učesnike vežbi. Sistem omogućava simulaciju gađanja iz svih vrsta naoružanja KoV na realnim daljinama



i iz naoružanja na kome su simulatori postavljeni. Primenom familije simulatora postiže se:

- efikasnost u obučavanju taktičkih radnji i postupaka;
- upravljanje tokom vežbe i njena objektivna kontrola i ocena;
- istraživanje novih taktičkih varijanti, definisanje TTZ-a za razvoj novih vrsta oružja i municije i sl.

Svaki od simulatora iz familije sastoji se od sledećih glavnih delova:

- optičke jedinice u čijem sastavu je laserski predajnik male snage,
- kompleta laserskih prijemnika i
- računara zasnovanog na mikroprocesoru.

Kao dodatna oprema isporučuje se:

- sudijska puška i
- programsko-printerska jedinica.

Balističke karakteristike različitog naoružanja se u računar simulatora uvode pomoću odgovarajućih »plug-in« kaseta.

Američki taktički meteorološki komplet »AN/TMQ-34«²⁷

Američka firma TELE-SIGNAL CORP. predstavila je prenosni meteorološki komplet tipa AN/TMQ-34 za o-



bezbedivanje preciznih i kompletnih meteoroloških podataka za taktičke i druge svrhe. Ovaj uređaj zadovoljava uslove američkog RV i NATO-a i može se postaviti, uvesti u rad i dobiti podatke za manje od 5 minuta.

Ova oprema se sastoji od senzorskog sklopa sa anemometrom, vetroka-za i senzora za vlažnost i temperaturu

²⁶ Prema podacima iz: INTERNATIONAL DEFENSE EQUIPMENT CATALOGUE 1989, str. 96.

²⁷ Prema podacima iz: INTERNATIONAL DEFENSE REVIEW 1989, br. 5, str. 688.

vazduha. Oni su povezani sa računalom, a postoji i komplet za kalibrisanje senzora, po potrebi, punjač baterija i litijumska baterija, po želji. Ova oprema je u stanju da pokaže brzinu vetra od 0 do 50 čv (2 čv), pravac vetra u granicama od 5°, barometarski pritisak od 640 do 1.060 mb (0,7 mb) i temperaturu od +55°C do -50°C (5°C). Takođe, daje podatke o relativnoj vlažnosti i tački rose. Ovi podaci se očitavaju na četvo-

rocifarskom alfanumeričkom displeju, a ugrađeni kompas automatski daje referencu smeru vetra u odnosu na magnetski sever.

Ponovo punjiva Ni-Cd baterija od 12 V obezbeđuje minimalno 216 meteoroloških osmatranja sa samo jednim punjenjem. Za rad na temperaturi ispod -31°C, potrebna je litijumska baterija.

Pravci daljeg razvoja i unapređenja sadržaja, forme i profila časopisa »Vojnotehnički glasnik«

Na nedavno održanoj redovnoj sednici Izdavačkog saveta časopisa (14. marta 1990. godine) svestrano su razmotreni izveštaj Redakcije o radu u 1989. godini i aktuelna pitanja u vezi sa programskom orijentacijom i daljem unapređivanju profila, sadržaja i forme časopisa. Jednom rečju, dat je kritički osvrt na dosadašnje izdavanje časopisa i naznačeni pravci razvoja u narednom periodu.

Časopis je u protekloj godini u objavljenim člancima obrađivao različita pitanja i probleme iz teorije i prakse tehničkog i saobraćajnog obezbeđenja, kao i pitanja u vezi sa razvojem, konstruisanjem i proizvodnjom NVO, i mnoštvo drugih pitanja vezanih za složenu problematiku definisanja i realizacije elemenata ITOb-a u toku razvoja, proizvodnje i eksploatacije sredstava NVO.

Uređivačka politika i koncepcija časopisa u 1989. godini nije se menjala, pa je tematika u njemu obrađivana u ustaljenim rubrikama, pri čemu smo se susrećali i sa problemima u održavanju kontinuiteta pojedinih rubrika zbog nedostataka kvalitetnih rukopisa i saradnika.

U 1989. godini u Redakciju je stiglo 68 autorskih članaka, a objavljeno je 59. Neki članci, koji su u Redakciju prispeli krajem godine, preneti su u

1990. godinu. Pored toga, objavljeno je i 29 kvalitetnih i svežih prevoda iz stranih časopisa i 108 naslova — crtica u rubrici »Tehničke novosti i zanimljivosti«.

Kad je reč o autorima — saradnicima časopisa, najviše ih je iz CVTŠ KoV (preko 50%), a ostali su iz vojnotehničkih instituta, uprava SSNO i jedinica. Očigledno je da je angažovanje stručnih tehničkih kadrova iz VTI, remontnih zavoda, RO namenske industrije, jedinica TS1 i TU SSNO još uvek nedovoljno.

Na obavljanju stručnih recenzija najviše su se angažovali u CVTŠ KoV, VTI, TU SSNO, a takođe i neki profesori Mašinskog, Elektro-tehničkog i Saobraćajnog fakulteta Univerziteta u Beogradu.

Poznata je činjenica da među autorima objavljenih članaka ima sve više mlađih starešina TS1, pa čak i pitomaca vojnotehničkih škola. Pritom je veoma važno da se objavljuju članci odgovarajućeg stručnog i naučnog nivoa, jasnih stavova i poruka, koje će doprineti daljem razvoju i osavremenjivanju sistema TOB-a i u miru, i u ratu.

Časopis je u 1989. godini, bez obzira na mnoge prisutne teškoće, izlazio redovno, u planiranom tiražu (prosečno 4.000 primeraka) i rokovima, što je re-

zultat i izuzetnih napora Redakcije, kojoj je i ovom prilikom odati zaslužen priznanje.

Svi prisutni članovi Saveta aktivno su učestvovali na ovom sastanku, pokrećući mnoga pitanja usmerena na poboljšanje sadržaja, forme i likovnog izgleda časopisa.

Prihvatajući izveštaj o radu Redakcije, Savet je ocenio da časopis uspešno ostvaruje svoju namenu, pa je koristan za širok krug čitalaca. Razmatrajući, pored problematike programske orijentacije, uređivanja i izdavanja časopisa, i uticaj ostalih činilaca na realizaciju zadataka uređivačke politike, Savet je doneo zaključke za rad u narednom periodu, od kojih su najznačajniji:

- u narednom periodu smelije ići u promene, u smislu poboljšanja sadržaja, forme i strukture časopisa;

- dosadašnje likovno rešenje na koricama treba menjati, pritom naći nepromenljive likovne elemente koji bi predstavljali određena obeležja i simbole TSl, kao i promenljive elemente, koji bi se menjali od broja do broja; koristimo se ovom prilikom i pozivamo sve čitaoce i korisnike časopisa, kao i sve članove Saveta da svoje konkretne ideje i rešenja dostave Redakciji najkasnije do kraja juna, a najuspešnije rešenje biće komisijski izabrano;

- pored postojećih, uvesti i nove rubrike, na primer, rubriku o TOB-u, u kojoj bi se objavljivali članci koji bi obrađivali sistemska i praktična pitanja iz teoretske razrade i praktične realizacije TOB-a, zatim rubriku o praktično primenljivim inovacijama u OS, pa rubriku — zanimljivosti i aktuelnosti i druge;

- ni u kom slučaju ne ići na snižavanje stručnog i naučnog nivoa časopisa u celini, ali pojedine sadržaje učiniti interesantnijim za širok krug čitalaca — od KV i VKV radnika pa do kadrova sa najvišim stručnim i naučnim zvanjima;

- menjati dosadašnju organizaciju pretplate, jer mnogi pripadnici TSl KoV

nisu pretplaćeni, a tiraž časopisa se iz godine u godinu smanjuje; sve više je pojedinačnih pretplatnika iz jedinica i ustanova JNA, što, u stvari, navodi na zaključak da organizacija pretplate ne funkcioniše i da bi komandovanje ovde trebalo više da se angažuje;

- na ovom sastanku bilo je i predloga za promenu naziva časopisa VOJNOTEHNIČKI GLASNIK u VOJNOTEHNIČKI INFORMATOR; Savet za sada nije prihvatio ovaj predlog, ali je pitanje naziva časopisa otvoreno, pa molimo čitaoce da se i o tome izjasne i daju svoj doprinos;

- ubuduće treba ići na izbor najboljeg objavljenog članka u toku godine, a autora adekvatno nagraditi;

- saradnji sa stručnim institucijama van JNA dati još veći značaj, naročito kad su u pitanju stručne i kvalitetne recenzije autorskih članaka; recenzijama dati veći značaj, a krug kvalitetnih recenzenata proširiti;

- ubuduće, na kraju autorskih članaka objavljivati i fotografije autora uz kratke autobiografske podatke;

- i dalje zadržati rubriku prevoda iz stranih vojnih časopisa, ali materija koja se prevodi treba da bude što svežija i prvenstveno iz domena elemenata TOB-a;

- orijentisati se više na saradnju sa mlađim stručnim kadrovima;

- poboljšati saradnju sa stručnim kadrovima iz remontnih zavoda, koji bi mogli mnoge teme iz stručne problematike i svakodnevnog rada u zavodima objavljivati u ovom časopisu;

- zatečene neprodane zalihe časopisa iz 1989. godine razdužiti iz materijalnog knjigovodstva i pokloniti određenim ustanovama u JNA.

Rad Redakcije časopisa, Savet je ocenio veoma uspešnim i zaključio da se dosadašnjem glavnom uredniku i tehničkom sekretaru, koji odlaze iz Redakcije, odaju zaslužena priznanja.

REDAKCIJA

Vojnotehnički glasnik je stručni, tehnički časopis rodova i službi Kopnene vojske JNA.

Svojom programskom koncepcijom časopis obuhvata sistem tehničkog obezbeđenja, tehniku rodova i službi, razvoj, proizvodnju, upotrebu, tehnologiju, metodologiju, obuku, organizaciju i sva stručna, naučna, teoretska i praktična dostignuća, koja doprinose razvoju vojne misli, obražovanju i ideološko-političkoj izgrađenosti 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 redova.

Članak treba da sadrži uvod, razradu i zaključak. Njegov obim treba da bude do jednog autorskog tabaka (16 stranica sa novinarskim predom). Tekst članka mora biti jezički i stilski doteran, sistematizovan, sa jasnim mislima, bez daktilografskih grešaka, bez skraćenica (osim standardnih), uz upotrebu stručne terminologije. Sve fizičke veličine moraju biti izražene u zakonski dozvoljenim mernim jedinicama, prema »Službenom listu SFRJ« br. 13/76. Matematičke izraze, koji se ne mogu pisati mašinom, ispisati rukom, pri čemu voditi računa o tačnom pisanju slova grčke azbuke, o velikim i malim slovima, o indeksima i eksponentima. Redosled obrazaca 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, a brojeve i slovne oznake ispisati grafitnom olovkom. 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 pozicija na njima.

Literatura u tekstu navodi se u uglastim zagradama [], a spisak korišćene literature sadrži neophodne bibliografske podatke prema redosledu citata u tekstu. Bibliografski podatak za knjigu sadrži prezime i inicijale imena autora, naziv knjige, naziv izdavača, mesto i godinu izdavanja. Bibliografski podatak za časopis sadrži prezime i ime autora, naslov članka, naziv časopisa, broj i godinu izdavanja.

Svi radovi podležu stručnoj recenziji, a objavljeni radovi i stručne recenzije se honorišu prema važećim propisima u JNA.

Podaci za autora sadrže: ime i prezime, čin, titulu, adresu radne organizacije (VP), kućnu adresu, telefon na radnom mestu i kućni telefon, žiro-račun.

Rukopise slati na adresu: Uredništvo »Vojnotehničkog glasnika«, 11000 Beograd, Svetozara Markovića 70.