

## IZDAVAČKI SAVET:

General-potpukovnik  
mr VLADAN ŠLIJIĆ, 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  
ĐORĐE 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 JUGOSLAV KODZOPELIJĆ, dipl. inž.

Pukovnik  
dr VLADIMIR VOLAREVIĆ, dipl. inž.

Pukovnik  
BORIS JURKOVIĆ-PERIŠA, dipl. inž.

Pukovnik  
MILOSAV BRKIĆ, dipl. inž.

Pukovnik  
mr NOVICA ĐORĐEVIĆ, dipl. inž.

Pukovnik  
dr ZAHARIJE VLAŠKALIN, dipl. inž.

Pukovnik  
JOVAN MARKOVIĆ, dipl. inž.

Pukovnik  
dr DOBRICA PETRIĆ, dipl. inž.

Pukovnik  
mr VIDOJE PANTELIĆ, dipl. inž.

Pukovnik  
mr MILISAV ARSIĆ, dipl. inž.

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

Potpukovnik  
IVAN SLAVKOV, dipl. inž.

Potpukovnik  
ŽIVOTA ILIĆ, dipl. inž.

Kapetan I klase  
RODOLJUB DOŠIĆ, dipl. inž.

Kapetan I klase  
MESUD HADŽIALIĆ, dipl. inž.  
FRANJO BRKIĆ, dipl. inž.

## GLAVNI I ODGOVORNI UREDNIK

Pukovnik  
mr TOMISLAV STULIĆ, dipl. inž.

## SEKRETAR REDAKCIJE

DRAGICA KAMENICA

ADRESA REDAKCIJE: VOJNOTEHNIČKI  
GLASNIK — Beograd, Svetozara Mar-  
kovića 70, VE-1. Telefoni: centrala  
656-122, lokalni: 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 pojedina-  
ce — 30 dinara, a za ustanove, orga-  
nizacije udruženog rada i druge orga-  
nizacije — 90 dinara. Rukopisi se ne  
vraćaju. Stampa: Vojna štamparija —  
Beograd, Generala Ždanova 40 b.

YU ISSN 0042-8469

IZDAJE

SAVEZNI SEKRETARIJAT ZA NARODNU ODBRANU

## STRUČNI I NAUČNI ČASOPIS JUGOSLOVENSKE NARODNE ARMIJE

# VOJNOTEHNIČKI glasnik



1

GODINA XXXVIII ● JANUAR — FEBRUAR 1990.



## SADRŽAJ

- Dr Alempije Veljović,** dipl. inž. 5 Metodologija razvoja i analiza primene ekspertnih sistema
- Mladen Đurašinović,** dipl. inž. 12 Upravljanje složenim procesima
- Mr Dušan Korolija,** kapetan I klase, dipl. inž. 17 Polazne osnove za matematičku formalizaciju sistema snabdevanja modularno građenih tehničkih sredstava rezervnim delovima u sistemu održavanja sa više nivoa
- Mr Ljubiša Tančić,** kapetan I klase, dipl. inž. 23 Dimenzioniranje cevi artiljerijskog oruđa pomoću računara
- Dr Nikola Žegarac,** kapetan I klase, dipl. inž. 31 Metoda proračuna opterećenja i dinamičke putanje rukavaca koljenastog vratila motora
- Dr. prof. dr Milorad Bojanić,** dipl. inž. 38 Mogućnost primjene dinamičkog programiranja u problemu transporta
- Dr Gojko Jovanović,** potpukovnik, dipl. inž., 43 Poboljšana verzija softvera za automatizirano planiranje vojnog putnog saobraćaja
- Mr Stjepan Vidačić,** kapetan I klase, dipl. inž. 50 Osnovni incidentni faktori vezani za vojne vozače
- Mr Milivoje Đurković,** major, dipl. inž. 62 Razrada modela za utvrđivanje maksimalnog protoka vozila na putnoj mreži
- Samir Šehović,** pitomac, vodnik I klase

## PRIKAZI IZ INOSTRANIH ČASOPISA

- 71 Artiljerijsko oruđe sa tečnim pogonskim punjenjem u fazi ispitivanja u SAD — P. M.
- 74 Osnovni sistemi oružja za naoružana vozila — točkaše (topovnjače) — P. M.
- 79 AMX »LECLERC« — novi francuski osnovni tenk — P. M.
- 84 Nova vojna vozila francuske firme »Renault« — P. M.
- 85 Sredstva zapadnih zemalja za topografsko vezivanje i navigaciju — P. M.

## TEHNIČKE NOVOSTI I ZANIMLJIVOSTI

- 89 Uporedno ispitivanje karakteristika savremenih automata
- 90 Familija pištolja »AT-88« izraelske firme »ITM«

- 91 Austrijski višecevni minobacač 120 mm »SM-4«
- 91 Laki plamenobacač »T 148« italijanske firme »Tirrena«
- 92 Sistem za IC detekciju »MITHE« francuske firme »SAT«
- 93 Britanski laserski nišan »LS-45« za streljačko oružje
- 93 Razvoj protivoklopne vođene rakete »ERYX« francuske firme »Aerospatiale«
- 94 Dva nova ubojita američka protivoklopna vođena projektila »COPPERHEAD«
- 94 Razvoj minobacačke protivoklopne mine sa finalnim samovođenjem »MERLIN« britanske firme »British Aerospace«
- 95 Modularna prikolica za dekontaminaciju »DECOJET« zapadnonemačke firme »Kärcher«
- 97 Zapadnonemačka samohodna haubica 155 mm »PZH 2000«
- 98 Nova familija radara švedske firme »Ericsson«
- 99 Informatika i perestrojka
- 99 Razvijeni ekspertni sistem — program »CYC«
- 99 Novi sovjetski personalni računar »ES 1841«
- 100 Novi britanski disk
- 100 Dizel-motori serije »FL 208/210« zapadnonemačke firme »Deutz«

## Uvod

U radu je data metodologija ekspertnih sistema (ES), kao i presek svetskih istraživanja iz oblasti razvoja ekspertnih sistema sa posebnim osvrtom na vojnu primenu. Po prirodi stvari, rezultati istraživanja i razvoja vojnih primena ES se malo i retko publikuju, pa se u radu navodi literatura u kojoj je moguće naći neke informacije.

## Definicija ekspertnih sistema

Osnovna pretpostavka na kojoj se zasniva oblast ES jeste da je znanje moguće predstaviti simboličkim izrazima, i to preko:

- simboličkih opisa, kojima se karakterišu definicioni i empirijski odnosi u posmatranom području, i
- postupaka za manipulaciju tim odnosima.

Paralelno sa terminom ES, za isti pojam koriste se i sledeći termini: sistem zasnovan na znanju, inteligentni informacioni sistem, inteligentni sistem zasnovan na znanju, te sistem znanja [1].

Ekspertnost se može definisati kao znanje, razumevanje i veština rešavanja problema u određenoj oblasti.

Jednu od prvih definicija ES dao je Feigenbaum [1] i ona glasi:

»Ekspertni sistem je inteligentni računarski program koji koristi znanje i mehanizme zaključivanja u rešavanju problema takve složenosti da je za njihovo rešavanje potreban čovek-ekspert«.

Znanja u ES čine činjenice i heuristika (iskustvo i osećaj). Činjenice su glavni deo široko distribuiranih informacija, javno raspoloživih i usaglašanih na nivou eksperata (stručnjaka) u oblasti. Heuristika su lična, malo diskutovana pravila prihvatljivog rasuđivanja, koje karakteriše odlučivanje na nivou eksperta u oblasti. Performanse ES su funkcija veličine i kvaliteta baze znanja, a ne određenog formalizma i mehanizma zaključivanja.

Sledeće osobine ES definisao je B. Buchanan [1]:

— ES koriste metodologiju veštačke inteligencije (VI), tj. programe koji rasuđuju korišćenjem simboličkih informacija i heurističkih mehanizama za zaključivanje;

— visoke performanse gde projekat ES želi program na nivou eksperta, što nije uvek moguće definisati i ostvariti;

— fleksibilnost gde su programi i VI u opštem slučaju fleksibilnije projektovani od konvencionalnih (algoritamskih) programa. Fleksibilnost ES je potrebna, kako u projektovanju, tako

i u izvršenju i to za neočekivani ulaz, novi kontekst primene i razne vrste korisnika;

— razumljivost gde ES treba da je u stanju da objasni svoju liniju rasuđivanja i sadržaj svoje baze podataka.

Na sličan način Hayes-Roth [1] definiše sledeće karakteristike:

— stručnost koja je obezbeđena pravilima visokog nivoa, gde se izbegava slepo pretraživanje, što rezultira visokim performansama i robusnošću;

— rasuđivanje koje je dato simboličkim predstavljanjem znanja i manipulisanjem simbolima;

— »pamet« kao osnovni principi oblasti i »slabi« (nealgoritamski) metodi rasuđivanja;

— mogućnost reformulacije simboličkog znanja, konverzije iz opisa u oblik pogodan za primenu ekspertnih pravila;

— rasuđivanje »o sebi«, tj. ispitivanje sopstvenog rasuđivanja i objašnjenje svog rada;

— tip zadatka.

Najpotpuniju definiciju ekspertnih sistema daje Britansko društvo za računare, koja glasi:

»Pod ekspertnim sistemima podrazumeva se uspostavljanje unutar računara dela veštine nekog eksperta koji bazira na znanju i u takvom obliku da sistem može da ponudi inteligentan savet ili da preuzme inteligentnu odluku o funkciji koja je u postupku. Ekspertni sistem poseduje i karakteristiku da na zahtev verifikuje svoju liniju rezonovanja, tako da direktno obaveštava korisnika koji postavlja pitanje«.

### Faze razvoja ekspertnih sistema

Faze razvoja ES nisu jasno razgraničene, strogo definisane i nezavisne. Kako dostizanje dobrih kvaliteta ekspertnih sistema zahteva eksperimentisanje, potrebno ga je razvijati postupno. To je dominantni metodološki pri-

stup pri građenju ove vrste sistema. Da bi se postigle odlične performanse u možda najvažnijoj osobini ekspertnih sistema — ekspertizi, prvo je potrebno, na neki način, izvršiti ekstrakciju znanja od stručnjaka za oblast problema. Procedura te ekstrakcije naziva se sticanje (akvizicija) znanja. To je ključni proces u razvoju ekspertnog sistema.

Tim eksperata koji sačinjavaju stručnjaci za domen problema i stručnjaci za razvoj ekspertnih sistema (sve češće nazivani inženjeri znanja) kroz veliki broj iteracija definišu problem kojim se bave, otkrivaju osnovne zamisli u rešavanju problema i razvijaju pravila koja izražavaju odnose među tim konceptima.

Akvizicija znanja i uopšte izgradnja ekspertnog sistema je proces koji se razlikuje od jednog do drugog primera po svojim manje ili više specifičnim problemima i načinima njihovog rešavanja. Uprkos tome, posmatrajući idealan slučaj, u transferu znanja između eksperta i ekspertnog sistema tokom procesa njegove izgradnje možemo izdvojiti sledeće faze:

- identifikaciju,
- konceptualizaciju,
- formalizaciju,
- realizaciju i
- testiranje.

### Identifikacija

Prva faza u izgradnji ES je identifikacija područja problema i identifikacija ciljeva. Potrebno je izvršiti identifikaciju odgovarajućih entiteta i atributa. Tokom identifikacije problema utvrđuju se važni aspekti problema, kao što su učesnici, njihove uloge, karakteristike problema, resursi (znanja, vreme, finansijska sredstva), kao i ciljevi rešavanja problema. Tokom ove faze korisno je obratiti pažnju i na celokupan proces akvizicije znanja. Cilj identifikacije je da se definišu karakteristike i struktura znanja vezana za da-

tu predmetnu oblast (PO). Osnovni izlaz iz ove faze jesu definisani zahtevi koji su ulaz za fazu konceptualizacije.

Akvizicija znanja podrazumeva identifikaciju učesnika, utvrđivanje karakteristika problema, kao i planiranje potrebnih sredstava i ciljeva. Identifikacija učesnika podrazumeva izbor učesnika u procesu akvizicije znanja, tj. odabir ekspertnog tima. Uobičajeno je da članovi tima eksperata imaju određene uloge — ili eksperata u domenu problema ili tzv. inženjera znanja. Normalno, u zavisnosti od mogućnosti broj članova tima može varirati, od slučaja da obe uloge ima jedna osoba, pa do slučaja kada je više ljudi podeljeno u timove eksperata za oblast problema, odnosno inženjera znanja.

U procesu akvizicije znanja eksperti u domenu problema obavljaju funkciju informatora o načinu na koji se rešava posmatrani problem. Njihova je uloga ponekad u podučavanju inženjera znanja o postupku rešavanja određenog problema. Posebno veliku aktivnost eksperti u domenu problema treba da ispolje tokom faze identifikacije, konceptualizacije i testiranja.

Uloga inženjera znanja jeste da ono što je shvatio tokom razgovora sa ekspertom u domenu problema, prenese u odgovarajući formalni zapis. On traje, bez bitnog smanjenja intenziteta, tokom cele akvizicije znanja. Svoja shvatanja problema inženjer znanja proverava tokom faze testiranja. Pri izboru učesnika neophodno je da to budu ljudi sa potrebnom širinom za multidisciplinarni i izraženi smisao za timski rad.

Pored toga, inženjeri znanja moraju imati volju da nauče neke elemente iz domena problema, dok eksperti u domenu problema moraju posedovati uverenje da se dati problem može računarski rešiti, kao i strpljenje potrebno za postizanje karakteristika sistema približnih ekspertovim osobinama. U identifikaciji problema važno je odgovoriti, pored ostalih, i na sledeća pitanja:

— U koju klasu spada problem koji se rešava?

— Kako se taj problem može karakterisati ili definisati?

— Koji su važni potproblemi?

— Koji su podaci bitni?

— Kakve su njihove međusobne veze?

— Šta je u ljudskoj ekspertizi suštinsko u rešavanju ovog problema?

— Kakve situacije mogu onemogućiti uspešno rešavanje problema?

— Kako izgleda rešenje?

U fazi identifikacije, definisanje problema je tesno vezano za tim eksperata koji zajednički radi. U početku, ekspert u domenu problema vrši prvu, informativnu karakterizaciju posmatranog problema. Zatim se, putem niza pitanja koja postavlja inženjer znanja, vrši razjašnjavanje ključnih termina i konceptata.

Domen ekspert daje odgovarajuće odgovore, najčešće opisujući čovekovo rasuđivanje prilikom rešavanja nekog izabranog primera. Tako se, vremenom, dolazi do zadovoljavajuće formulacije problema za obe strane.

Za celokupan proces akvizicije znanja, kao i za odgovarajuću implementaciju sistema i testiranje, potrebni su odgovarajući resursi, kao, na primer, izvori znanja, vreme, mogućnosti računara i finansijska sredstva. Dosadašnja iskustva u izgradnji ekspertnih sistema pokazuju da su to ujedno i ključni resursi, koji u slučaju izostajanja bilo kojeg od njih ozbiljno ugrožavaju konačan uspeh.

Kada se sagledaju problem i odgovarajući resursi, mora se prići i definisanju ciljeva odgovarajućeg ekspertnog sistema.

Ekspertni sistemi imaju za cilj automatizaciju rutinskih aktivnosti, kao i rešavanje problema visokokvalitetnih znanja, tj. mogućnost prognožiranja, učenja i obuke korisnika.

Tu se mogu razmatrati dodatni zahtevi i ograničenja koja nameće data situacija, kao i potencijalni korisnik sistema.

## Konceptualizacija

Konceptualizacijom se određuju karakteristike informacionog toka potrebne za opis procesa rešavanja problema u datom području, tj. definišu se odgovarajuća pravila i relacije potrebne za tehnološko prepoznavanje delova i oblika. Za vreme konceptualizacije, ključni koncept i relacije, već spomenuti tokom identifikacije, razjašnjavaju se. Takođe se opisuju i osobine toka informacija, potrebne da se opiše proces rešavanja problema u datom domenu.

Važno je pokušati izvršavanje korektne i kompletne analize problema pre nego što se krene sa implementacijom probnog sistema. Inženjer znanja treba da predloži neke od ideja reprezentacije, kao i pogodna oruđa. To je potrebno radi usmeravanja konceptualizacije i bržeg obavljanja ove faze. Naravno, inženjer znanja niukom slučaju ne sme izvršiti preuranjen odabir pojedinog oruđa. Neke ideje inženjer znanja može i da testira primenjujući ih na pojedine potprobleme.

Uobičajeno je da se tokom ove faze odgovori na sledeća pitanja:

- Šta su dostupni tipovi podataka?
- Šta je unapred dato, a šta se zaključuje?
- Da li se mogu uočiti pojedini podzadaci i strategije?
- U kom su odnosu objekti u domenu?
- Koji se procesi koriste u rešavanju problema i koja su njihova ograničenja?
- Kakav je tok informacija prilikom rešavanja problema?
- Može li se identifikovati i izdvojiti znanje potrebno za rešavanje problema od znanja potrebnog za obrazlaganje rešenja?

Na ovom nivou definišu se elementi potrebni za rešavanje problema vezanih za dekomponovanje problema na potprobleme, podela skupova na podskupove, i dr.

Na nivou koncepcije potrebno je definisati:

- podatke koji nam stoje na raspolaganju,
- podzadatke,
- probleme koje je potrebno rešiti,
- strategije rezonovanja,
- osnovne celine koje se razmatraju.

Izlaz iz ove faze su odgovarajući koncepti koji predstavljaju ulaz za fazu formalizacije.

## Formalizacija

Formalizacijom se projektuju strukture za organizaciju znanja preslikavanjem ključnih koncepata i relacija u formalnu reprezentaciju u okviru šema izabranog jezika za izgradnju ekspertnog sistema.

Zato inženjeri znanja moraju poznavati jezik koji će se koristiti, jer od toga zavisi da li će se primenjivati npr. pravila produkcije, frejmovi ili nešto drugo.

Proces formalizacije obuhvata sledeće elemente:

- definisanje entiteta i atributa za bazu znanja i bazu podataka (BP),
- definisanje pravila zaključivanja, i
- definisanje mehanizma za zaključivanje.

Entitetima se definišu odgovarajući objekti, a atributi definišu njihove karakteristike.

Pravila zaključivanja su prosti ili uslovni iskazi o objektima i odnosima između objekata.

Mehanizam za zaključivanje definisan je interpreterom i odgovarajućim upravljačkim strukturama, tj. definiše se postupak olančavanja pravila i mogu se pojaviti napred vođeni (forward



chaining), povratno viđeni (backward chaining) kao i mešoviti (middle chaining).

Izlaz iz ove faze je struktura definisana kao baza znanja i baza podataka (BP) koja predstavlja ulaz za fazu realizacije.

## Realizacija

U fazi realizacije vrši se unosenje pravila i njima pridruženih struktura upravljanja (mehanizma za zaključivanje) kojima se definiše prototip koji je potrebno testirati. Kroz proces realizacije se kombinuju i reorganizuju formalizovana znanja, kao i karakteristike toka informacija o problemu i prilagođavanju sintaksi oruđa izabranih za izgradnju ekspertnog sistema. Realizacija se izvodi relativno brzo, ako su korektno izvedene prethodne faze.

Na izlasku iz ove faze već postoji prototip ekspertnog sistema koga je moguće izvršavati i testirati.

## Testiranje

Testiranjem se ocenjuje valjanost pravila kojima se pretražuju znanja, tj. testiraju se performanse programa-prototipa. Vrší se korekcija programa da bi se njegove performanse prilagodile potrebama projektanta. Kada program-prototip prođe i fazu testiranja dodaju mu se željene mogućnosti proširenja i osobine radi lakšeg korišćenja. Dakle, testiranje podrazumeva ocenjivanje osobina prototipa i njihovo revidiranje da bi se dostigli postavljeni ciljevi. Na osnovu rezultata dobijenih u testiranju, tim eksperata procenjuje da li je postavljeni cilj dostignut ili treba izvršiti naredni iterativni ciklus u izgradnji ekspertnog sistema. U slučaju potrebe za narednim ciklusom, potrebno je utvrditi odstupanja prototipa od željenog sistema i na osnovu toga fazu od koje počinje naredni ciklus. Ako su potreb-

na samo poboljšanja karakteristika sistema, počinje se sa realizacijom. Ako je potrebno ponovno projektovanje sistema, naredni ciklus počinje formalizacijom. U slučaju ozbiljnijih odstupanja ponašanja prototipa od željenih ponašanja, potrebno je pristupiti reformulaciji problema, tj. da naredni iterativni ciklus počinje konceptualizacijom ili čak fazom identifikacije.

## Pregled ekspertnih sistema grupisanih po tipovima zadataka

Gotovo sve primene ekspertnih sistema, pa i vojne, mogu se podeliti prema tipovima zadataka za koji su generisane. Postoji svega nekoliko takvih tipova i oni određuju vrste ekspertnih sistema. Bitno se izdvajaju sledeće vrste:

- sistemi za interpretaciju,
- sistemi za prognozu,
- sistemi za projektovanje,
- sistemi za planiranje,
- sistemi za upozoravanje.

## Sistemi za interpretaciju

Glavni zadatak sistema za interpretaciju jeste da nađu korektnu i celovitu interpretaciju podataka. Ključni problem je što su podaci obično nejasni. Posmatrani podaci se objašnjavaju tako što im se pridruži određeno simboličko značenje, koje opisuje zaključak o situaciji ili stanju sistema na osnovu tih podataka. Ova kategorija uključuje nadzor, razumevanje govora, analizu slike, analizu hemijske strukture, analizu signala, i dr.

Ovi sistemi našli su naročitu primenu u razvoju vojnih ES, naročito u:

- sistemu za ocenjivanje situacije na bojištu (ADEPT) [2],
- razvoju fotointerpretera za automatsko ispitivanje slike [3],

— radarskom sistemu klasifikacije ciljeva (ASTA) [4],

— identifikaciji ratnog poretka radio-veza (HANNIBAL) [1],

— klasifikaciji brodova i interpretaciji oblika na ekranu radara (RTC) [1],

— interpretaciji signala sonara (HASP/SIAP) [1],

— prepoznavanju aviona na osnovu vizuelnih karakteristika (AIRID) [1],

— fuziji senzorskih podataka za ocenu situacije na bojištu (ANALYST—MITRE), i dr.

### Sistemi za prognozu

Sistemi za prognozu izvode zaključke o mogućim posledicama date situacije. Obično koriste neki dinamički model u kome vrednosti parametara odgovaraju datoj situaciji. Bazu prognoze čine posledice koje se mogu zaključiti iz sistema. Ovi sistemi na određen način rasuđuju o vremenu. Kod njih je problem što je informacija nekompletna. Ako bi informacija bila kompletna, problem prognoze ne bi više bio problem veštačke inteligencije. Ovi sistemi obuhvataju sisteme za vremenske, demografske, saobraćajne, vojne i druge prognoze. Takođe je izvodljivo generisanje mogućih scenarija.

Ovi sistemi našli su vojnu primenu u:

— analizi pomorskih pretnji (RAND/NOSC),

— prognoziranju sledećeg krupnog vojnog konflikta (I&W) [1].

### Sistemi za projektovanje

Sistemi za projektovanje služe za pravljenje konfiguracija objekata, uz ispunjenje datih uslova. Mnogi od njih na izvestan način minimiziraju cenu ili neku drugu, za korisnika nepovoljnu, funkciju objekta koji se konfigurira.

Ključni problem je u tome što se u velikom broju mogućnosti za koje se projektant u datom trenutku opredeljuje, u momentu odluke teško vide sve njene posledice. Takođe je teško zadovoljiti sva ograničenja od kojih neka mogu biti i protivrečna. Projektovanje elektronskih kola, mašina, zgrada ili projektovanje troškova primeri su problema ove vrste. Ovi sistemi našli su vojnu primenu u projektovanju odgovarajućih geografskih karata (ACES) [1].

### Sistemi za planiranje

Sistemi za planiranje prave plan radnji koje treba izvršiti da bi se postigao određeni cilj. Problemi koji se javljaju u izgradnji ovih sistema vrlo su slični problemima koji se javljaju prilikom projektovanja. Naime, teško je sagledati sve posledice neke akcije koju smo uvrstili u plan u toku njegovog pravljenja. To je vrlo kompleksno pitanje ukoliko se potproblemi integrišu.

Ovi sistemi su našli vojnu primenu u:

— planiranju vojnih zadataka (KNOBS-MITRE),

— planiranju taktičkih ciljeva (TATR-RAN), i

— planiranju rasporeda oružja (MIFASS-Mornarica SAD).

### Sistem za upozoravanje

Sistemi za upozoravanje poredе za pažanja o ponašanju sistema sa osobinama ključnim za uspešan ishod planirane aktivnosti, signališući kada je potrebna određena intervencija. Ovi sistemi su delom dijagnostički sistemi sa zahtevom da u realnom vremenu odgovore na uslove koji zahtevaju alarmiranje okoline. U tu vrstu problema spadaju problemi upozoravanja u nuklearnim postrojenjima, problemi tokom postoperacionog perioda pacijenta, u vazdušnom saobraćaju, itd.

Postoje i pojedine vrste ekspertnih sistema koje u sebi kombinuju zadatke koje izvršavaju navedeni sistemi kao, na primer:

- sistemi za otkrivanje grešaka,
- sistemi za ispravljanje,
- sistemi za podučavanje,
- sistemi za upravljanje.

Sistemi za otkrivanje grešaka predlažu načine za ispravljanje grešaka i bazirani su na mogućnostima koje imaju u planiranju, projektovanju i prognozi, kako bi preporučili način ispravljanja ustanovljenog problema. Sistemi za ispravljanje prave i izvršavaju plan radnji u ispravljanju grešaka jedinog dijagnosticiranog problema. Oni koriste mogućnosti sistema za otkrivanje grešaka i za planiranje, kao i neke izvršne mogućnosti.

Sistemi za podučavanje dijagnosticiraju i ispravljaju ponašanje učenika, te u sebi sadrže i odgovarajuće podsisteme.

Sistemi za upravljanje rukovode opštim ponašanjem nekog sistema. Da bi se postigao cilj upravljanja, potrebno je neprekidno interpretirati trenutnu situaciju, predvideti buduću, dijagnosticirati uzroke ustanovljenih problema, formulisati planove za ispravljanje grešaka i pratiti izvršavanje.

Prikazana analiza primene ES-ima prema [5] specifičnu vojnu primenu u razvoju robotskih tenkova, autonomnih vozila, autonomnih oružja, praćenje vojnih okršaja, kopilotski ES, osmatranje, automatsko raspoznavanje ciljeva, vođenje projektila, obaveštajni rad, elektronsko bojište, i dr.

Može se zaključiti da su osnovne karakteristike većine do sada projektovanih ekspertnih sistema:

- generiranje i testiranje (generation and test), što je osnova heurističkog pretraživanja i jedan od temeljnih principa mehanizma za zaključivanje;
- predstavljanje znanja u obliku AKO situacija A ONDA akcija B, što je pravilo koje predstavlja odgovarajuću porciju znanja. To omogućuje jednostavno memorisanje i tumačenje;
- predstavljanje znanja o problemu u obliku pravila produkcije, predstavljenih u modelima u obliku tzv. struktura okvira (frame like structures);
- fleksibilnost održavanja baze znanja;
- olančavanje pravila zaključivanja (line-of-reasoning) jeste osnovni mehanizam zaključivanja kod sistema baziranih na predstavljanju znanja preko pravila;
- mogu se koristiti različiti izvori znanja za kompleksne sisteme;
- prikazivanje lanca zaključivanja na način koji posmatra korisnik.

Osnovni elementi ove analize upućuju na zaključak da trend primene kompjutera dobija mnogo kvalitetniji nivo, jer čine se pokušaji uključivanja znanja eksperata iz raznih domena. Većina ES, a naročito ES za vojnu primenu, razvijeni su do nivoa prototipa, što ukazuje na kompleksnost problematike koju je potrebno rešiti. Predstojeći razvoj pete generacije računara dovešće do naglog razvoja i primene ekspertnih sistema.

### Literatura:

[1] Barr, A., Feigenbaum EA.: The Handbook of Artificial Intelligence Vol. I, II, Los Altos, CA 1985.

[2] Gilmore, J. F.: Military Applications of expert systems, Future Generation Computer Systems, V 1, № 6, Dec. 1985., 403—410.

[3] Hall, C.; Benz, S.: Knowledge — Based Photo-interpretation System, National Defense, Januar 1985., p. 54—62.

[4] McCune, B. P., Drazovich, R. J.: Radar with Sight and Knowledge, Defense Electronics, August 1983., V 15, № 8.

[5] Schutz, J. B.: Weapons That Think, Defence Electronics, Januar 1983, V 15, № 1, 74—80.

## Uvod

Da bismo shvatili i koristili svijet tehnike oko nas, uobičajeno je da izdvojimo pojedine ograničene cjeline koje možemo sagledati. Uobičajeno je, u najopćenitijem slučaju, da izdvojenu funkcionalnu cjelinu, sastavljenu od skupa objekata (koji imaju neka poznata svojstva i poznate odnose među objektima), nazivamo sistemom. Pri tome i svaki objekt za određenu svrhu može predstavljati sistem.

Proces je, takođe, sistem i to takav da se njime upravlja pomoću skupa funkcija koje se izvode u procesnoj opremi i izvan nje [1].

Pod procesom možemo, zapravo, podrazumijevati i skup operacija koje izvode fizikalnu ili kemijsku transformaciju, iako pojam procesa dozvoljava znatno šire područje primjene. Pod pojmom upravljanje podrazumijevamo skup akcija usmjerenih ka postizanju manje ili više jasno postavljenih ciljeva. Za upravljanje procesom neophodno je znati njegove osobine (mjere se npr. procesnim varijablama). Na procesne varijable možemo djelovati procesnom opremom. U procesu može biti jako mnogo procesnih varijabli (i do više hiljada).

Pod pojmom složeni proces, u ovom radu, podrazumijevamo proces koji ima

bar više desetina, pa i stotina procesnih varijabli. Osim toga, proces je složeni što su povezani procesne varijable.

## Upravljanje složenim procesima

Današnje shvaćanje pojma upravljanje procesima podrazumijeva sve one akcije koje poduzima upravljački sistem-računalo i čovjek-operator radi izvođenja poboljšanja ili kontrole rada objekta. Podvlačimo važnost operatora kao dijela sistema (sl. 1).

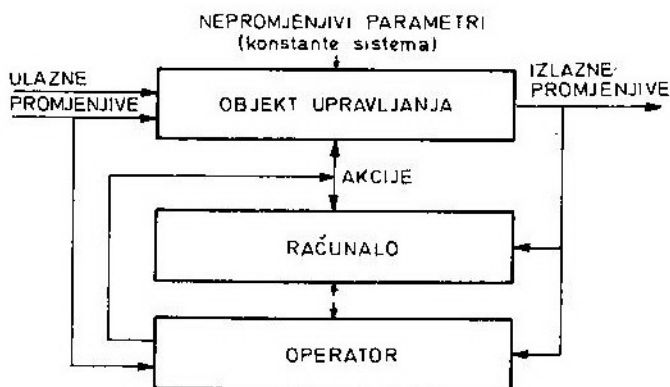
Osim upravljačkih akcija na proces djeluju ljudski, vremensko-prostorni, socio-ekonomski, informatički te faktori neposredne okoline [1], o kojima ovde neće biti govora. Složeni proces postoje niz godina, a upravljanje njim se usavršavalo kroz postojeće tehnologije i rješenja koja su bila poznata i razrađena. Uvođenje računala u upravljanje u mnogim fazama nailazi na probleme prilagođavanja već postojećoj opremi i konceptu upravljanja. To prilagođavanje u mnogim slučajevima nije moguće. Zato prije uvođenja računala treba da utvrdimo:

a) da li propusna moć računala (broj operacija u jedinici vremena) omogućuje obradu u tzv. realnom vremenu, odnosno vremenu prikupljanja podataka;

b) da li je pouzdanost računala dovoljno govarajuća;

c) da li je računalo pogodno za održavanje;  
 d) da li je uopće ekonomski isplativo uvoditi računalo u proces.

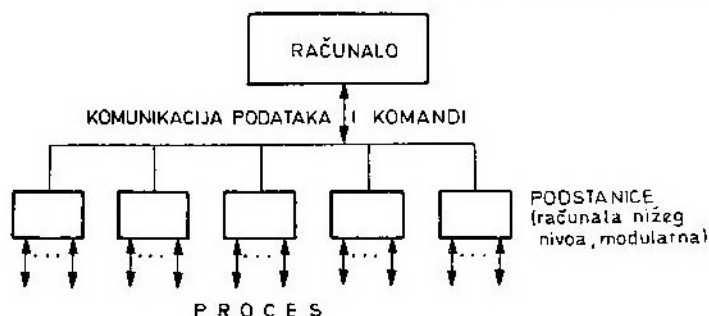
nog računala i od podstanica. I pored naprednih računarskih postupaka, računala ne mogu posve zamijeniti čovjeka (operatora koji ima funkciju kon-



Sl. 1 Primjer automatizovanog upravljanja

Ako govorimo o tome kakvo računalo upotrijebiti, onda računalo i proces svakako moramo promatrati kao cjelinu. U svrhu što efikasnijeg upravljanja, iz procesa se moraju uzimati najbitniji podaci. Osim toga, korisno je da se proces (ako je to moguće) promatra u dijelovima. Pojedini dijelovima koji predstavljaju funkcionalnu cjelinu upravlja se, takođe, računalom, tj. primjenjuje se upravljanje u najmanje 2 nivoa (sl. 2).

U tu svrhu računala nam trebaju omogućiti zorni prikaz stanja procesa (primjer prikaza tehnoloških shema sa trenutnim stanjem stvarnih varijabli u procesu). Opasna stanja (alarmna stanja) nastoje se izbjeći, a ako do njih dođe, onda i računalo i operator moraju odmah pravilno djelovati. Zato je važno da operator ima mogućnost direktnog djelovanja na neke tačke u procesu (preko terminala, upravljačke table ili na neki drugi pogodan način). Za



Sl. 2 Upravljanje na dva nivoa

Najbliže procesu su podstanice gdje se vrši neposredno upravljanje. Samo najvažniji signali dovode se u glavno računalo. Utjecaj na proces ide od glav-

sve te funkcije upotrebljava se odgovarajuća sklopovska i programska oprema. Zastupljenost programske i sklopovske opreme ovisi o vrsti procesa (za

brze procese je pogodnija sklopovska oprema, ali je fleksibilnost na strani u potrebe programske opreme). Nastoji se pronaći približno optimalan odnos programske i sklopovske opreme. Sklopovska oprema je dosta standardizovana, pa se mogu koristiti elementi računala opće namjene uz pridodate sklopove koji su neophodni za tačno definirani proces.

### **Upravljanje složenim procesima u stvarnom vremenu**

Upravljanje procesima pomoću računala je oblast koja uključuje poznavanje procesa i opreme koju koristimo u upravljanju, te elemenata koji su veza računala i procesa. Računalo treba da zadovolji sljedeće zahtjeve:

- a) prihvatanje procesnih varijabli (ulazne varijable);
- b) obradu procesnih varijabli;
- c) djelovanje na proces (izlazne varijable).

Ulazni podaci mogu biti analogni, digitalni, brojački, komunikacijski, i sl. Tako raznorodne priključke treba prilagoditi predobradom da se dobiju podaci pogodni za obradu u računalu. U tu svrhu koriste se posebne tehnike koje ovdje ne razmatramo. Svaki proces se odvija po nekom unaprijed zadatom algoritmu (postupku). Pri tome se mogu pojaviti i neželjena stanja. Procesnoj zaštiti i sigurnosti mora se posvetiti posebna pažnja (otpornost na smetnje, akcije nakon eventualnog nestanka napajanja, i sl.). Rezultat obrade su izlazne varijable koje se šalju izvršnim uređajima u proces (djeluju na proces), a moraju biti prilagođene procesu (analogni izlazi, digitalni izlazi, komunikacijski izlazi, itd.). Za naprijed nabrojano trebaju se generisati izvjesni vremenski intervali. Ukupno vrijeme koje računalo potroši za navedene radnje je vrijeme obrade. Ako je ovo vrijeme manje od vremena odziva sistema, onda govorimo o upravljanju u realnom vre-

menu. U tom slučaju vrijeme uzimamo kao element procesa. U navedenom izlaganju zanemarena su vremena koja su poznata kao vremena odziva procesnih elemenata (senzora, davača, releja, ventila, i sl.).

Kod složenih procesa (u smislu ranije definicije) vrijeme obrade se povećava gotovo srazmjerno broju ulaznih varijabli. Zato se u većini slučajeva (za procese koji zahtijevaju obradu u realnom vremenu) uzimaju računala koja imaju veću procesnu moć, veću brzinu ili se pribjegava drugim tehnikama pri rješavanju tog problema (paralelna obrada, obrada u više nivoa, i sl.).

### **Ekspertni sistemi u upravljanju složenim procesima**

Klasični sistemi, pa i sistemi upravljanja zasnovani na upotrebi procesnih računala temelje se na tačno poznatim matematički razrađenim algoritmima, pa ako neki podatak nedostaje ili je bitno drugačiji od očekivanog ili je pogrešan, odluka upravljanja može biti pogrešna ili može izostati. U sličnom slučaju čovjek bi, međutim, ipak donio odluku iako ne raspolaže svim odgovarajućim podacima. Analogno tome, ekspertni sistemi (ES) pokazuju se kao pogodno sredstvo za rješavanje takvih problema. Za upravljanje složenim procesima danas se predlaže ekspertni sistem koji će na osnovu baze znanja donijeti odluku o upravljanju, iako možda neće imati sve potrebne ulazne podatke. Osim toga, jedna od karakteristika ES jeste da imaju mogućnost stalnog objašnjavanja svog rada, pa međusobno djelovanje operator-računalo može znatno povećati performanse sistema. Sigurnost u radu i odluci može se postići i time da se pojedinim procesnim varijablama dodjeljuje različit težinski faktor, te ako proces krene krivo tokom odmah slijedi akcija i čovjeka i stroja, bez dodatnog ispitivanja ili uzimanja u obzir drugih faktora. T

znači da su odluke ES u kriznim situacijama brze i izvedene iz nepotpunih podataka. Objašnjenje djelovanja (u svakom trenutku se može vidjeti stanje procesa), načina rasuđivanja, kod ES u upravljanju procesima je vrlo važno i zbog otkrivanja mjesta gdje je došlo do neregularnog stanja. Nikako se ne smije dozvoliti da upravljanje, naročito opasnim procesima, izmakne kontroli. Ekspertni sistem u upravljanju procesima mora zadovoljavati slijedeće uvjete:

- zadatak mora bit usko određen;
- ES mora u svakom trenutku objasniti svoj rad;
- mora postojati mogućnost izmjene ili dopune baze podataka;
- mora postojati mogućnost davanja odgovora na upite;
- postojanje mogućnosti zornog prikaza stanja procesa;
- isplativost ulaganja;
- neposredno upravljanje i fine regulacije ne vršimo ES;
- ES su pogodni za upravljanje relativno sporim procesima u konsultativnim akcijama, kao i akcijama uključivim/isključivim;
- ES se upotrebljavaju tamo gdje postoji neodređenost stanja procesa, gdje upravljanje i nadzor moraju postojati, iako nema svih odgovarajućih podataka.

### Primjeri upotrebe ES za upravljanje i nadzor

Funkcijama velikih i složenih objekata poput bolnica, aerodroma, hotela, kongresnih centara, brodova, i sl., može se efikasno upravljati i nadzirati sa jednog mjesta. Pogodna alatka je računalo (u principu više računala na više nivoa).

Odabir pogodnog načina upravljanja i nadzora je vrlo važan. Pošto u procesu može biti nekoliko hiljada tačaka, računalo mora stići obraditi sve informacije u realnom vremenu, što

usložnjava i poskupljuje računalo. Taj problem se rješava tako da se upravljanje vrši na funkcionalnim cjelinama kojima upravlja računalo koje može biti sasvim skromne konfiguracije. Upravljanje i nadgledanje tim jedinicama vrši nadređeno računalo koje je znatno slabijih karakteristika od računala koje bi upravljalo sa nekoliko hiljada tačaka u procesu. Na taj je način i opći cilj nadzora i upravljanja podijeljen na potciljeve. Znači, predlaže se hijerarhijska struktura koja omogućuje:

- da se sistem kao cjelina promatra po vertikali kao niz podsistema;
- da prioritet djelovanja-intervencije ima nadređeni sistem;
- da je nadređeni sistem zavisian od sposobnosti podređenih sistema.

Pogodna, praktična konfiguracija, jeste upravljanje na dva nivoa (sl. 2). Stvarni izvršni elementi su sistemi lokalne automatike koji vrše regulaciju na svim postrojenjima na objektu. Na taj sistem nadograđen je sistem podstanica (mala računala koja vrše obradu signala dobivenih od sistema lokalne automatike). Podstanice mogu biti posve autonomne s obzirom na to da imaju sve komponente mikroručunala, a interni program koji je smješten u ROM-u koordinira rad cijele podstanice. Neke funkcije podstanice su:

- čitanje iznosa mjerača,
- brojanje impulsa,
- A-D i D-A konverzija,
- čitanje stanja preklopki.

Nadređeni računar koordinira radom podstanica, te omogućuje efikasnu međuvezu prema operatoru (štampanje stanja procesa, alarmnog stanja, protokoliranje dnevno, mjesečno ili po želji), prikaz tehnoloških shema sa kojih direktno možemo djelovati na proces i neke specifične funkcije. Tako hijerarhijski organiziran sistem može biti kompromis između potrebne brzine računala i složenosti procesa.

Vrlo bitna komponenta ovako organiziranih sistema je modularnost. Poželjno je da cijeli sistem bude izgrađen

od ograničenog broja modula kojima se funkcija može mijenjati promjenom koda na kartici. Time se arhitektura podstanice i cijelog sistema može prilagoditi procesu u njegovoj veličini, tj. sistem se efikasno može koristiti kako za upravljanje i relativno malih i relativno složenih procesa. Poželjno je da se upotrijebi jedinstvena sistemsko sabirnica. Primjer funkcija za kartice su:

- mjerne (za analogne veličine);
- brojači impulsa (za broj sati rada);
- alarmne (za statusne i postavne veličine).

Koncept nadzora i upravljanja, pored sklopovskih komponenti, mora imati i vezivno tkivo (programsku podršku) koja postoji na oba nivoa — podređenom i nadređenom. Pogodno je da nadzorno računalo bude ekspertni sistem koji mora imati karakteristike, napred navedene. Za upravljanje procesom programom APC (Automatic Program Control) razvijeni su događajni, vremenski i selekcijski APC.

Događajni APC se aktivira automatski ukoliko se u procesu dogodila promjena za koju se traži određena akcija ili niz akcija. Naravno, i sam APC može aktivirati izvršavanje niza drugih APC. Ova vrsta APC može biti aktivirana i po nivou prioriteta.

Vremenski APC su pogodni za radnje koje su povezane s dnevnim radom, na primjer aktiviranje svjetla u noćnim satima ili uključivanje dijela klima-uređaja u radno vrijeme, štampanje protokola ujutro u 7 sati, i slično.

Selekcijski programi su pogodni za postavljanje test-tačaka, a izvršavanje nekog APC može krenuti sasvim dru-

gim tokom ukoliko nije zadovoljen uslov dat selekcijskim programom, npr. uključivanje klima-uređaja je moguće ako ima pritiska i vode. Pogodnim kombinacijama ovakvih programa moguće je dobiti privid inteligentnog upravljanja. I u našoj zemlji postoje instalirani, a i po licenci se proizvode upravljačko-nadzorni sistemi koji imaju značajke ekspertnog sistema, a nadziru i upravljaju procesom iz kojeg se dobiva 1—2 hiljade procesnih varijabli.

I pored nesumnjivih prednosti ES u upravljanju procesima, relativno sporim, predlaže se da se na osnovu određenih praktičnih pokazatelja obavlja stalna kontrola operatora i drugog stručnog osoblja, s ciljem da se proces u svakom trenutku nadzire i sa njime po potrebi upravlja.

## Zaključak

U radu se pokušao definirati složeni proces sa akcentom na probleme uvođenja računala u upravljanje složenim procesom. Naglašena je svršishodnost uvođenja upravljanja u dva ili više nivoa. Poseban problem je upravljanje složenim procesom u realnom vremenu, te eventualno korištenje ES u upravljanju relativno sporim procesima. Pokušano je da se istaknu prednosti takvog načina upravljanja, te neke praktične mogućnosti sa primjerom korištenja APC programa u postojećim vrlo složenim objektima, kao što su bolnice, brodovi, i sl. I pored primamljivih mogućnosti, računala ipak ne mogu zamijeniti čovjeka-operatora, pa je u radu ta činjenica posebno naglašena i predložena koncepcija uzajamnog djelovanja.

## Literatura:

- [1] F. Jović: »Kompiutersko vođenje procesa«, ZOTKS, 1988.
- [2] MIPRO 88: »Jugoslovensko savjetovanje mikroručunala u sistemima procesnog upravljanja«
- [3] J. Božičević: »Automatsko vođenje procesa« Tehnička knjiga, Zagreb, 1972.

- [4] M. D. Mesarović, D. Macko, Y. Takahara: »Teorija hijerarhijskih sistema sa više nivoa«, Informator, 1972.
- [5] Dokumentacija uz računalo Sauter EY 2400.



Mr Dušan Korolija,  
kapetan I klase, dipl. inž.

## Polazne osnove za matematičku formalizaciju sistema snabdevanja modularno građenih tehničkih sredstava rezervnim delovima u sistemu održavanja sa više nivoa

### Uvod

Radi poboljšanja pogodnosti za održavanje tehničkih sredstava, danas se sve više primenjuje modularna konstrukcija tih sredstava. Sredstvo takve konstrukcije popravlja se zamenom viših modularnih celina i to, zbog relativno jednostavnog otkrivanja takvih neispravnih celina, na nižim nivoima održavanja. Zamenjene modularne celine popravljaju se na višim nivoima održavanja. Ovakav način korektivnog održavanja bitno poboljšava operativnu gotovost tehničkog sredstva, jer je održavanje bliže korisniku.

Sistem snabdevanja rezervnim delovima treba da obezbedi optimalan asortiman, količine i raspored rezervnih delova po nivoima održavanja, da bi se postigla maksimalna operativna gotovost tehničkih sredstava uz istovremeno minimalne troškove za rezervne delove. Problem proračuna optimalnih količina rezervnih delova za korektivno održavanje modularno građenih tehničkih sredstava relativno je složen. Kod ovakvih sredstava, pored rezervnih delova potrebnih za njihov popravak, popravljaju se i rezervni delovi potrebni za popravak popravljivih sastavnih delova tehničkog sredstva.

U ovom članku date su osnovne koncepcije sistema održavanja i sistema snabdevanja rezervnim delovima mo-

dularno građenih tehničkih sredstava, parametri sistema snabdevanja i kriteriji za ocenu tog sistema.

### Korektivno održavanje modularno građenih tehničkih sredstava

Tehnologiju korektivnog održavanja tehničkog sredstva bitno određuju konstruktivno-tehnološka svojstva tog sredstva i to, pre svega, modularnost sredstva. Na slici 1 prikazana je konstrukcija savremenog modularno građenog tehničkog sredstva. Sastavni delovi tehničkog sredstva su više modularne celine (VMC), niže modularne celine (NMC) i elementi.

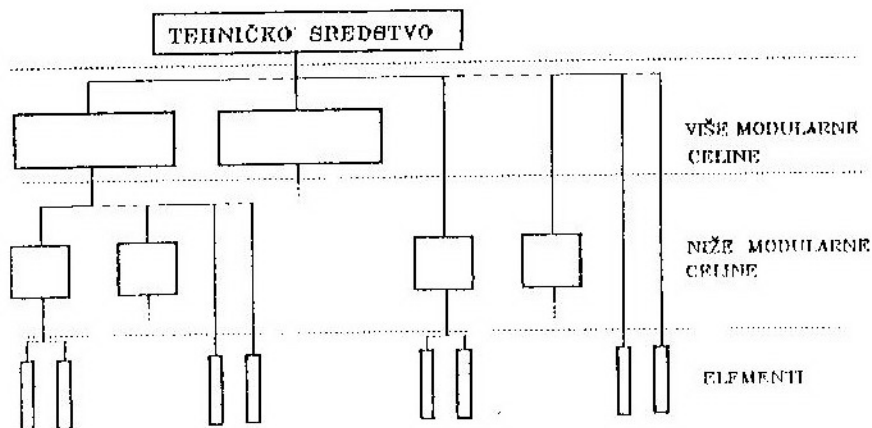
Modularno građeno tehničko sredstvo popravlja se zamenom VMC i/ili NMC i/ili elemenata. Nakon zamene i potrebne kontrole i podešavanja parametara, tehničko sredstvo se vraća ispravno u eksploataciju. Zamenjeni nepopravljivi sastavni delovi se odbacuju, a popravljivi se popravljaju zamenom njihovih popravljivih ili nepopravljivih sastavnih delova. Najčešće su modularne celine (VMC i NMC) popravljivi, a elementi nepopravljivi sastavni delovi. Sve korektivne operacije na sredstvu i njegovim sastavnim delovima pogodno je grupisati u korektivne tehnološke programe održavanja [2].

Korektivno održavanje modularno građenog tehničkog sredstva i njegovih

sastavnih delova odvija se na više nivoa održavanja. Na svakom nivou izvode se određeni korektivni programi. Za izvođenje tih programa svaki nivo održavanja je kadrovski obezbeđen i materijalno opremljen. Prvi nivo održavanja predstavlja održavanje koje se odvija na mestu upotrebe tehničkog sredstva, izvode ga neposredni korisnici tehničkog sredstva i na njemu se najčešće ne vrši popravak zamenjenih popravljivih sastavnih delova. Na višim nivoima održavanja popravljiva se tehničko sredstvo i njegovi popravljivi sastavni delovi. Najviši nivo održavanja je najstručniji nivo i na njemu se obično ne vrši popravak celog tehničkog sredstva, već samo njegovih sastavnih delova.

žavanja čuvaju se na tom nivou i na višim nivoima snabdevanja. Za nepopravljive rezervne delove najviši nivo čuvanja je najviši nivo sistema snabdevanja rezervnim delovima, a za popravljive rezervne delove onaj nivo snabdevanja na kojem se vrši popravak tih rezervnih delova.

U slučaju otkaza tehničkog sredstva, zavisno od vrste otkaza, sredstvo ide na određeni nivo održavanja gde se vrši njegova popravka zamenom popravljivog ili nepopravljivog sastavnog dela. Vremenski period od otkrivanja neispravnog dela do trenutka dopremanja ispravnog dela do sredstva predstavlja vreme obnavljanja sastavnog dela tehničkog sredstva.



Sl. 1 Konstrukcija modularno građenog tehničkog sredstva

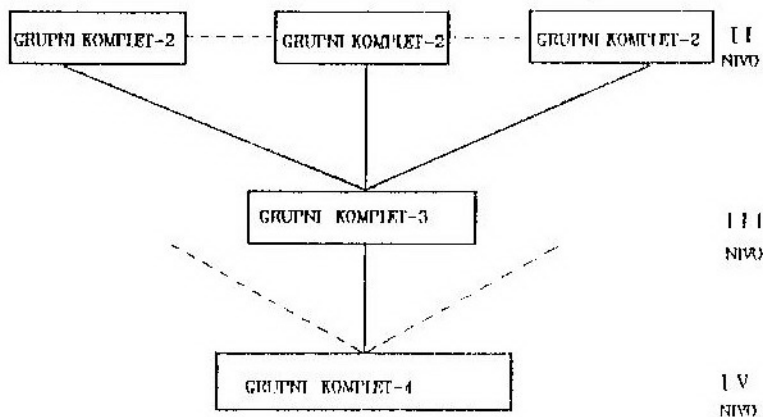
### Snabdevanje modularno građenih tehničkih sredstava rezervnim delovima

Potrebne rezervne delove za izvođenje korektivnog održavanja obezbeđuje sistem snabdevanja rezervnim delovima. Najefektivniji i najekonomičniji metod obezbeđenja potrebnih rezervnih delova je preko više nivoa snabdevanja, kojih ima koliko i nivoa održavanja i koji su ugrađeni u samu tehnološku strukturu održavanja. Rezervni delovi za potrebe jednog nivoa održavanja

Neispravni nepopravljivi sastavni delovi tehničkog sredstva vanredno se obnavljaju u kompletu rezervnih delova, koji je na nivou na kojem se vrši popravak uređaja. Ako dela nema u tom kompletu, obnavljanje se vrši u kompletima na višim nivoima snabdevanja. Deo se sigurno obnavlja u kompletu na najvišem nivou snabdevanja. Taj nivo mora imati neiscrpane rezerve nepopravljivih rezervnih delova. Na slici 2. prikazana je alokacija ovih delova, koji se troše na drugom nivou održavanja, u sistemu održavanja sa četiri nivoa.

Neispravni popravljivi sastavni delovi tehničkog sredstva vanredno se obnavljaju u kompletu, koji je na nivou na kojem se vrši popravka tehničkog sredstva. Ako potrebnog dela nema u tom kompletu, obnavljanje se vrši u radionici na tom nivou, ako je ona nadležna za popravak tog dela. Ako nije, obnavljanje se vrši u kompletima na

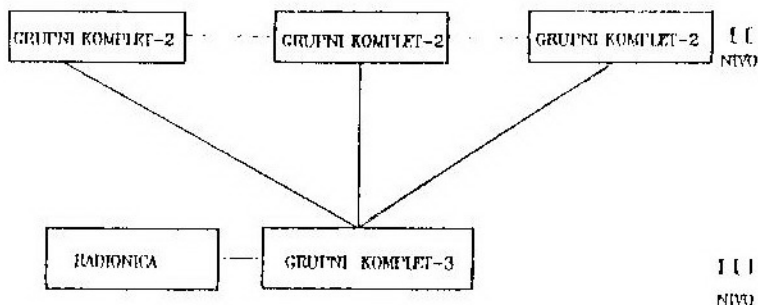
Obnavljanje neispravnih nepopravljivih i popravljivih sastavnih delova, popravljivog sastavnog dela tehničkog sredstva, vrši se vanredno i redovno. Vanredno obnavljanje se obavlja u slučaju kada se popravka tog popravljivog dela vrši radi vanrednog obnavljanja sastavnog dela tehničkog sredstva. Redovno obnavljanje se obavlja ako se deo



Sl. 2 Alokacija nepopravljivih rezervnih delova

višim nivoima snabdevanja ili u radionicama na tim nivoima, ako su one nadležne za popravku dela. Deo se sigurno obnavlja u radionici nadležnoj za njegov popravak, koja se može posmatrati kao komplet neiscrpnih rezervi, tih delova. Na slici 3. prikazana je alokacija

popravlja radi obnavljanja rezervnog dela kompleta. Postupak obnavljanja ovih delova identičan je obnavljanju sastavnih delova tehničkog sredstva, samo što su vremena redovnog obnavljanja u principu duža od vremena vanrednog obnavljanja.



Sl. 3 Alokacija popravljivih rezervnih delova

popravljivih rezervnih delova koji se menjaju na II nivou održavanja, a popravljaju na III nivou održavanja.

Svi kompleti rezervnih delova u sistemu snabdevanja rezervnim delovima imaju konačne (iscrpane) zalihe rezerv-

nih delova, osim kompleta na najvišem nivou snabdevanja u kojem se nalaze neiscrpne zalihe nepopracljivih rezervnih delova. Optimizacija zaliha nepopracljivih rezervnih delova na najvišem nivou snabdevanja vrši se nezavisno od optimizacije zaliha rezervnih delova u ostalim kompletima. Izuzeti nepopracljivi rezervni delovi iz kompleta redovno se obnavljaju u jednom od skladišta na višim nivoima snabdevanja. Popracljivi rezervni delovi kompleta redovno se obnavljaju u radionici na nivou na kojem se nalazi komplet, ako je ta radionica nadležna za popravak zamenjenog neispravnog dela. Ako nije, obnavljanje dela vrši se u jednom od kompleta na višim nivoima snabdevanja ili u radionici koja je nadležna za popravak tog dela. Obnavljanje nepopracljivih i popracljivih rezervnih delova kompleta rezervnih delova može početi odmah po izuzimanju rezervnog dela ili nakon nekog određenog vremena. U vezi sa tim, definišu se dve vrste obnavljanja delova kompleta rezervnih delova:

- neprekidno obnavljanje,
- periodično obnavljanje.

### Parametri sistema snabdevanja rezervnim delovima

Za matematičku formalizaciju sistema snabdevanja tehničkih sredstava rezervnim delovima neophodno je definisati parametre, koji definišu strukturu i politiku sistema i koji sa aspekta pouzdanosti opisuju posmatrana tehnička sredstva. Mnoštvo tih parametara može se svrstati u logističke, tehničke i ekonomske parametre.

### Logistički parametri

$K_{ij}$  — koeficijent eksploatacije sastavnog dela tehničkog sredstva.

$T$  — vremenski period između dve redovne popune kompleta rezervnih delova,

$t(t')$  — srednje vreme redovne (vanredne) popune kompleta rezervnih delova,

$R$  — broj kompleta rezervnih delova koji se oslanjaju na komplet na višem nivou snabdevanja,

$t_{tr}(t'_{tr})$  — srednje vreme transporta sastavnog dela od mesta zamene do radionice gde se popraclja, pri redovnoj (vanrednoj) popravci tog dela,

$t_{jaz}(t'_{jaz})$  — srednje vreme administrativnog zastoja sastavnog dela, pri redovnoj (vanrednoj) popravci tog dela,

$t_{jav}(t'_{jav})$  — srednje vreme aktivne popravke sastavnog dela, pri redovnoj (vanrednoj) popravci tog dela.

### Tehnički parametri

$K$  — ukupan broj vrsta sastavnih delova u jednom sredstvu,

$m_j$  — broj sastavnih delova određene vrste u sredstvu,

$\lambda_{1j}(t)$  — intenzitet otkaza dela pod opterećenjem,

$\lambda_{2j}(t)$  — intenzitet otkaza dela kada je rasterećen,

$\lambda_{3j}(t)$  — intenzitet otkaza dela kada je u kompletu.

### Ekonomske parametri

$C_j$  — cena rezervnog dela,

$C_{sj}$  — troškovi skladištenja rezervnog dela,

$C_{trj}(C'_{trj})$  — troškovi redovnog (vanrednog) transporta rezervnog dela,

$C$  — raspoloživa novčana sredstva za formiranje svih kompleta rezervnih delova.

### Kriteriji za ocenu sistema snabdevanja rezervnim delovima

Za ocenu sistema snabdevanja tehničkih sredstava rezervnim delovima pogodni su sledeći kriteriji:

- koeficijent snabdevenosti,
- srednje vreme zastoja tehničkog sredstva zbog nedostatka rezervnih delova,
- troškovi rezervnih delova.

Operativna gotovost, kao jedan od najvažnijih pokazatelja sistema održavanja tehničkih sredstava, data je izrazom:

$$A_0 = \frac{t_{iod}}{t_{iod} + t_z} \quad (1)$$

gde je:

$t_{iod}$  — srednje vreme između održavanja tehničkog sredstva,

$t_z$  — srednje vreme zastoja tehničkog sredstva zbog održavanja.

Ovo vreme može se napisati kao izraz:

$$t_z = t'_z + t_p \quad (2)$$

gde je:

$t'_z$  — srednje vreme zastoja tehničkog sredstva zbog održavanja, kada postoje neiscrpane količine rezervnih delova pri korektivnom održavanju celog sredstva.

$t_p$  — srednje vreme zastoja tehničkog sredstva zbog nedostatka rezervnih delova. Ovo vreme određeno je takvim zastojima nastalim pri izvođenju svih korektivnih akcija na sredstvu i njegovim sastavnim delovima i zastojima tipa  $t'_z$ , koji nastaju pri korektivnim akcijama na sastavnim delovima tehničkog sredstva. Pomoću izraza (1) i (2) može se napisati izraz za operativnu gotovost:

$$A_0 = \frac{t_{iod}}{t_{iod} + t'_z} \cdot \frac{t_{iod} + t'_z}{t_{iod} + t'_z + t_p} = A'_0 K_{sn} \quad (3)$$

gde je:

$A'_0$  — operativna raspoloživost tehničkog sredstva, kada pri korektivnom održavanju sredstva postoje neiscrpane količine rezervnih delova.

$K_{sn}$  — koeficijent snabdevenosti tehničkog sredstva rezervnim delovima.

Iz izraza (3) vidi se da operativna gotovost tehničkog sredstva direktno zavisi od vremena zastoja tehničkog sredstva zbog nedostatka rezervnih delova, odnosno od koeficijenta snabdevenosti tehničkog sredstva rezervnim delovima. Zbog toga se ova dva parametra mogu uzeti za kriterije sistema snabdevanja rezervnim delovima. Koeficijent snabdevenosti je, pored vremena zastoja, zbog nedostatka rezervnih delova, funkcija srednjih vremena koja ne zavise od sistema snabdevanja rezervnim delovima. Stoga se srednje vreme zastoja tehničkog sredstva zbog nedostatka rezervnih delova najčešće koristi kao kriterij optimalnosti procesa snabdevanja.

Matematička formalizacija procesa snabdevanja rezervnim delovima treba dati zavisnost srednjeg vremena zastoja sredstva zbog nedostatka rezervnih delova od količina rezervnih delova, u svim kompletima rezervnih delova, i od svih datih parametara procesa snabdevanja. Ova formalizacija može biti veoma složena, posebno za tehnička sredstva sa sastavnim delovima koji nemaju eksponencijalnu raspodelu otkaza. Srednje vreme zastoja sredstva zbog nedostatka rezervnih delova određeno je zastojem tehničkog sredstva i svakog njegovog popravljivog sastavnog dela, zbog nedostatka rezervnih delova, na svakom nivou na kojem se vrši njihovo održavanje. Opšti izraz za srednje vreme zastoja tehničkog sredstva zbog nedostatka rezervnih delova je:

$$t_p = \sum_{i=1}^N q_i t_{pi} \quad (4)$$

gde je:

$q_i$  — verovatnoća opravke tehničkog sredstva na  $i$ -tom nivou održavanja.

$t_{pi}$  — srednje vreme zastoja sredstva zbog nedostatka rezervnih delova na  $i$ -tom nivou održavanja.

$N$  — broj nivoa održavanja na kojima se popravlja tehničko sredstvo.

## Zaključak

U članku su date polazne osnove za matematičku formalizaciju procesa snabdevanja modularno građenih tehničkih sredstava rezervnim delovima. Formalizacijom treba da bude obuhvaćen kompletni logistički proces snabdevanja rezervnim delovima tehničkog sredstva i svih njegovih sastavnih delova, u sistemu održavanja sa više nivoa. Pomoću izrađenog modela i određene metode programiranja mogu se

izraditi programi za proračun optimalnih zaliha rezervnih delova. Program treba da daje optimalne zalihe rezervnih delova za različite alternative održavanja (raspodele korektivnih tehnoloških programa po nivoima održavanja). Na taj način bi se došlo do podataka o troškovima rezervnih delova i vremena zastoja usled snabdevanja rezervnim delovima za svaku alternativu. Ovi podaci su značajni za optimizaciju sistema održavanja modularno građenih tehničkih sredstava.

## Literatura:

- [1] Kuljbak L. I.: Osnovi rasčeta obeštećenja elektronoj aparaturi zapasnim elementami, Sovetskoe radio, Moskva, 1970.
- [2] Barković M., Petrović J.: Koncept tehnologije održavanja tehničkih sistema. Brioni, Zbornik radova SYMOPIS '88, 1988.
- [3] Korolija D.: Model snabdevanja modularno građenih elektroničkih uređaja rezervnim delovima, Magistarski rad, Zagreb, ETF, 1988.
- [4] Korolija D.: Snabdevanje modularno građenih tehničkih sredstava, rezervnim delovima, Brioni, Zbornik radova SYMOPIS '88, 1988.
- [5] Blanchard B.: Logistics engineering and management, New Jersey, Prentice Hall, Inc., 1986.

## Dimenzioniranje cevi artiljerijskog oruđa pomoću računara

### Uvod

Cev je najbitniji deo artiljerijskog oruđa. U njoj se prilikom opaljenja vrši dvostruka transformacija energije: iz hemijske u toplotnu i iz toplotne u mehaničku (potencijalnu i kinetičku) energiju. Cev ima zadatak da projektilu saopšti potrebnu početnu brzinu i pravac poleta, a projektilima, koji nemaju krilca za stabilizaciju, pomoću zavojnih žlebova, saopštava i visoku rotaciju oko uzdužne ose, radi stabilizacije.

Cev je izložena veoma složenim uslovima eksploatacije. Zbog toga je proračun, konstrukcija i proizvodnja cevi vrlo ozbiljan problem. Pravilno dimenzionisanje cevi treba, ne samo da otkloni svaki rizik rasprskavanja, već i da onemogući nastajanje trajnih deformacija, čak i kod izuzetno visokih pritiska. Prema tome, cev uvek treba da deluje u domeni čisto elastičnih deformacija. Trajne deformacije bi dovele do izmene balističkih karakteristika oruđa, kao i do poremećaja pravilnog funkcionisanja pojedinih delova oruđa. Jasno je da zbog taktičkog zahteva o pokretljivosti i lakoće posluživanja i održavanja, cev ne sme biti predimenzionisana, tj. da ima suviše veliku masu.

Zato se najčešće u toku projektovanja cevi traži kompromis između ova dva zahteva. Cilj ovog rada je da se analiziraju teorije čvrstoće koje se koriste za dimenzionisanje cevi artiljerij-

skih oruđa, kompariraju i odabere ona koja daje optimalno rešenje konkretnog oruđa uz pomoć računara.

### Poželjna otpornost cevi

Otpornost cevi se određuje maksimalnim naprezanjem i deformacijama u zidovima cevi, pri delovanju sila u procesu opaljenja. Osnovna sila, od koje zavisi otpornost cevi, nastaje od pritiska barutnih gasova. Eksperimenti su pokazali da je pritisak neravnomerno raspoređen po dužini kanala cevi i raste od dna projektila prema dnu cevi. Prema tome, pritisci se, na pojedine preseke zadnjeg dela cevi, menjaju od  $p_m$  do  $p_c$  [1].

Pritisak  $p_c$  može se približno računati po formuli Saroa:

$$p_c = p_m \cdot \left( 1 + 0,5 \frac{\omega}{m} \right)$$

ili preciznije po formuli Sluhockoga:

$$p_c = p_m \cdot \left( 1 + 0,55 \frac{\omega}{m} \right) \cdot \left( \frac{d}{d_k} \right)^{0,6}$$

gde je:

- $\omega$  — masa barutnog punjenja;
- $m$  — masa projektila;
- $d$  — kalibar oruđa;
- $d_k$  — najveći prečnik komore;
- $p_m$  — maksimalni pritisak barutnih gasova;
- $p_c$  — pritisak na dno cevi.

Za proračun otpornosti cevi usvajaju se sledeće pretpostavke:

- pritisak deluje normalno na površinu kanala cevi;
- presek cevi je kružni prsten koji se ravnomerno deformiše, i
- cev je izrađena od homogenog i izotropnog materijala.

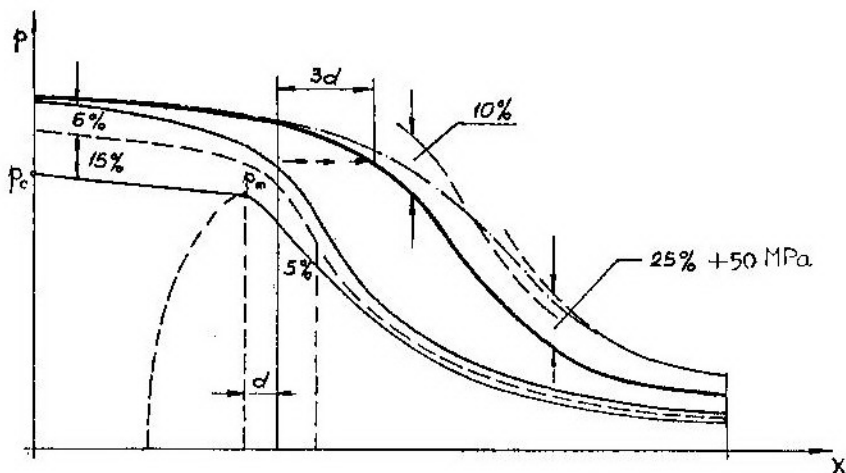
Jasno je da sve ove pretpostavke ne mogu biti potpuno ispunjene u praksi:

- realni materijal odstupa od idealnog homogenog i izotropnog;
- mnogobrojni faktori, kao npr. masa projektila, masa barutnog punjenja, granulacija barutnih zrnaca, temperatura baruta pre opaljenja, kalibar cevi, volumen barutne komore, ukupni radni volumen cevi, itd., u praksi odstupaju od normalnih veličina zbog proizvodnih tolerancija ili habanja, što neminovno dovodi do varijacija maksimalnog pritiska barutnih gasova;
- pri opaljenju dolazi do zagrijavanja zidova cevi i smanjenja njene otpornosti;

Bez obzira na to, praktično je potvrđeno da uz uvedene pretpostavke dobijene formule daju rezultate koji se dobro poklapaju s eksperimentalnim.

Zbog toga je potrebno da se dijagram razvoja pritiska barutnih gasova u cevi koriguje. Dakle, treba odrediti merodavni ili konstrukcioni pritisak za dimenzioniranje cevi oruđa. U vezi sa tim, postoji više načina. Tako, na primer, po preporuci prof. Dufoura [1], čine se sledeće dopune osnovnog dijagrama unutrašnjeg balističkog pritiska, slika 1:

- od početka barutne komore do mesta maksimalnog pritiska ordinate se povećavaju za 15%;
- od mesta maksimalnog pritiska do mesta kraja sagorevanja baruta ordinate se degresivno povećavaju (od 15 do 5%);
- od mesta kraja sagorevanja do usta cevi povećanje je konstantno od 5%;
- naknadno povećanje je 6% po celoj dužini cevi.



Sl. 1 Dobijanje krivulje poželjne otpornosti — krivulje konstrukcionog pritiska

— postoje, takođe, različite metode određivanja i proračunavanja pritiska barutnih gasova, koje s manjom ili većom tačnošću mogu reprezentovati stvarne procese.

Ovoliko povećanje ordinata pritiska još uvek nije dovoljno. Brzo narastanje pritiska u vodištu projektila, što se vrlo nepovoljno odražava na mehanička svojstva metala cevi i vibracije



cevi, posebno radialne, predstavljaju daljnji problem, pa se mora obezbediti ujednačenija krutost cevi u svim presjecima:

— pomeri se dosadašnja krivulja prema ustima cevi za oko 3 kalibra;

— u prednjoj polovini cevi ordinate se povećavaju za 10%;

— u prednjoj trećini cevi ordinate se povećavaju za 25% + 50 MPa;

— na kraju, povezivanjem zadnjih dvaju povećanja s ranije pomerenom krivuljom dobija se rezultujuća krivulja fiktivnih pritisa ili tzv. »krivulja poželjne otpornosti«. Ona je u dijagramu na slici 1 označena s tačka-crta.

Za praktične proračune, krivulja poželjne otpornosti može se dobiti preko koeficijenata sigurnosti čvrstoće, tako da se osnovni radni pritisak uveća za 1,3 do 1,4 a na ustima cevi za 2 do 2,5 puta. Tako dobijenom krivuljom fiktivnog pritiska može se izvršiti proračun otpornosti, odnosno korektno dimenzionisanje zidova tzv. »monoblok neojačane cevi«. Ako je cev predviđena za autofretažu u poluelastičnom režimu, završna krivulja se uvećava za još 5%. Ako se, pak, predviđa za totalni režim autofretaže, onda se završna krivulja povećava za 10%. Rezultujuća krivulja tačka-crta (sl. 1) često se naziva i krivuljom »konstrukcionog pritiska«.

### Naprezanja i deformacije u zidovima cevi

Budući da se radi o izuzetno visokim pritiscima, kakvi nisu poznati kod ostalih toplotnih mašina, proračun otpornosti cevi artiljerijskog oruđa se razlikuje od proračuna tankostenih cevi, kotlova, rezervoara, itd., opterećenih unutrašnjim ili vanjskim pritiskom. Cevi oruđa su debelostene, kod kojih je raspodela naprezanja po slojevima veoma neravnomerna pri opaljenju. Određivanje složenog stanja naprezanja i deformacija debelostene cevi bazira se na analizi opterećenja elementarnog isečka beskonačno malih dimenzija (zadatak Laméa). Po konvenciji, u debelostene cevi

spadaju sve one cevi kod kojih je odnos vanjskog prema unutrašnjem radijusu  $\Theta = r_2/r_1 = 1,2$  [1].

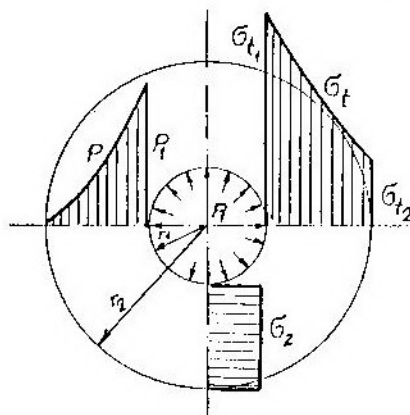
Na osnovu relacija Hookovog zakona prema [3] i rešenja Laméa, u slučaju debelostenih cevi ( $p_2=0$ ) dobijeni su izrazi za glavna naprezanja »monoblok« cevi u obliku:

$$\left. \begin{aligned} p &= p_1 \cdot \frac{r_1^2}{r_2^2 - r_1^2} \cdot \left( \frac{r_2^2}{r^2} - 1 \right) \\ \sigma_1 &= p_1 \cdot \frac{r_1^2}{r_2^2 - r_1^2} \cdot \left( \frac{r_2^2}{r^2} + 1 \right) \\ \sigma_2 &= p_1 \cdot \frac{r_1^2}{r_2^2 - r_1^2} \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

gde je:  $r_1 \leq r \leq r_2$

### Elastična otpornost monoblok cevi

Pod pojmom »elastične otpornosti cevi« [1] podrazumeva se maksimalni unutrašnji pritisak, koji cev može elastično da izdrži. Označava se sa  $p_{elr}$ . Iz dijagrama glavnih naprezanja (sl. 2) vidi se da maksimalne vrednosti promen-



Sl. 2 Glavna naprezanja u funkciji radijusa za slučaj monoblok cevi, opterećene unutrašnjim pritiskom  $P_1$

ljivih naprezanja  $\sigma_i$  i  $p$  nastaju na unutrašnjoj površini cevi. No, bez obzira na to što se zna gde su ti maksimumi i

što ih formulama (1) možemo tačno računati, ne može se tvrditi i dokazati preko kojih vrednosti maksimuma mora doći do pojave trainih deformacija, odnosno, kolika je »elastična otpornost« te monoblok cevi.

Eksperimenti su pokazali da za definisanje tog graničnog stanja nije dovoljno znati samo intenzitete glavnih naprezanja već treba poznavati i njihove međusobne odnose. Budući da je kod prostornih (troosnih) opterećenja moguć beskonačan broj kombinacija tih odnosa, eksperimentalno se ne može postaviti zakon po kojem bi se prosuđivalo, odnosno merilo stanje naprezanja kao što je to moguće kod jednoosnog opterećenja.

Zbog toga je neophodno složeno (troosno) naprezanje svesti na oblik koji se može upoređivati s odgovarajućim naprezanjem jednoosno zatezane epruvete.

Pri definisanju takvog komparativnog oblika, razni autori su polazili od različitih hipoteza, odakle su se razvile različite teorije čvrstoće.

## Sušтина pojedinih teorija čvrstoće

### Teorija najvećih normalnih naprezanja

Prema ovoj teoriji, granično stanje naprezanja postiže se onda kada po apsolutnoj vrednosti najveće od tri glavna naprezanja dostigne vrednost granice elastičnosti, ustanovljene za taj materijal istezanjem standardne epruvete. Kod monoblok cevi tangencijalno naprezanje je uvek najveće po apsolutnoj vrednosti, pa njegovu maksimalnu vrednost treba izjednačiti sa  $\sigma_e$ , tj.  $\sigma_{t1} = \sigma_e$ , odnosno prema (1):

$$p_1 \cdot \frac{r_2^2 + r_1^2}{r_2^2 - r_1^2} = \sigma_e$$

odakle je 
$$p_{1gr}^I = \sigma_e \frac{r_2^2 - r_1^2}{r_2^2 + r_1^2}$$

odnosno 
$$r_2 = r_1 \cdot \sqrt{\frac{\sigma_e + p_{1gr}^I}{\sigma_e - p_{1gr}^I}}$$

Ova teorija je primenjiva samo za vrlo krte materijale, gde je uticaj drugih naprezanja gotovo zanemariv. Međutim, za topovski čelik kao žilav materijal, ova teorija je defektna i daje vrlo tanke zidove cevi, jer ne uzima u obzir uticaj vrlo značajnog radijalnog naprezanja ( $\sigma_r = -p$ ). Po ovoj teoriji proračunavale su se cevi sve do I svetskog rata, uz primenu koeficijenta sigurnosti od približno 1,5 do 1,6, [1].

### Teorija najvećih linearnih deformacija

Ova teorija se zasniva na pretpostavci da je vrednost najveće izvedene relativne deformacije u jednom od tri glavna smera merodavna za procenu stanja naprezanja. Budući je najveća izvedena relativna deformacija  $\xi_{\max} = \xi_{t1}$ , i to na unutrašnjoj površini cevi, a s obzirom na [3], za ekvivalentno (izvedeno) naprezanje važi odnos:  $-E \cdot \xi_{t1} = \sigma_{t1} = \sigma_e$ . Odavde je prema (1):

$$p_{1gr}^{II} = \frac{3}{2} \sigma_e \cdot \frac{r_2^2 - r_1^2}{2 \cdot r_2^2 + r_1^2}$$

odnosno 
$$r_2 = r_1 \cdot \sqrt{\frac{3\sigma_e + 2p_{1gr}^{II}}{3\sigma_e - 4p_{1gr}^{II}}}$$

Ova teorija je neko vreme dominirala u proračunima otpornosti cevi u Nemačkoj, SSSR i ČSR. Ona daje znatno bolje rezultate od prethodne, ali je ipak nepotpuna. Jer, ako se čelična kocka izloži svestranom hidrostatskom pritisku, gde su naprezanja u sva tri smera ista, sledi vrednost »graničnog« hidrostatskog pritiska:  $p_{gr} = 3\sigma_e$ !! No, to nije tačno, pošto su eksperimenti pokazali da takva kocka može da izdrži, beskonačno visoke hidrostatske pritiske, bez tragova pojave plastičnih deformacija. Zbog toga se i ova teorija novije vreme sve više napušta.

## Teorija najvećih tangencijalnih napreznja (teorija klizanja)

Prema ovoj teoriji, do pojave plastičnih deformacija neće doći sve dok najveće rezultujuće smično napreznje u zidu cevi ne prekorači vrednost maksimalnog smičnog napreznja standardne epruvete od istog materijala, istegnute do granice elastičnosti. Rezultujuće maksimalno smično napreznje nastaje kod troosno opterećenog tela, u ravnini, koja s pravcima ekstremnih glavnih napreznja zaklapa uglove od po 45°, a to znači u ravnini u kojoj leži vektor srednjeg glavnog napreznja. Dakle, važi uslov da je:  $\sigma_{II} - \sigma_I = \sigma_e$ . Prema tome, elastična otpornost monoblok cevi po ovoj teoriji je:

$$p_{igr}^{III} = \frac{\sigma_e}{2} \cdot \frac{(r_2^2 - r_1^2)}{r_2^2}$$

$$\text{odnosno } r_2 = r_1 \cdot \sqrt{\frac{1}{1 - 2p_{igr}^{III}/\sigma_e}}$$

Sve tri navedene teorije spadaju u grupu tzv. »klasičnih« teorija. Poslednja, tj. Kolombova teorija klizanja je kompletnija i daje rezultate koji za debelostene cevi malo odstupaju od eksperimentalnih. Ona u potpunosti odgovara i eksperimentu hidrostatskog tlačenja kocke, jer je tu rezultujuće smično napreznje jednako nuli. Međutim, ova teorija se eksperimentalno ne može proveriti za jednoliko istezanje u sva tri smera, jer je takav eksperiment tehnički neizvodiv. Neki autori sumnjaju da bi se i u tom slučaju kocka mogla indiferentno ponašati. Po ovoj teoriji cevi se proračunavaju po Francuskoj i Americi, a sve više i u drugim zemljama.

## Teorija potencijalne energije izobličenja ili teorija Huber-Mises-Hencky (HMH)

Ova teorija spada u grupu modernih-energetskih teorija čvrstoće. Po njoj se plastične deformacije počinju jav-

ljati tek onda kada potencijalna energija promene oblika jediničnog volumena materijala u posmatranoj tački prekorači graničnu vrednost specifične energije izobličenja, kakva je ustanovljena za isti materijal, pri jednoosnom zatezanju epruvete do granice elastičnosti. Elastična otpornost monoblok cevi po ovoj teoriji je:

$$p_{igr}^{IV} = \sigma_e \cdot \frac{r_2^2 - r_1^2}{\sqrt{3r_2^4 + r_1^4}}$$

$$\text{odnosno } r_2 = r_1 \cdot \sqrt{\frac{1 + \bar{p}_1 \cdot \sqrt{4 - 3\bar{p}_1^2}}{1 - 3\bar{p}_1^2}}$$

$$\text{gde je: } \bar{p}_1 = \frac{p_{igr}^{IV}}{\sigma_e}$$

Ova teorija je u potpunom skladu s rezultatima eksperimenta potpuno opterećene kocke jednoličnim hidrostatskim pritiskom, jer je sumarna potencijalna energija izobličenja tada jednaka nuli. Dakle, tako opterećena kocka može da se smanji po volumenu, ali i dalje ostaje kocka, tj. bez izobličenja. Ova teorija se smatra potpunijom od prethodnih, no proračuni na bazi ove teorije su mnogo glomazniji, što u eri kompjuterizacije više nije problem, pa ona danas ima najširu primenu u svetu.

Detaljnija analiza izraza za elastičnu otpornost monoblok cevi, prema navedenim teorijama čvrstoće [5], pokazuje:

— da se teorijom najvećih relativnih deformacija dobija cev najmanje mase;

— sve teorije čvrstoće, osim teorije klizanja za realne vrednosti  $r_2 < 2r_1$ , praktično daju uz manja odstupanja (<6%) iste rezultate, i

— po teoriji klizanja dobija se cev znatno uvećane mase.

U ovom radu na bazi teorije HMH napravljeno je programsko rešenje za dimenzionisanje cevi konkretnog oruđa.

## Programsko rešenje i rezultati proračuna

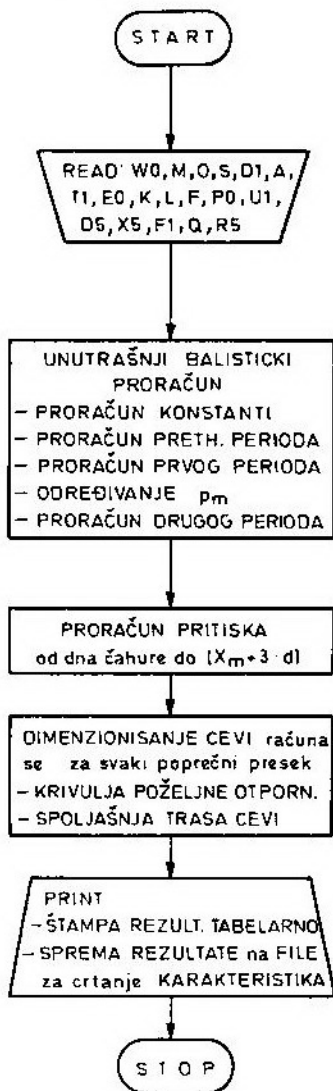
Programsko rešenje napravljeno je u programskom jeziku Fortran 5 na računaru Cyber 170/825 za konkretno oruđe.

Zbog dužine programskog rešenja daje se samo blok-šema programskog rešenja (sl. 3) uz potreban komentar. Radi boljeg razumevanja ideje programskog rešenja daje se uporedni pregled

gled korišćenih oznaka samo polaznih podataka, dok u kompletnom programskom rešenju postoje komentari o svakoj veličini, a izvršenje programa zahteva interaktivni rad.

### Uporedni pregled polaznih podataka

WO-W<sub>0</sub>, m<sup>3</sup> — zapremina barutne komore,  
D5-d, m — kalibar oružja,



### Komentari:

READ  
UČITAVANJE POLAZNIH PODATAKA  
USVOJENI KALIBAR CEVI sa karakteristikama:  
D5, (S, W0, X5, R5)  
KARAKTERISTIKE BARUTA:  
O, D1, A, T1, E0, K, L, F, U1  
KARAKTERISTIKE PROJEKTILA: M, P0, F1  
KARAKTERISTIKA MATERIJALA CEVI: Q

UNUTRAŠNJI BALISTIČKI PRORAČUN se vrši po literaturi [4]. Međutim, nakon određivanja MAKSIMALNOG PRITISKA barutnih gasova ( $p_m$ ) pomera se unapred za 3 kalibra zbog sigurnosti proračuna a usled specifičnosti municije, ORGANIZIRANO JE PAMĆENJE VREDNOSTI PRITISKA od  $p_m$  do usta cevi

Proračun se vrši po formuli Saroa ili Sluhockog, zavisno od toga da li je ležište metka konično ili cilindrično (literatura [1])

Na osnovu usvojenog materijala cevi (Q-granica elastičnosti materijala) prethodno sračunatog  $p_m$  vrši se DIMENZIONISANJE CEVI

IZLAZNI PODACI:  
- UKUPNA DUŽINA CEVI (X)  
- KONSTRUKCIONI PRITISAK P(X)  
- UNUTRAŠNJI POLUPREČNIK CEVI R1 (X)  
- SPOLJAŠNJI POLUPREČNIK CEVI R2 (X)

Sl. 3 Blok-šema programskog rešenja

S-S, m <sup>2</sup> — površina poprečnog preseka cevi,	3	.19624	375272793.	.2065	.1200
X5-X <sub>u</sub> , m — ukupni put projektila u cevi,	4	.29437	374724050.	.2062	.1200
R5-r, m — radijus ležišta metka,	5	.39249	374175306.	.2059	.1200
O-ω, kg — masa baruta,	6	.49061	373626563.	.2057	.1200
D1-δ, kg/m <sup>3</sup> — zapreminska masa baruta,	7	.58873	373077819.	.2054	.1200
A-a, m <sup>3</sup> /kg — kovolumen barutnih gasova,	8	.68686	372529076.	.2051	.1200
T1-Θ, — odnos specifičnih toplota umanjen za 1,	9	.78498	371980332.	.2048	.1200
EO-e <sub>0</sub> , m — polovina debljine barutnog zrna	10	.88310	371431589.	.2046	.1200
K-κ <sub>1</sub> , — koeficijent oblika barutnog zrna,	11	.98122	370882846.	.2043	.1200
L-λ <sub>1</sub> , — koeficijent oblika barutnog zrna,	12	1.07935	370334102.	.2040	.1200
F-f, J/kg — specifičan rad barutnih gasova,	13	1.17747	369785359.	.2038	.1200
U1-u <sub>1</sub> , m/Pas — jedinična brzina sagorevanja baruta,	14	1.27559	369236615.	.2035	.1200
M-m, kg — masa projektila,	15	1.37371	368687872.	.2032	.1200
PO-p <sub>0</sub> , Pa — pritisak forsiranja,	16	1.47184	368139128.	.1717	.1015
F1-φ, — koeficijent fiktivnosti,	17	1.56996	367590385.	.1715	.1015
Q-σ <sub>e</sub> , N/m <sup>2</sup> — granica elastičnosti materijala.	18	1.66808	367041641.	.1712	.1015
	19	1.76620	366492898.	.1710	.1015
	20	1.86433	365944154.	.1708	.1015
	21	1.96245	365395411.	.1706	.1015
	22	2.66705	360929966.	.1688	.1015
	23	2.77255	353676957.	.1661	.1015
	24	2.88875	343985164.	.1627	.1015
	25	3.01665	332192185.	.1587	.1015
	26	3.15755	318617381.	.1546	.1015
	27	3.31265	303572304.	.1503	.1015
	28	3.48355	287342529.	.1460	.1015
	29	3.67205	275618532.	.1431	.1015
	30	3.88975	248669445.	.1371	.1015
	31	4.10745	226118780.	.1325	.1015
	32	4.32525	206999826.	.1290	.1015
	33	4.54295	190606096.	.1261	.1015
	34	4.76065	176409956.	.1238	.1015
	35	4.97845	180410828.	.1244	.1015
	36	5.19615	168404537.	.1225	.1015
	37	5.41385	157763702.	.1209	.1015
	38	5.63165	148274814.	.1195	.1015
	39	5.84935	139766019.	.1182	.1015
	40	6.06705	132097517.	.1172	.1015
	41	6.28485	125154485.	.1162	.1015
	42	6.50255	175997491.	.1237	.1015
	43	6.72025	169449983.	.1227	.1015
	44	6.93805	163452520.	.1218	.1015
	45	7.15575	157940763.	.1209	.1015
	46	7.37345	152859870.	.1202	.1015
	47	7.59125	148162822.	.1195	.1015
	48	7.80895	143809097.	.1188	.1015
	49	8.02665	139763587.	.1182	.1015
	50	8.24445	135995738.	.1177	.1015
	51	8.46215	132478836.	.1172	.1015
	52	8.67985	129189437.	.1167	.1015
	53	8.89765	126106875.	.1163	.1015
	54	9.11535	123212876.	.1159	.1015
	55	9.33305	120491220.	.1156	.1015
	56	9.55085	117927465.	.1152	.1015
	57	9.76855	115508711.	.1149	.1015
	58	9.98625	113223402.	.1146	.1015
	59	10.20405	111061159.	.1143	.1015

#### DIMENZIONISANJE CEVI ARTILJERJSKOG ORUĐA

#### PO IV TEORIJI ČVRSTOĆE

#### HUBER-MISES-HENCKY

#### JEDINICE U SI SISTEMU MERA

#### KARAKTERISTIČNE TAČKE UB PRORAČUNA

XM=511900 XK=1.424000 XU=8.144500  
 PM=299750132.PK=258169388.PU=50394364.  
 LU=9.595049

#### X — UKUPNA DUŽINA CEVI

#### PRK — KONSTRUKCIONI PRITISAK

#### R2 — SPOLJAŠNJA TRASA CEVI

#### R1 — UNUTRAŠNJA TRASA CEVI

M	X	PRK	R2	R1
1	.00000	376370280.	.2070	.1200
2	.09812	375821537.	.2068	.1200

Na osnovu programskog rešenja za konkretno oruđe dobijeni su rezultati proračuna i prikazani tabelarno.

Analizom rezultata je očigledno da programsko rešenje u potpunosti odlikava odabranu teoriju.

## Zaključak

U radu se daje uporedna analiza postojećih metoda čvrstoće za proračun cevi. Usvaja se i na primeru pokazuje energetska teorija čvrstoće.

Rad objedinjuje u jednu celinu unutrašnji balistički proračun i dimenzionisanje cevi metodom Huber-Mises-Hencky pomoću računara. Programsko rešenje je realizirano na računaru Cyber 170/825 primenom programskog jezika fortran 5. Ovakvo programsko rešenje može se istom logikom realizirati

i na drugom tipu računara, uz primenu drugog programskog jezika.

S obzirom na to da računar daje brzo, tačno i pouzdano rešenje, variranjem polaznih podataka mogu se dobiti kombinacije ulazno-izlaznih parametara, a odabrati optimalne kombinacije.

U radu su korišćeni polazni podaci za konkretno oruđe (radi testiranja odabrane teorije), a izlazni parametri korektno potvrđuju kako postavljenu teoriju, tako i unutrašnju i vanjsku trasu cevi, pa se mogu pouzdano koristiti za dalje analize.

## Literatura:

- [1] Obrenović R. Konstrukcija artiljerijskih oruđa I, TVA KoV JNA, Zagreb, 1975.
- [2] Tančić Lj. Dimenzionisanje cevi streljačkog oružja pomoću računara, VTG 6/1987, Beograd, 1987.
- [3] Alfirević I. Nauka o čvrstoći, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb, 1978.
- [4] Cvetković M. Unutrašnja balistika, VVTS KoV JNA, Zagreb, 1985.
- [5] Orlov V. B. i dr. Ustrojstvo i projektovanje stvolov artiljerijskih oruđij, Mašinstvoenie, Moskva, 1978.

## Metoda proračuna opterećenja i dinamičke putanje rukavaca koljenastog vratila motora

### Uvod

Tokom razvoja i ispitivanja motora sa unutarnjim izgaranjem razvijene su metode proračuna koje su davale približne rezultate. Da bi se sa sigurnošću obezbijedio pouzdan rad motora, konstrukcija dijelova motora, posebno vitalnih (klip, klipnjača, osovinica klipa, koljenasto vratilo, klizni ležajevi motora), izvodila se s velikim koeficijentima sigurnosti.

Zbog toga je dolazilo do neopravdanog predimenzioniranja konstrukcija, povećavanja težina i cijene motora. Iz navedenih razloga proizašla je potreba za razvojem egzaktnih metoda proračuna.

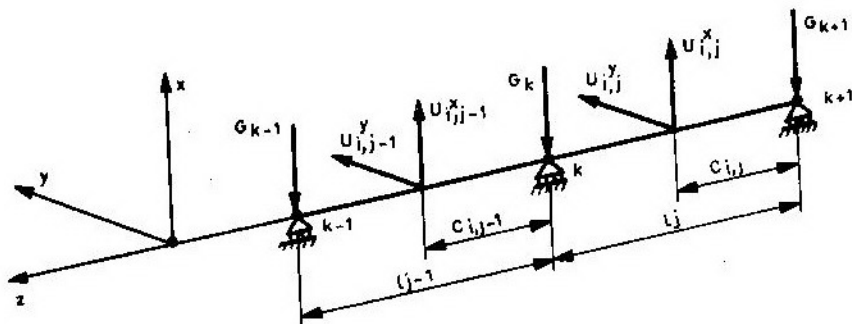
U dosadašnjim metodama proračuna utjecaj svakog cilindra motora uziman je pojedinačno. Ovom metodom ti su utjecaji obuhvaćeni istovremeno. Po-

red toga, potpunije su tretirane inercijske sile. Ova metoda proračuna, kao i do sada poznate, ne sadrži deformacije koljenastog vratila i kućišta motora, utjecaje oblika ležaja na dinamičku putanju, pa bi bilo korisno nastaviti daljnja istraživanja u tom smjeru.

Da bi ova metoda bila prihvaćena u praktičnoj primjeni, bilo je potrebno dokazati tačnost dobivenih rezultata, što je postignuto eksperimentalnim istraživanjima [6].

### Mehanički model i postupak određivanja resultantnih sila na rukavcima koljenastog vratila motora

Koljenasto vratilo (KV) motora modelirano je kao greda na više oslonaca opterećena silama i njihovim spregovi-



Sl. 1 Model koljenastog vratila motora

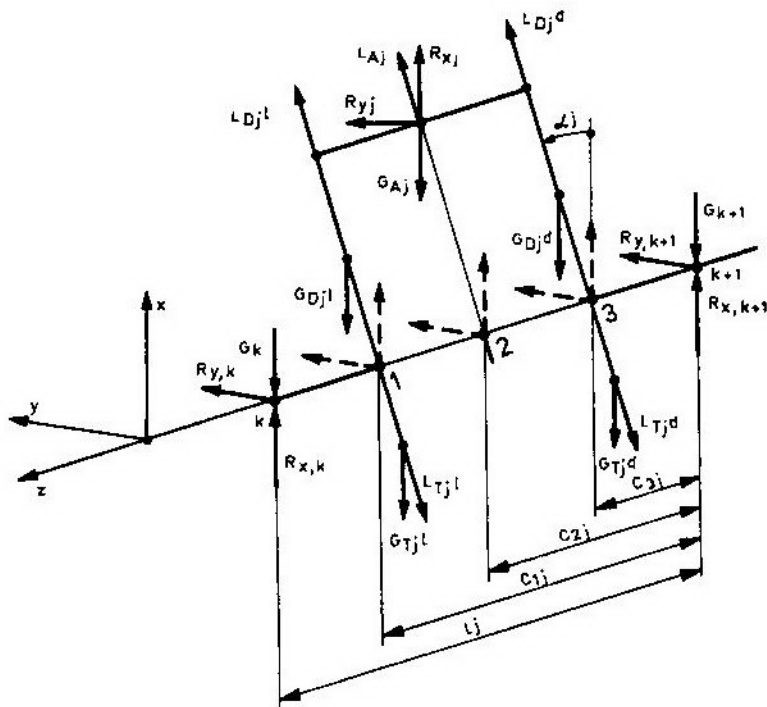
ma u dvije međusobno okomite ravnine. Na slici 1 prikazana su dva raspona KV motora između  $k-1$  i  $k+1$  ležaja koji su opterećeni u vertikalnoj ravnini  $xz$  i horizontalnoj ravnini  $yz$  silama:

$U_{i,j}^x$  i  $U_{i,j}^y$  — rezultante sistema sila reduciranih na os koljenastog vratila za:

$i = 1$  — težine i inercijske sile lijevog ramena,

Na slici 2 prikazan je kinetostatički model koljenastog vratila za  $j$ -ti dio vratila motora. Ležajevi su modelirani sa reakcijama ležaja  $R_{x,k}$ ,  $R_{x,k+1}$  i  $R_{y,k}$ ,  $R_{y,k+1}$ .

Rezultante sila opterećenja  $U_{i,j}^x$  i  $U_{i,j}^y$  prikazane su crtkanim linijama. Sile koje se prenose preko klipnjače određenog cilindra označene su kao  $R_{xj}$  i  $R_{yj}$ .



Sl. 2 — Kinetostatički model koljenastog vratila motora

$i = 2$  — težine i inercijske sile letećeg rukavca i reakcija veze sa klipnjačom  $j$ -tog cilindra motora,

$i = 3$  — težine i inercijske sile desnog ramena,

$j = \overline{1, n}$  indeks cilindra i raspona,

$G_k$  — težine glavnih rukavaca KV motora,

$k = \overline{0, n}$  ležajevi i glavni rukavci KV motora.

\* Za razmatrani problem redukcionni spregovi nisu interesantni.

Inercijske sile motornog mehanizma  $L_{Aj}$ ,  $L_{Dj}$  i  $L_{Tj}$  mogu se odrediti iz relacija:

$$L_{Aj} = m_A \cdot a_{Aj} = m_A \cdot \overline{R} \cdot \omega^2$$

$$L_{Dj} = m_D \cdot a_{Dj} = m_D \cdot \overline{OD} \cdot \omega^2 \quad (1)$$

$$L_{Tj} = m_T \cdot \overline{R} \cdot \omega^2$$

Rezultante sistema sila reduciranih na os KV motora dobivene su na osnovi sljedećih izraza [1,6]:



a) u smjeru osi x

$$U_{1,j}^x = -(G_{Tj}l) + G_{Dj}l + (L_{Dj}l - L_{Tj}l) \cos \alpha_j$$

$$U_{2,j}^x = -G_{Aj} + L_{Aj} \cdot \cos \alpha_j + R_{xj} \quad (2)$$

$$U_{3,j}^x = -(G_{Tj}d + G_{Dj}d) + (L_{Dj}d - L_{Tj}d) \cos \alpha_j$$

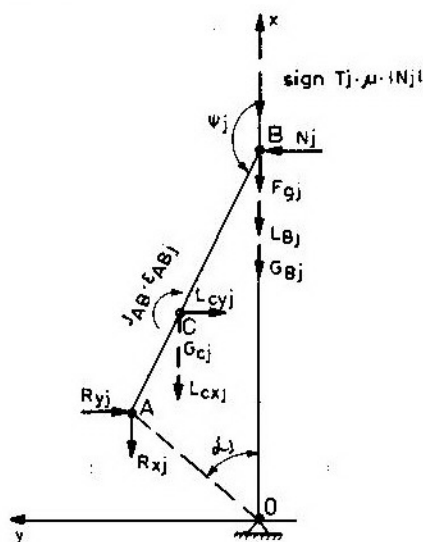
b) u smjeru osi y

$$U_{1,j}^y = L_{Dj}l \sin \alpha_j - L_{Tj}l \sin \alpha_j$$

$$U_{2,j}^y = L_{Aj} \sin \alpha_j + R_{yj} \quad (3)$$

$$U_{3,j}^y = L_{Dj}d \sin \alpha_j - L_{Tj}d \sin \alpha_j$$

Veličine sile  $R_{xj}$  i  $R_{yj}$  određuju se iz kinetostatičkog modela klipa i klipnjače motora (sl. 3) iz uvjeta ravnoteže sila u smjeru osi x ( $\Sigma x = 0$ ) i ravnoteže momenata oko tačke A i B ( $\Sigma M_A = 0$  i  $\Sigma M_B = 0$ ).



Sl. 3 Kinetostatički model klipa i klipnjače motora

Sile  $L_{Bj}$ ,  $L_{C_xj}$ ,  $L_{C_yj}$ ,  $T_j$  i momenat  $M_{ck}$  oko težišta klipnjače određuju se iz jednadžbi:

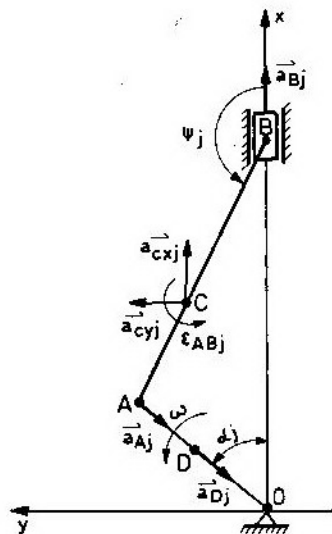
$$L_{Bj} = m_B \cdot \ddot{X}_{Bj} = m_B \cdot a_{Bj}$$

$$L_{C_xj} = m_C \cdot \ddot{Y}_{Cj} = m_C \cdot a_{c_xj}$$

$$T_j = \mu \cdot N_j \quad (4)$$

$$M_{ck} = I_{AB} \cdot \epsilon_{ABj}$$

Da bi se u potpunosti definirale inercijske sile, nužno je izraditi kinematički model motornog mehanizma (sl. 4), na osnovi kojeg su formirane diferencijalne jednadžbe gibanja za pojedine dijelove motornog mehanizma.



Sl. 4 Kinematički model motornog mehanizma

Hod klipa definiran je zakonom gibanja tačke B [2,6]:

$$X_{Bj} = \overline{R} \left( \cos \alpha_j + \frac{\sqrt{1 - \lambda^2 \sin^2 \alpha_j}}{\lambda} \right) \quad (5)$$

Deriviranjem po vremenu izraza (5) dobiva se brzina klipa:

$$\dot{X}_{Bj} = -\overline{R}\omega \left( \sin \alpha_j + \frac{\lambda \cdot \sin \alpha_j}{2\sqrt{1 - \lambda^2 \sin^2 \alpha_j}} \right) \quad (6)$$

Deriviranjem izraza (6) po vremenu dobiva se ubrzanje klipa:

$$a_{Bj} = \ddot{X}_{Bj} = -R\omega^2 \left[ \cos \alpha_j + \frac{\lambda (\cos^2 \alpha_j + \lambda^2 \sin^4 \alpha_j)}{(1 - \lambda^2 \sin^2 \alpha_j)^{3/2}} \right] \quad (7)$$

Pomak, brzina i ubrzanje tačke C dobiva se iz relacija [6]:

a) u smjeru osi x:

$$x_{c_j} = \overline{R} \cos \alpha_j + \overline{AC} \cdot \sqrt{1 - \lambda^2 \sin^2 \alpha_j}$$

$$\dot{x}_{c_j} = -R\omega \left( \sin \alpha_j + \frac{\overline{AC}}{R} \frac{\lambda^2 \sin 2\alpha_j}{2\sqrt{1 - \lambda^2 \sin^2 \alpha_j}} \right)$$

$$a_{c_{xj}} = \ddot{x}_{c_j} = -R\omega^2 \left[ \cos \alpha_j + \frac{\overline{AC}}{R} \frac{\lambda^2 (\cos 2\alpha_j + \lambda^2 \sin^4 \alpha_j)}{(1 - \lambda^2 \sin^2 \alpha_j)^{3/2}} \right] \quad (8)$$

b) u smjeru osi y:

$$y_{c_j} = \overline{BC} \cdot \lambda \sin \alpha_j$$

$$\dot{y}_{c_j} = \omega \cdot \overline{BC} \lambda \cos \alpha_j \quad (9)$$

$$a_{c_{yj}} = \ddot{y}_{c_j} = -\omega^2 \overline{BC} \lambda \sin \alpha_j$$

Kutno ubrzanje klipnjače, koja vrši ravninsko gibanje, definirano je izrazom [6]:

$$\epsilon_{ABj} = \frac{\lambda \omega^2 \overline{AB} (\lambda \cos^2 \alpha_j \sin \psi_j - \sin \alpha_j \cdot \cos^2 \psi_j)}{\cos^3 \psi_j} \quad (10)$$

Ubrzanja tačke A i D dana su relacijom:

$$a_{Dj} = \overline{OD} \cdot \omega^2 \quad (11)$$

$$a_{Aj} = R \cdot \omega^2$$

Na osnovi definicije svih sila slijede jednačbe triju momenata za xz i yz ravninu, uz pretpostavku,  $I_k = \text{const}^*$ ;  $k = 0, n$ ; [3]:

$$\begin{aligned} M_{k-1}^x l_k + 2M_k^x (l_k + l_{k+1}) + M_{k+1}^x \cdot l_{k+1} = \\ = \sum_{j=1}^3 \frac{U_{i,j}^x \cdot c_{k,j} (l_k - c_{k,j}) (2l_k - c_{k,j})}{l_{k+1}} + \\ + \sum_{j=1}^3 \frac{U_{i+1,j}^x \cdot c_{k+1,j} (l_{k+1}^2 - c_{k+1,j}^2)}{l_{k+1}} \end{aligned} \quad (12)$$

$$\begin{aligned} M_{k-1}^y l_k + 2M_k^y (l_k + l_{k+1}) + M_{k+1}^y \cdot l_{k+1} = \\ = \sum_{j=1}^3 \frac{U_{i,j}^y \cdot c_{k,j} (l_k - c_{k,j}) (2l_k - c_{k,j})}{l_{k+1}} + \\ + \sum_{j=1}^3 \frac{U_{i+1,j}^y \cdot c_{k+1,j} (l_{k+1}^2 - c_{k+1,j}^2)}{l_{k+1}} \end{aligned} \quad (13)$$

Veličine  $l_k$  i  $c_k$  određuju se na osnovi konstrukcijske dokumentacije motora.

Potrebno je naglasiti da se u postupku određivanja rezultatnih sila mora uzeti u obzir raspored koljena KV i fazni razmaci ciklusa paljenja za određeni red paljenja motora.

Reakcije ležaja  $R_{x,k}$  i  $R_{y,k}$  rezultiraju te su:

— reakcija težina i inercijskih sila  $R_{x,k}^s, R_{y,k}^s$  ( $R_{x,k}^{s,l}, R_{y,k}^{s,l}$  od lijevog raspona  $R_{x,k}^{s,d}, R_{y,k}^{s,d}$  od desnog raspona),

— težine glavnih rukavaca KV motora, i

— dijela reakcije od momenata savijanja  $R_{kM}^x$  i  $R_{kM}^y$ .

Na osnovi toga mogu se postaviti relacije:

$$R_{x,k}^{s,l} = - \frac{1}{l_{j-1}} \sum_{i=1}^3 (l_{j-1} - c_{i,j-1}) U_{i,j-1}^x \quad (14)$$

$$R_{x,k}^{s,d} = - \frac{1}{l_j} \sum_{i=1}^3 c_{i,j} \cdot U_{i,j}^x$$

$$R_{y,k}^{s,l} = - \frac{1}{l_{j-1}} \sum_{i=1}^3 (l_{j-1} - c_{i,j-1}) U_{i,j-1}^y \quad (15)$$

$$R_{y,k}^{s,d} = - \frac{1}{l_j} \sum_{i=1}^3 c_{i,j} \cdot U_{i,j}^y$$

$$R_{kM}^x = \frac{-M_k^x + M_{k+1}^x}{l_j} + \frac{M_{k-1}^x - M_k^x}{l_{j-1}} \quad (16)$$

$$R_{kM}^y = \frac{-M_k^y + M_{k+1}^y}{l_j} + \frac{M_{k-1}^y - M_k^y}{l_{j-1}}$$

gdje je  $j = k+1$  oznaka raspona između  $k$  i  $k+1$  oslonca.

\* Momenti inercije poprečnog presjeka KV motora.

Konačno se dobiva da je:

$$R_{x,k} = G_k + R_{x,k}^{s,l} + R_{x,k}^{s,d} + R_{x,k}^x$$

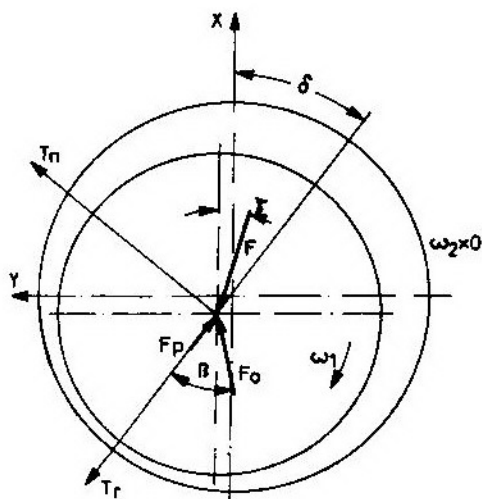
$$R_{y,k} = R_{y,k}^{s,l} + R_{y,k}^{s,d} + R_{y,k}^y \quad (17)$$

$$\operatorname{tg} \gamma_k = - \frac{R_{y,k}}{R_{x,k}} = - \frac{F_{y,k}}{F_{x,k}}$$

### Dinamička putanja rukavca u kliznom ležaju

Teoretski proračun dinamičke putanje rukavca zahtijeva poznavanje sile opterećenja ležaja i kutova pod kojima ona djeluje. Pošto se ovdje radi o temeljnom ležaju, sila opterećenja je suprotna sili reakcije.

Dobivanje dinamičke putanje zasniva se na ravnoteži vanjske sile i hidrodinamičkih sila uslijed potiskivanja i okretanja rukavca (sl. 5) [4].



Sl. 5 Shematski prikaz cilindričnog ležaja s ravnotežnim položajem sile

Iz ravnoteže sila dobiva se položaj rukavca u svakom trenutku radnog ciklusa motora. Koristeći teoriju iz [4,5] i primjenjujući metodu Runge-Kutta 4. reda za integraciju sistema diferenci-

jalnih jednadžbi, dobiveni su parametri dinamičke putanje, relativni ekscentricitet središta rukavca  $\epsilon$  i kut najmanje debljine uljnog filma  $\delta$ .

### Primjer proračuna opterećenja i dinamičke putanje rukavca u ležaju

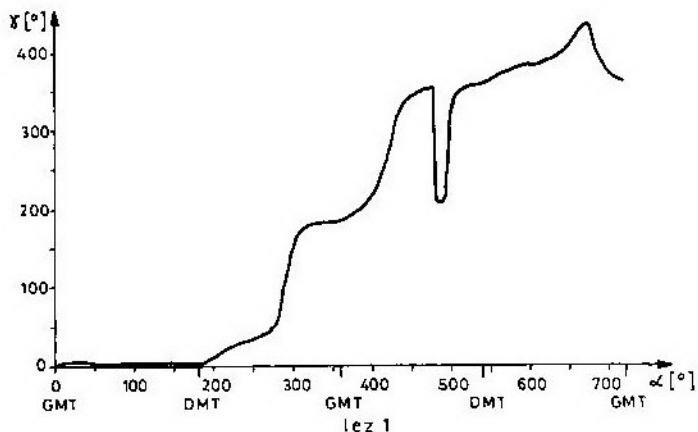
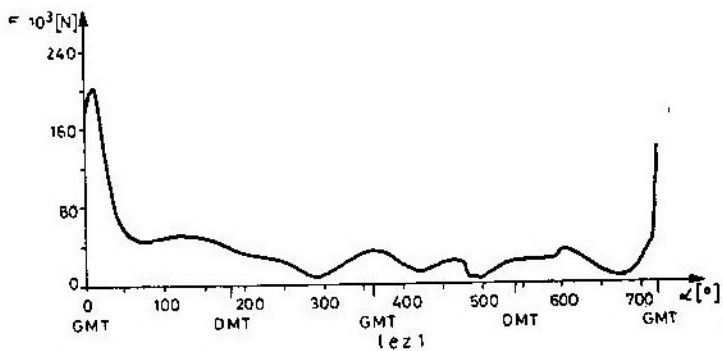
Za primjer je uzet motor proizvodnje SULZER-JUGOTURBINA, tip 6ASL-25D. Modeliranjem i provedenim proračunom navedenog tipa motora, dobivena su opterećenja i dinamičke putanje svih glavnih rukavaca KV motora. Zbog obimnosti rezultata, na slikama 6 i 7 dan je prikaz  $F = F(\alpha)$ ,  $\gamma = \gamma(\alpha)$  i  $\epsilon = \epsilon(\delta)$ , respektivno samo za prvi temeljni ležaj motora. Dinamička putanja proračunata je za zračnost ležaja  $z = 124 \mu\text{m}$ .

### Zaključak

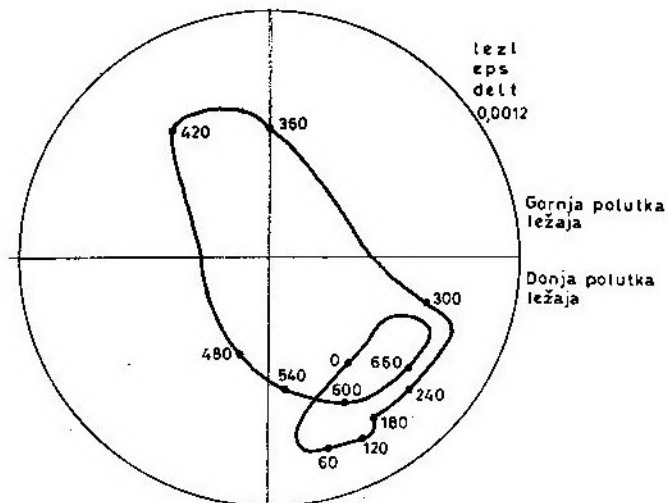
Metodom proračuna opterećenja ležajeva za motore s unutarnjim izgaranjem, kojom se određuju podaci o funkciji i konstrukcijskim veličinama ležaja (dimenzije ležaja, debljina uljnog filma, sile na ležaj), može se saznati koji ležaj u motoru je najviše opterećen.

Kod razmatranog tipa motora 6ASL-25D to je peti temeljni ležaj.

Primjenom ove metode proračuna i Langovih aproksimativnih formula za Sommerfeldove značajke nestacionarno opterećenih kliznih ležajeva uslijed potiskivanja  $SO_p$ , te uslijed okretanja rukavca u ležaju  $SO_o$  i kuta  $\beta$  između hidrodinamičkih sila  $F_p$  i  $F_o$ , riješen je problem tačnijeg opisa gibanja rukavca u temeljnom ležaju koljenastog vratila motora, pri čemu je posebno interesantan peti ležaj. Na tom ležaju pojavile su se velike razlike u dinamičkoj putanji u odnosu na druge ležajeve mo-



Sl. 6 Promjena kuta  $\gamma$  i intenziteta opterećenja glavnog rukavca u zavisnosti od kuta zaokreta KV ( $\alpha$ )



Sl. 7 Dinamička putanja glavnog rukavca prvog ležaja koljenastog vratila motora

tora, a naročito kod povećanih zračnosti, što je posebno značajno za dijagnostiku istrošenosti ležajeva motora.

Promjene veličine relativnog ekscentriciteta središta rukavca, kao parametra dinamičke putanje, više su izražene u donjoj polutki ležaja. To je,

svakako, povezano s veličinama i položajem vanjskih sila  $F$  i hidrodinamičkih sila  $F_p$  i  $F_o$ .

Rezultati koji su dobiveni ovom metodom proračuna mogu korisno poslužiti proizvođačima kliznih ležajeva za motore i klipne kompresore.

#### Literatura:

- [1] Segal, V. F.: Dinamičke računanje dvigatelja unutrenog sgoranja, Mašinstroenle, Moskva, 1974.
- [2] Vanšejdt, V. A.: Konstruiranje i računanje otpornosti sudovih dizela, Sudostroenle, Lenjingrad 1969.
- [3] Timošenko, S.: Otpornost materijala I, Građevinska knjiga, Beograd 1965.
- [4] Lang O., Stenhilper, W.: Gleitlager, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1978.
- [5] Pinkus, O., Sternlich, H.: Theory of Hydrodynamic Lubrication, Mc-Grow-Hill Book, New York, Toronto, London 1961.
- [6] Zegarac, N.: Dijagnostika kliznih ležajeva u dizel motoru, Doktorska disertacija, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb 1989.

## Uvod

Problem transporta je u današnje vrijeme veoma značajan, pa se s njim svakodnevno susrećemo. On ima svoju teorijsku i praktičnu težinu. Na području teorije poznati su mnogi modeli koji se, uz dobru i valjanu parametrizaciju, mogu korisno iskoristiti u svakodnevnom zahtjevu za prijevoz tereta. Praktična težina problema transporta ogleda se u zahtjevu za što niže ukupne troškove prijevoza određene količine tereta.

Potreba da se raspoloživa količina tereta (robe) distribuirana iz različitih ishodišta na različita odredišta, uz minimalne ukupne troškove prijevoza, dovela je do značajnih modela i do konstrukcije specijalnih metoda koje se koriste u rješavanju transportnih problema. Najpoznatiji modeli transporta su linearni modeli kod kojih se određena količina homogenog tereta treba prevesti uz minimalne ukupne troškove prijevoza iz »m« ishodišta u »n« odredišta [1]. Za ove potrebe konstruirane su metode koje nalaze optimalni program transporta direktnim putem, te metode koje zahtijevaju da se početni program transporta postavi nekom od metoda za postavljanje takvog programa [2].

U nekim praktičnim slučajevima postavlja se zahtjev da se zadana količina homogenog tereta preveze u najkra-

ćem mogućem roku. Radi se o prijevozu lako kvarljive robe, kao i vojnog materijala, gdje je brzina prijevoza unaprijed zadana [3]. Kod ovih problema mogu se postaviti dva cilja: prijevoz homogenog tereta u što kraćem roku kao prvi cilj, te optimalizacija troškova prijevoza kao drugi cilj. Drugi cilj predstavlja neku vrstu postoptimalizacije problema prijevoza tereta uz minimalno vrijeme prijevoza [3].

Određenu klasu transportnih problema (nelinearni problemi) čine oni kod kojih se prijevoz tereta obavlja transportnim sredstvom koje snabdijeva robom više odredišta iz samo jednog ishodišta. Kod ovih problema (problem trgovačkog putnika) kriterij optimalnosti može biti definiran preko minimalne ukupne duljine puta, troškova ili vremena putovanja [3].

Primjena dinamičkog programiranja [4] u problemima transporta dala je mogućnost optimalizacije troškova prijevoza kod nelinearnih problema transporta. Nelinearni transportni problemi spadaju u grupu problema koji se moraju umjetno dekomponirati u niz etapa, kako bi se mogli riješiti dinamičkim programiranjem [5].

Korištenje diskretnog dinamičkog programiranja [6] omogućava i rješavanje onih transportnih problema kod kojih se u prijevozu može javiti i nehomogeni teret. U ovakvim slučajevima

zahtijeva se da se prijevozom postigne maksimalna »vrijednost« (»cijena«, »prioritet«) prijevoza različitog tereta, uz što veće iskorištenje kapaciteta transportnog sredstva. Ovaj rad odnosi se upravo na ovu klasu problema, kako s teorijskog, tako i s praktičnog gledišta.

## Postavljanje problema

Neka je poznato transportno sredstvo (kamion, vagon, avion, brod, i sl.) nosivosti (kapaciteta)  $W$  mjernih jedinica. U ovo sredstvo potrebno je utovariti  $N$  različitih tipova predmeta s različitom »vrijednošću« (»cijenom«, »prioritetom«). Neophodno je, nadalje, u razmatrano transportno sredstvo utovariti predmete maksimalne »vrijednosti«, ako je poznato da  $P_i$  predstavlja težinu jednog predmeta  $i$ -tog tipa ( $i=1, 2, \dots, N$ ),  $C_i$  »vrijednost« predmeta  $i$ -tog tipa, te  $x_i$  broj predmeta  $i$ -tog tipa.

Matematički model problema transporta svodi se, u ovom slučaju, na nalaženje maksimalne vrijednosti funkcije

$$F(x_1, x_2, \dots, x_N) = \sum_{i=1}^N C_i x_i \text{ pri ograni-$$

čenjima  $\sum_{i=1}^N P_i x_i \leq W, x_i = 0, 1, 2, \dots$  —

težina tereta ne smije prijeći nosivost transportnog sredstva [7].

Ukoliko se u transportno sredstvo utovare samo predmeti prvog tipa, tada je maksimalna »vrijednost« utovara data s  $f_1(W) = \max \{C_1 x_1\}$  pri ograničenjima  $P_1 x_1 \leq W$  ( $x_1=0, 1, 2, \dots$ ). Broj predmeta prvog tipa  $x_1 \leq W/P_1$ , utovarenih u transportno sredstvo, dat je najvećim cijelim brojem  $x_1 = [W/P_1]$  koji ne prelazi  $W/P_1$ . Da se sada nađe maksimalna »vrijednost« programa uz uvjet da je  $x_1$  cijeli broj, polazi se od relacije:

$$f_1(W) = [W/P_1] \cdot C_1$$

Neka se u transportno sredstvo utovaruju predmeti prvog i drugog tipa. Sada je maksimalna »vrijednost« uto-

vara označena s  $f_2(W)$ . Ako je u ovom slučaju utovareno  $x_2$  predmeta drugog tipa, tada težina predmeta prvog tipa ne smije prijeći težinu  $W - P_2 x_2$ , dok je »vrijednost« jednaka zbroju  $C_2 x_2$  i  $f_1(W - P_2 x_2)$ . Stoga se maksimalna »vrijednost« utovara može izračunati upotrebom rekurzivne relacije:

$$f_2(W) = \max \{C_2 x_2 + f_1(W - P_2 x_2)\} \\ 0 \leq x_2 \leq [W/P_2]$$

Uvođenjem novih tipova predmeta, tj. nastavljanjem ovog procesa, dolazi se kroz  $N$  koraka do rekurzivne relacije:

$$f_N(W) = \max \{C_N x_N + f_{N-1}(W - P_N x_N)\} \\ 0 \leq x_N \leq [W/P_N]$$

gdje je:

$f_N(W)$  — maksimalna vrijednost utovara sastavljenog od predmeta  $N$  tipova;

$C_N x_N$  — »vrijednost« predmeta  $N$ -tog tipa;

$f_{N-1}(W - P_N x_N)$  — maksimalna »vrijednost« utovara sastavljenog od  $N-1$  tipova predmeta, čija težina nije veća od  $W - P_N x_N$ .

Ovako definirani model transporta može se koristiti u prijevozu homogenog i nehomogenog tereta kada je poznat kapacitet transportnog sredstva ( $W$ ), težina pojedinog tipa tereta ( $P_i$ ), broj predmeta pojedinog tipa ( $x_i$ ), »vrijednost« (»cijena«, »prioritet«) po jedinici predmeta tipa » $i$ «, te gabariti pojedinog tipa predmeta. Naime, poznavanje ovih parametara omogućava postizanje maksimalne »vrijednosti« (»cijene«, »prioriteta«) prijevoza, uz maksimalno korištenje kapaciteta (nosivosti) transportnog sredstva. Kod ovih modela često će se pojaviti pitanje »vrijednosti«, »cijene« ili »prioriteta« pojedinog tipa predmeta. Ovaj problem naročito je složen u praktičnim primjenama datog matematičkog modela. Naime, »vrijednost«, »cijena« ili »prioritet« je parametar koji veoma često ne proizlazi iz produkata cijene i količine robe koja se nalazi u transportu. Tu »vrijednost«

(»cijenu«, »prioritet«) istraživač treba što realnije ocijeniti, kako bi model davao realne i praktički primjenjive rezultate. U nekim situacijama prijevoza tereta koristiti će se »prioritet« pojedinog tipa predmeta koji se, u zavisnosti o potrebi za pojedinom robom, može donekle realno ocijeniti (prijevoz građevinskog materijala pri podizanju građevinskih objekata). Kada se prijevozom zadovolji potreba za pojedinom robom, predmetima se može izmijeniti »prioritet« (»vrijednost«, »cijena«), te se tako u prijevozu preferiraju neki drugi predmeti koji nedostaju u mjestima potrošnje.

Izloženi model može naći veoma široku primjenu u raznim praktičnim situacijama. Tako, na primjer, on se može korisno primijeniti u avio-saobraćaju kada se prevozi različita roba, a kapacitet aviona se želi maksimalno iskoristiti, te određeni potrošač snabdijeti robom prema redosljedu ili rangu snabdijevanja. Ovaj model veoma je pogodan i za građevinska poduzeća prilikom snabdijevanja gradilišta potrebnim materijalima, s obzirom na to da se određeni materijalima, s obzirom na to da se u određenom momentu na gradilištu ne moraju nalaziti svi materijali. U vojnim situacijama model se može koristiti pri snabdijevanju mjesta potrošnje vojnim materijalima, uz pretpostavku ograničenog kapaciteta prijevoznog sredstva i prioritetnog zahtjeva za pojedinu vrstu materijala. U ovom slučaju, posebnu pažnju treba posvetiti materijalima, s obzirom na to da nekada postoji ograničenje u pogledu brzine prijevoza. Pored toga, model je adaptivan i u proizvodnim situacijama kada iz jednog centralnog skladišta treba snabdijevati određena mjesta potrošnje, pri čemu postoji prioritetni zahtjev za pojedine vrste materijala.

Dobro postavljena programska podrška omogućava da se model može veoma efikasno koristiti u svakom trenutku u kojem nastaje potreba za optimalizacijom prijevoza. Ona omogućava i eksperimentiranje u pogledu ne-

kih parametara, kao što je »vrijednost«, »cijena« ili »prioritet«. Ova programska podrška mora se uraditi tako da se pomoću nje mogu rješavati modeli bez obzira na »korak« po  $W$ , tj. bez obzira na težinu pojedinih predmeta ( $P_i$ ). U nekim aplikacijama modela radit će se o »sitnom koraku«, dok će druge aplikacije zahtijevati »krupniji korak« po  $W$ .

## Implementacija modela

Za potrebe primjene izloženog modela dinamičkog programiranja u prijevozu robe neka su zadane četiri vrste robe pakirane u slijedećim težinskim jedinicama:  $P_1=11$ ,  $P_2=9$ ,  $P_3=7$  i  $P_4=6$  (tona,  $m^3$ , komada, i sl.). »Prioritet« (»vrijednost«) ovih predmeta ocijenila su stručna lica, kako slijedi:  $C_1=40$ ,  $C_2=38$ ,  $C_3=26$  i  $C_4=19$  (bodova, poena). Zadatak se sastoji u tome da se maksimalizira »vrijednost« prijevoza, uz što veće korištenje kapaciteta (nosivosti) transportnog sredstva. Transportno sredstvo ima kapacitet od 25 težinskih jedinica.

Postavljeni problem rješava se kroz nekoliko etapa, te se radi o jednom višestapnom procesu odlučivanja. Pretpostavlja se, u prvoj etapi, da se u transportno sredstvo utovaruju predmeti prvog tipa, tj. roba koja je pakirana (paletizirana) u pakete težine  $P_1=11$  težinskih jedinica. Ovih predmeta moguće je utovariti u količini  $[W/P_1] = [25/11] = 2$ , te je  $x_1=0; 1; 2$  predmeta. Budući da je težina tereta  $P_1=11$  težinskih jedinica, kod kapaciteta transportnog sredstva  $0 \leq W \leq 10$  težinskih jedinica nije moguće utovariti niti jedan predmet prvog tipa. Jedan predmet je moguće utovariti kada je kapacitet transportnog sredstva  $11 \leq W \leq 21$  težinskih jedinica, a dva predmeta kada je  $22 \leq W \leq 25$  težinskih jedinica. Izvedeni proračun za  $W$ ,  $f_1(W)$  i  $x_1$  unijet je u tabelu 1.

Neka se sada u transportno sredstvo utovaruju predmeti prvog i drugog ti-



pa. Budući da je  $P_2=9$  težinskih jedinica, to  $x_2$  ima značenje 0; 1; 2, jer je  $[W/P_2] = [25/9] = 2$ . Kapacitet transportnog sredstva treba razbiti na interva-

Tabela 1

W	$f_1(W)$	$x_1$
0—10	0	0
11—21	40	1
22—25	80	2

Tabela 2

W	$f_2(W)$	$x_2$	$x_1$
0—8	0	0	0
9—10	38	1	0
11—17	40	0	1
18—19	76	2	0
20—21	78	1	1
22—25	80	0	2

stvo nije moguće utovariti predmete ni prvog ni drugog tipa. Kod kapaciteta  $9 \leq W \leq 10$  primjena formule za  $f_2(W)$  daje maksimalnu vrijednost 38 (poena, bodova):

$$f_2(9) = \max \{38 \cdot x_2 + f_1(9 - 9 \cdot x_2)\} \\ 0 \leq x_2 \leq [9/9]$$

u izboru  $x_2=1$ , tj.

$$f_2(9) = \max \left\{ \begin{array}{l} 38 \cdot 0 + f_1(9 - 9 \cdot 0) = 0 + f_1(9) = \\ 38 \cdot 1 + f_1(9 - 9 \cdot 1) = 38 + f_1(0) = \\ = 0 \end{array} \right\} = 38 \\ x_1 = 0, x_2 = 1$$

le u zavisnosti od značenja parametara  $P_1$  i  $P_2$  (tabela 2), te korištenjem relacije:

$$f_2(W) = \max \{C_2 x_2 + f_1(W - P_2 x_2)\} \\ 0 \leq x_2 \leq [W/P_2]$$

i spoznaje da je  $x_2=0; 1; 2$ , formirati vrijednosti funkcije  $f_2(W)$  za utovar predmeta prvog i drugog tipa. Pri kapacitetu  $0 \leq W \leq 8$  u transportno sred-

što znači da se pri ovom kapacitetu utovaruje 1 predmet drugog tipa. Nastavi li se ovo razmatranje po naznačenim intervalima iz tabele 2 dolazi se, u dvo-etapnom procesu odlučivanja, do spoznaje da se najveća vrijednost  $f_2(25)$  dobiva ako se u transportno sredstvo utovare dva predmeta prvog tipa.

U trećoj i četvrtoj etapi, kada se razmatra mogućnost utovara predmeta prvog, drugog i trećeg tipa, odnosno prvog, drugog, trećeg i četvrtog tipa dolazi se do tabele 3 i 4. Vrijednosti fun-

Tabela 3

W	$f_3(W)$	$x_3$	$x_2$	$x_1$
0—6	0	0	0	0
7—8	26	1	0	0
9—10	38	0	1	0
11—13	40	0	0	1
14—15	52	2	0	0
16—17	64	1	1	0
18—19	76	0	2	0
20—21	78	(3)	1	1
22	80	0	0	2
23—24	90	2	1	0
25	102	1	2	0

Tabela 4

W	$f_4(X)$	$x_4$	$x_3$	$x_2$	$x_1$
0—5	0	0	0	0	0
6	19	1	0	0	0
7—8	26	0	1	0	0
9—10	38	0	0	1	0
11—12	40	0	0	0	1
13	45	1	1	0	0
14	52	0	2	0	0
15	57	1	0	1	0
16—17	64	0	1	1	0
18—19	76	0	0	2	0
20—21	78	0	0	1	1
22	83	1	1	1	0
23	90	0	2	1	0
24	95	1	0	2	0
25	102	0	1	2	0

kcija  $f_3(W)$  i  $f_4(W)$  dobivene su preko slijedećih rekurzivnih relacija:

$$f_3(W) = \max \{C_3 \cdot x_3 + f_2(W - P_3 \cdot x_3)\},$$

za  $x_3 = 0; 1; 2; 3$   $0 \leq x_3 \leq [W/P_3]$  i

$$f_4(W) = \max \{C_4 \cdot x_4 + f_3(W - P_4 \cdot x_4)\},$$

za  $x_4 = 0, 1, 2, 3, 4$ .  $0 \leq x_4 \leq [W/P_4]$

Optimalno rješenje postavljenog problema prijevoza ukazuje na činjenicu da je maksimalna vrijednost prioriteta od 102 (boda, poena) postignuta kod prijevoza jednog predmeta trećeg tipa i dva predmeta drugog tipa. Ukoliko se prihvati ovakva odluka, tada je kapacitet transportnog sredstva iskorišten u potpunosti (što je posve slučajno), jer je  $1 \cdot 7 + 2 \cdot 9 = 25$  težišnih jedinica. No, analiza rezultata optimalizacije pokazuje, također, da nađeno optimalno rješenje nije dato samo za transportno sredstvo kapaciteta (nosivosti)  $W = 25$  težinskih jedinica, već i za ona transportna sredstva čiji se kapacitet kreće u intervalu  $0 \leq W \leq 25$  težinskih jedinica, što znači da je riješen jedan skup sličnih problema. Isto tako (tabela 4), moguće je vidjeti kolika je »vrijednost« prijevoza i koliko je iskorištenje kapaciteta transportnog sredstva ako se ne respektira optimalna odluka.

## Zaključak

Izloženi problem dinamičkog programiranja u prijevozu tereta spada u klasu specijalno strukturiranih zadataka određivanja ekstrema realne funkcije s više varijabli, čiji argumenti uzimaju vrijednosti iz unaprijed zadane

oblasti. Ovdje se radi o nizu sekvencijalnih odluka koje nisu međusobno nezavisne već svaka općenito zavisi od niza prethodnih odluka.

Matematički model, koji se postavlja za potrebe prijevoza tereta, pogodan je za rješavanje na računalu. Dobra programska podrška omogućava brzo dolaženje do optimalnog rezultata. Izmjene pojedinih parametara modela (»vrijednosti«, »cijena«, »prioritet«) omogućavaju, uz ovakvu programsku podršku, uvid u veće iskorištenje kapaciteta transportnih sredstava, te pravovremenije snabdijevanje mjesta potrošnje određenom robom.

Treba naglasiti da programska podrška može biti postavljena tako da se za zadani kapacitet transportnog sredstva izračunavaju, bez posredstva tabele, neophodne karakteristike  $[f_N(W)$  i  $x_N]$ . Takav pristup programskoj podršci omogućava brzo dolaženje do optimalnog rezultata, uz znatno manje korištenje memorije. To je naročito značajno kada se radi o velikom težinskom značenju  $W$  i malom težinskom značenju  $(P_i)$  predmeta koji su u transportu.

Razmatrani model dinamičkog programiranja može se koristiti i u nekim drugim praktičnim situacijama. Tako, na primjer, on je upotrebljiv pri krojenju materijala, kada se materijal duljine  $W$  treba krojiti na elemente duljine  $l_1, l_2, \dots$  čije su »težine«  $C_1, C_2, \dots$ . Općenito, model se može koristiti pri razmještanju elemenata (objekata) u zadane prostore ako su poznati i zadani neophodni parametri.

## Literatura:

- [1] Martić Lj.: Matematičke metode za ekonomske analize, II svezak, Narodne novine, Zagreb, 1973.
- [2] Stojilković M.: Linearno programiranje, lekcija, Tehnička vojna akademija Kopnene vojske JNA, Zagreb, 1984.
- [3] Martić Lj.: Nelinearno programiranje, odabrana poglavlja, Informator, Zagreb, 1973.
- [4] Petrović R.: Specijalne metode u optimizaciji sistema, Tehnička knjiga, Beograd, 1977.
- [5] Dušak V., Huljev D.: Rješavanje nelinearnog transportnog problema dinamičkim programiranjem, Zbornik radova 4. međunarodnog simpozija kompjuter na Sveučilištu, Cavtata, 1982, str. 557-568.
- [6] Vadnal A.: Diskretno dinamično programiranje, Državna založba Slovenije, Ljubljana, 1978.
- [7] Kuznecov N. J. i sar.: Matematičeskoe programirovanie, Vysšaja škola, Moskva, 1976.

**Dr Gojko Jovanović,**  
potpukovnik, dipl. inž.

**Mr Stjepan Vidačić,**  
kapetan I klase, dipl. inž.

## **Poboljšana verzija softvera za automatizirano planiranje vojnog putnog saobraćaja**

### **Uvod**

Praktična primjena softvera za automatizirano planiranje vojnog putnog saobraćaja (osnovna verzija), koji je razvijen na Saobraćajnom smjeru VVTŠ u Applesoft BASIC-u na računaru Apple IIe [1], na nekoliko posljednjih vojnih vježbi (ROMANIJA '88, ČESMA '89 i drugim), potvrdila je njegovu praktičnu vrijednost.

Ta vrijednost se prvenstveno ogleda u automatizaciji procesa izrade osnovnih planskih dokumenata, koji se izrađuju pri planiranju kretanja vojnih motoriziranih kolona (plan marša, grafikon marša i vremenski kontrolnik), čime se mnogostruko skraćuje vrijeme koje organ SbSI troši na ovu aktivnost.

Međutim, praksa je ukazala i na neke nedostatke osnovne verzije navedenog softvera:

1) nepraktičan interaktivni način formiranja baze podataka o putnoj mreži iz aplikacijskog programa i složen postupak proširivanja i ažuriranja baze podataka;

2) ograničena upotrebna vrijednost softvera, zbog malog kapaciteta radne memorije računara Apple IIe (64 KB), za koji je razvijena osnovna verzija softvera;

3) neadekvatno riješen problem promjene mjerodavnog vozila;

4) mala upotrebna vrijednost grafikona marša, zbog niske rezolucije grafike računara Apple IIe;

5) neriješen problem zaustavljanja kolone u toku kretanja (zastanci, odmori i sl.), i dr.

S obzirom na navedena ograničenja računara Apple IIe, daljnji razvoj osnovne verzije softvera na ovom računaru nije imao perspektivu.

Zbog toga je nova verzija softvera razrađena na perspektivnom personalnom računaru Macintosh, u strukturalnoj verziji jezika BASIC pod nazivom ZBASIC, koji je kompatibilan sa standardnim Microsoft BASIC-om i kao takav pruža značajne mogućnosti za daljnji razvoj softvera za automatizirano planiranje vojnog putnog saobraćaja.

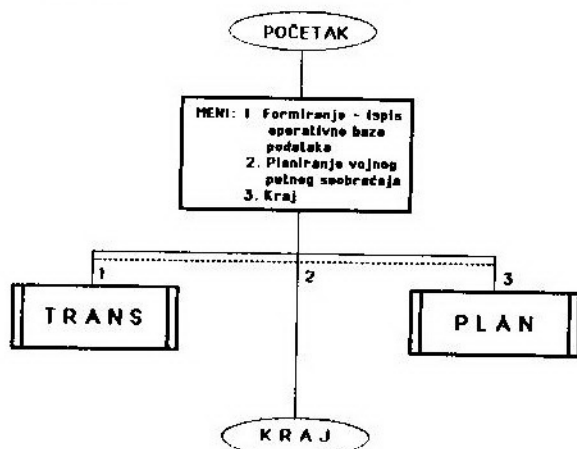
U novoj verziji softvera otklonjeni su svi navedeni nedostaci.

Time je učinjen značajan pomak u pravcu povećanja upotrebne vrijednosti softvera za automatizirano planiranje vojnog putnog saobraćaja.

### **Softver za automatizirano planiranje vojnog putnog saobraćaja**

Nova verzija softvera za automatizirano planiranje vojnog putnog saobraćaja je realizirana u obliku paketa programa koji se sastoji od vodećeg

programa PLAVS (sl. 1), iz kojeg se pokreće osnovni program TRANS (formiranje operativne baze podataka o putnoj mreži) i program PLAN (planiranje kretanja), koji su detaljnije objašnjeni u narednom tekstu.



Sl. 1 Globalni blok-dijagram vodećeg programa PLAVS

Algoritamska verzija softvera pohranjena je u binarnom obliku i izvršava se kao čisti mašinski program, što omogućava maksimalnu brzinu rada, bez upotrebe sistema jezika ZBASIC.

NAZIV ČVORA	INDEKS ČVORA	BROJ SUSJEDA	INDEKS 1.SUSJEDA	L	A	Z	INDEKS 6.SUSJEDA	L	A	Z

"ČVOROVI"
"DIONICE"

Sl. 2 Struktura datoteke opće baze podataka o putnoj mreži

Ova verzija na računaru Macintosh sa 512 Kb radne memorije može raditi s bazom podataka o mreži puteva, koja ima do 1500 čvorova (raskrsnica — naseljenih mjesta).

### Baza podataka o putnoj mreži

Baza podataka o putnoj mreži čini osnovu za automatizirano planiranje vojnog putnog saobraćaja. Dijeli se na

opću i operativnu bazu podataka. Opća baza podataka je formirana u profesionalnom sistemu za rad s bazama podataka FILEMAKER, koji ima velike mogućnosti za formiranje, proširivanje, ažuriranje, pretraživanje i automatsko generiranje tekst datoteka, na osnovu datoteke baze podataka.

Osnovna struktura datoteke opće baze podataka o putnoj mreži prikazana je na slici 2 (L — dužina dionice [km], A — maksimalni uzdužni nagib puta [%], Z — vrsta kolovoznog zastoja [1 — dobar asfalt, 2 — loš asfalt, 3 — dobar tucanik, 4 — loš tucanik, 5 — zemljani put]).



Sl. 3 Model dionice puta putne mreže

Podaci koji se unose u opću datoteku podataka uzimaju se sa putne karte. Radi lakšeg očitavanja podataka sa karte konstruirana se pomoćni model putne mreže prikazan na slici 3.

Taj model putne mreže služi za direktno očitavanje i unošenje podataka u bazu podataka.

Pri konstruiranju pomoćnog modela putne mreže važno je pravilno definiranje dionice puta, pri čemu je nužno da dionica na čitavoj svojoj dužini ima približno iste karakteristike. To se prvenstveno odnosi na uzdužni nagib puta i vrstu kolovoznog zastoja.

Iz sistema FILEMAKER se automatski formiraju dvije tekst datoteke, od kojih datoteka CVOROVI, sadrži prva dva, a datoteka DIONICE, ostala

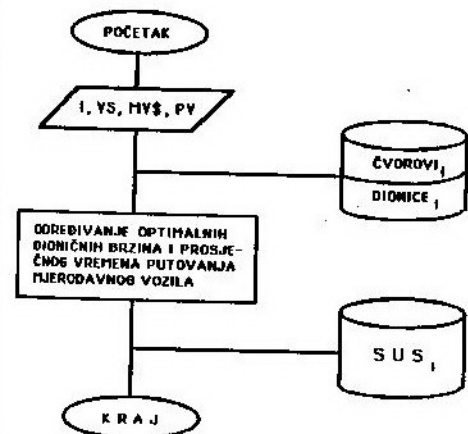
polja datoteke baze podataka (i — redni broj mreže), što je naznačeno na slici 2. Ove dvije datoteke čine ulaz za program TRANS, koji na osnovu njih formira operativnu datoteku baze podataka SUS<sub>i</sub> (sl. 4), koja je uz datoteku CVOROV<sub>i</sub> sastavni dio operativne baze podataka za automatizirano planiranje vojnog putnog saobraćaja.

Dionično vrijeme (T — minute) izračunava se na osnovu maksimalnog uzdužnog nagiba na dionici, snage i mase mjerodavnog vozila i vrste kolovoznog zastora [1].

BROJ SUS.JEDA	INDEKS 1.SUS.JEDA	L	T	...	INDEKS 6.SUS.JEDA	L	T

Sl. 4 Struktura operativne datoteke SUS<sub>i</sub>

Globalni blok-dijagram programa TRANS prikazan je na slici 5.



Sl. 5 Globalni blok-dijagram programa TRANS

Proces formiranja datoteka CVOROV<sub>i</sub>, DIONICE<sub>i</sub> i SUS<sub>i</sub> se ponavlja pri svakom ažuriranju ili proširivanju baze podataka o putnoj mreži.

Program TRANS u procesu formiranja datoteke SUS<sub>i</sub> omogućava:

— uključivanje faktora meteorološke situacije (VS: 1 — suh, 2 — mokar kolovoz);

— povećanje proračunske (optimalne) brzine kretanja za određeni postotak (PV);

— izmjenu mjerodavnog vozila u koloni za koju se vrši planiranje kretanja.

Mogućnost za povećanje optimalne brzine kretanja ugrađena je zbog postojanja praktičnog zahtjeva za usklađivanjem planiranog vremena kretanja s taktičkom situacijom.

S obzirom na to da mjerodavno vozilo, preko specifične snage i ukupne mase, bitno utiče na veličinu optimalne brzine, ono se zadaje na ulazu programa TRANS (MVS).

Budući da postoji veliki broj različitih tipova vozila, koja mogu u nekoj situaciji biti mjerodavna za planiranje kretanja, u sistemu FILEMAKER je formirana datoteka baze podataka o tipovima vozila DTIP (sl. 6), s elementarnim podacima koje program TRANS koristi pri formiranju datoteke SUS<sub>i</sub>.

TIP mv	SNAGA mv [ kw ]	UKUPNA MASA mv [ t ]

Sl. 6 Struktura datoteke DTIP baze podataka o tipovima vozila

Naravno, ova datoteka se može proširiti i s drugim podacima o tipovima vozila, koji mogu imati i drugu namjenu.

Iz sistema FILEMAKER se, na osnovu datoteke baze podataka o tipovima vozila, automatski formira operativna tekst-datoteka TIPMV identične strukture, koju koristi program TRANS.

Na osnovu toga, može se uočiti sljedeća metodika formiranja operativne baze podataka za automatizirano planiranje vojnog putnog saobraćaja:

1) formiranje pomoćnog modela putne mreže (sl. 3);

2) definiranje strukture datoteke opće baze podataka o putnoj mreži u sistemu FILEMAKER (sl. 2);

3) unošenje podataka sa pomoćnog modela putne mreže u bazu podataka;

4) formiranje tekst-datoteke CVO-ROVI<sub>i</sub> i DIONICE<sub>i</sub> (sl. 2) iz sistema FILEMAKER;

5) definiranje strukture datoteke baze podataka o tipovima vozila (sl. 6);

6) unošenje podataka o tipovima vozila u bazu podataka;

7) formiranje tekst-datoteke TIPMV (sl. 2) o tipovima vozila iz sistema FILEMAKER;

8) formiranje datoteke SUS<sub>i</sub> operativne baze podataka pomoću programa TRANS.

Prvi korak zahtijeva najviše vremena i od njegove realizacije direktno zavisi kvalitet operativne baze podataka.

Drugi korak je jednostavan i zahtijeva minimalno vrijeme.

Treći, četvrti i osmi korak se ponavljaju pri svakom ažuriranju ili proširivanju opće baze podataka o putnoj mreži.

Treći korak se može realizirati postepeno, a zbog jednostavnosti sistema FILEMAKER podaci se unose jednostavno i brzo, uz neograničenu mogućnost pretraživanja, provjere i ispravki unesenih podataka.

Četvrti korak se realizira automatski, a vrijeme potrebno za njegovu realizaciju je proporcionalno broju čvorova u mreži.

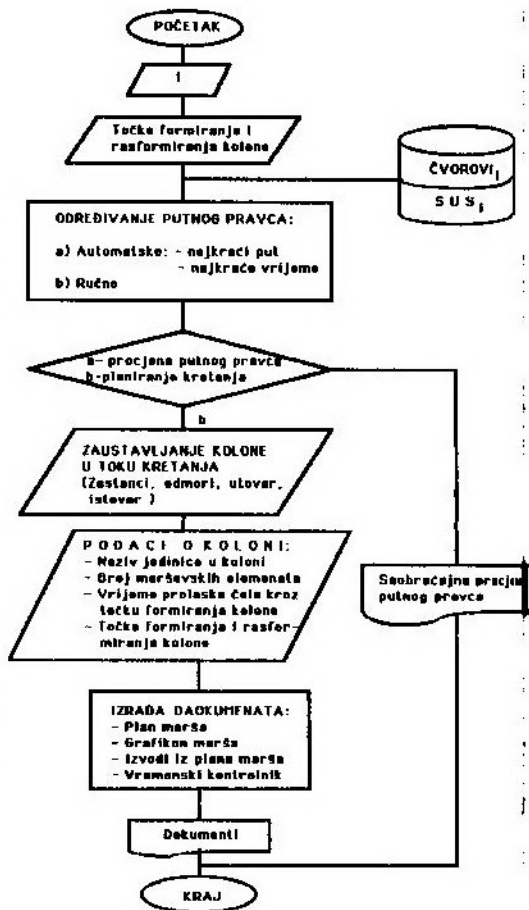
Peti, šesti i sedmi korak se ponavljaju samo pri formiranju ili proširivanju baze podataka o tipovima vozila.

Osmi korak se realizira gotovo jednako brzo kao i četvrti, zbog izvršavanja programa TRANS u mašinskom jeziku.

Opisana metodika formiranja operativne baze podataka je, u suštini, jednostavna i nužno je da je korisnik softvera poznaje.

## Automatizirano planiranje vojnog putnog saobraćaja

Osnovni dokumenti koji se izrađuju pri planiranju kretanja izrađuju se pomoću programa PLAN, čiji je globalni blok-dijagram prikazan na slici 7.



Sl. 7 Globalni blok-dijagram programa PLAN

Nova verzija softvera se, u odnosu na osnovnu verziju [1], bitno razlikuje po:

- mogućnosti uvođenja prekida kretanja kolone zbog zastanaka, odmora, utovara, istovara, i sl.;
- novom izgledu tabele plana marša,
- novom izgledu grafikona marša (sl. 8).

ODOBRavam:

Obrazac SbSI .....

VOJNA TAJNA

Povjerljivo

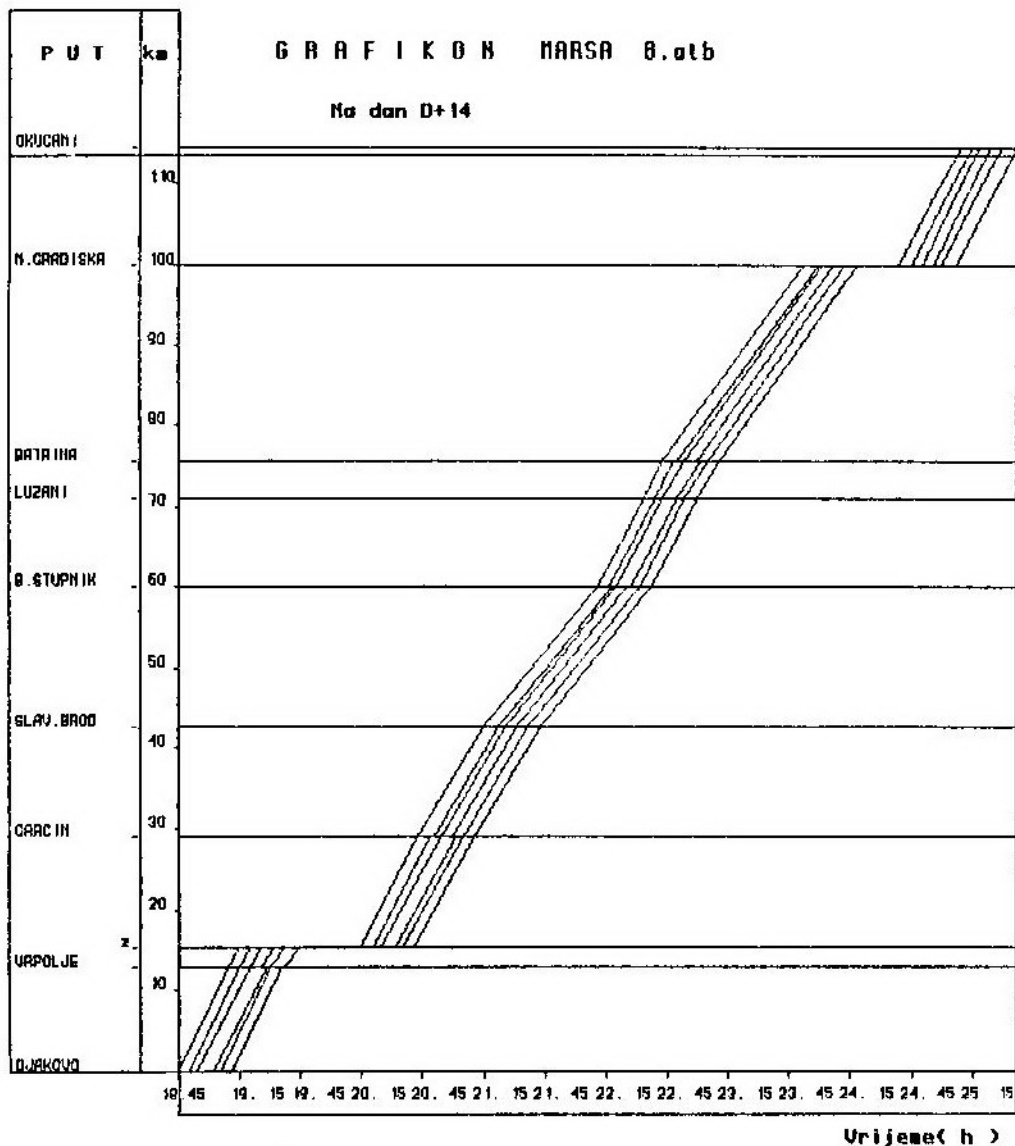
Plan marša kolone ..... na dan .....

Naziv mjesta	Kilometraža [km]	Dionič. brzina [km/h]	Vrijeme prolaza [h]					
			1. ES		2. ES		3. ES	
			čelo	začelje	čelo	začelje	čelo	začelje
Đakovo	0	0	18.45	18.51	18.55	19.01	19.05	19.11
Vrpolje	12	30	19.09	19.15	19.19	19.25	19.29	19.35
Mjes. zast. -1	15	27	19.15	19.21	19.25	19.31	19.35	19.41
Utovar = 55 min.								
Garcin	28	27	20.38	20.44	20.48	20.54	20.58	21.04
Slav. Brod	42	28	21.08	21.14	21.18	21.24	21.28	21.34
B. Stupnik	59	19	22.00	22.06	22.10	22.16	22.20	22.26
Zastanak = 15 min.								
Luzani	69	28	22.21	22.27	22.31	22.37	22.41	22.47
Batrina	74	30	22.31	22.37	22.41	22.47	22.51	22.57
N. Gradiška	98	22	23.35	23.41	23.45	23.51	23.55	.01
Istovar = 45 min.								
Okučani	112	30	.48	.54	.58	1.04	1.08	1.14

IZRADIO:

ODOBRAYAM:

VOJNA TAJNA  
Povjerljivo



IZRADIO:

Sl. 8 Primjer grafikona marša kolone



Na tabeli marša prikazuje se potpuna dinamika kretanja kolone, a grafikon marša je njen vjerni grafički prikaz, koji se crta na formatu papira A4 i ima punu potrebnu vrijednost.

Korišćenje programa PLAN je za operatera veoma jednostavno i on se u procesu planiranja može pokretati neograničeni broj puta.

Jedino u slučaju potrebe korekcije datoteka operativne baze podataka o putnoj mreži SUS<sub>i</sub> i CVOROV<sub>i</sub>, potrebno je prethodno izvršiti postupak ažuriranja opće baze podataka o putnoj mreži, koji je opisan u odeljku »Baza podataka o putnoj mreži«.

### Zaključak

Najnovija verzija softvera za automatizirano planiranje vojnog putnog saobraćaja prezentirana u ovom radu, predstavlja značajan doprinos rješavanju problema automatizacije ovog složenog procesa, što je već potvrđeno u praksi, na vježbi ČESMA 88/89.

### Literatura:

[1] Grupa autora, Aplikacioni softver iz SbOb OS, Saobraćajni smjer VVTS KoV, Zagreb, 1989. godine.

Implementacija na personalni računar Macintosh u strukturalnoj verziji jezika BASIC pod nazivom ZBASIC, koja je kompatibilna sa standardnim Microsoft BASIC-om, omogućava dalji razvoj ovog softvera i jednostavnu implementaciju i na druge tipove personalnih računara.

Opisana metodika formiranja baze podataka o putnoj mreži omogućava nezavisnost između opće i operativne baze podataka i osigurava potrebnu elastičnost baze zbog mogućih promjena na putnoj mreži, nezavisno od softvera za automatizirano planiranje vojnog putnog saobraćaja.

Na taj način je softver u potpunosti rasterećen od problema korekcije baze podataka o putnoj mreži i otvoren za dalji razvoj mogućnosti vezanih za planiranje vojnog putnog saobraćaja.

Naredni korak u razvoju softvera je konačno rješenje izlaznih dokumenata i automatizacija procesa izrade putnog grafikona.

Mr Milivoje Đurković,  
major, dipl. inž.

## Osnovni incidentni faktori vezani za vojne vozače

### Uvod

Saobraćajna nezgoda je posledica brojnih, raznovrsnih i međusobno isprepletenih faktora. U procesu njihovog proučavanja, uzroka i uslova nastajanja saobraćajnih nezgoda, kao i traženja puteva za smanjenje njihovog broja i posledica, neophodno je kompleksno izučavanje svih faktora koji utiču na bezbednost kretanja motornih vozila.

To su faktori vezani za učesnike u saobraćaju, motorna vozila, puteve i okruženje. S aspekta bezbednosti saobraćaja veoma je bitno efikasno funkcionisanje celog sistema »vozač-vozilo-put-okruženje«. Otkaz bilo kojeg elementa sistema ili veze između njih vodi do narušavanja bezbednosti kretanja, odnosno izazivanja konfliktnih situacija, a ponekad i do saobraćajne nezgode. Za razumevanje funkcionisanja celog sistema, u početnoj fazi je neophodna analiza uticajnih faktora pojedinačno.

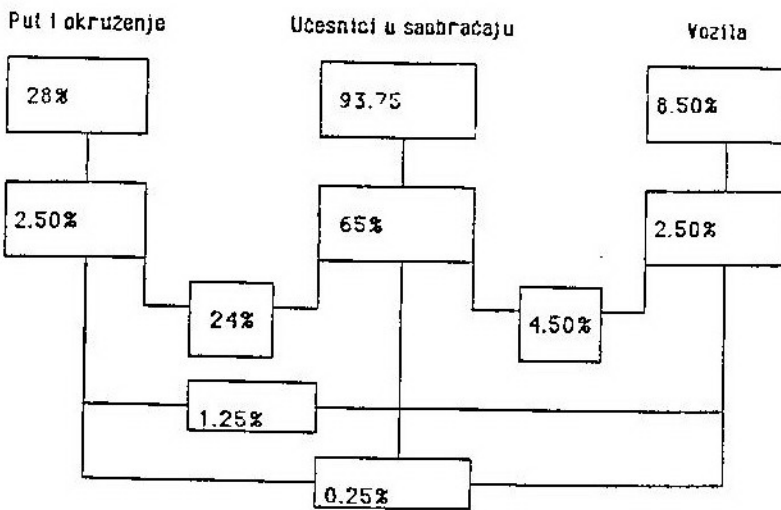
Uzroke saobraćajnih nezgoda je veoma teško utvrditi i klasifikovati. Postoje razne metode za analizu statističkih podataka i utvrđivanje uzroka i okolnosti nastanka saobraćajnih nezgoda. Najveći problem su kvalitetni i verodostojni statistički podaci. Neki od tih podataka se prate preko službene statistike, ali je najčešće potrebno vršiti posebna istraživanja na odabranom sta-

tističkom uzorku. Zbog nedostatka drugih podataka (na primer, o saobraćajnim konfliktima), najčešće se koriste statistički podaci vezani za saobraćajne nezgode i njihove posledice.

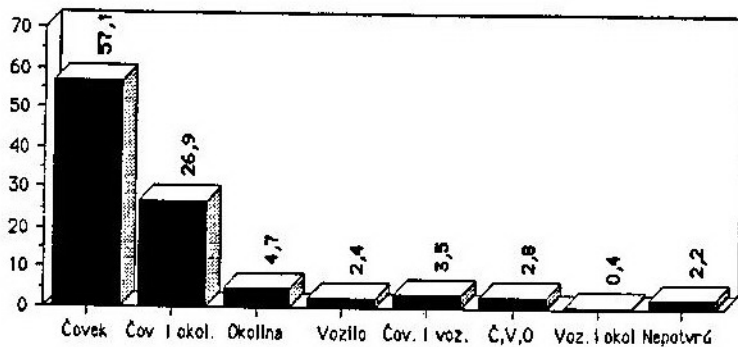
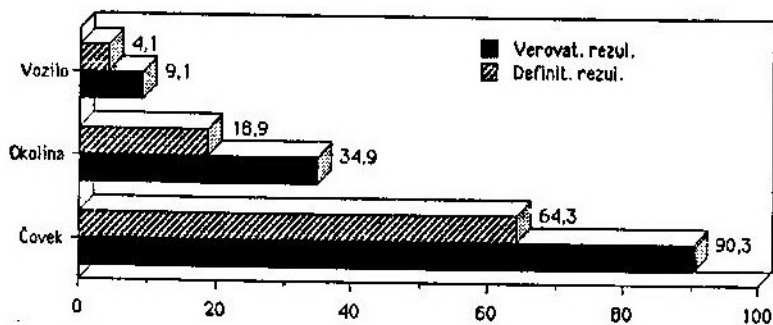
Uzrok saobraćajne nezgode, upisan u Statistički list, verovatni je uzrok koji je na mestu nezgode procenilo lice koje je izvršilo uviđaj. U Vojnom statističkom listu o saobraćajnoj nezgodi rubrika »uzrok« ne postoji. Pri analizi uzroka nezgoda treba biti veoma oprezan, jer se utvrđeni uzroci saobraćajnih nezgoda u sudskom postupku, uz učešće veštaka, često razlikuju od uzroka procenjenih na mestu saobraćajne nezgode i navedenih u krivičnoj prijavi.

Čovek, odnosno učesnici u saobraćaju, imaju svakako dominantan uticaj na nastajanje nezgoda. Čak se i mnogi tehnički uzroci u širem smislu mogu pripisati čoveku. Prema većini službenih statistika, za saobraćajnu nezgodu je u preko 90% slučajeva odgovoran čovek. Ostalih 10% otpada na faktore vozila, put i okruženje. Takvi rezultati su posledica, pored ostalog, i zakonskih propisa. Tako je, na primer, u članu 45 ZOBŠ-a\* regulisano »da je vozač dužan da brzinu kretanja vozila podesi prema osobinama i stanju puta, vidljivosti, atmosferskim prilikama, stanju vozila i tereta, gustini saobraćaja i dru-

\* ZOBŠ — Zakon o osnovama bezbednosti saobraćaja na putevima.

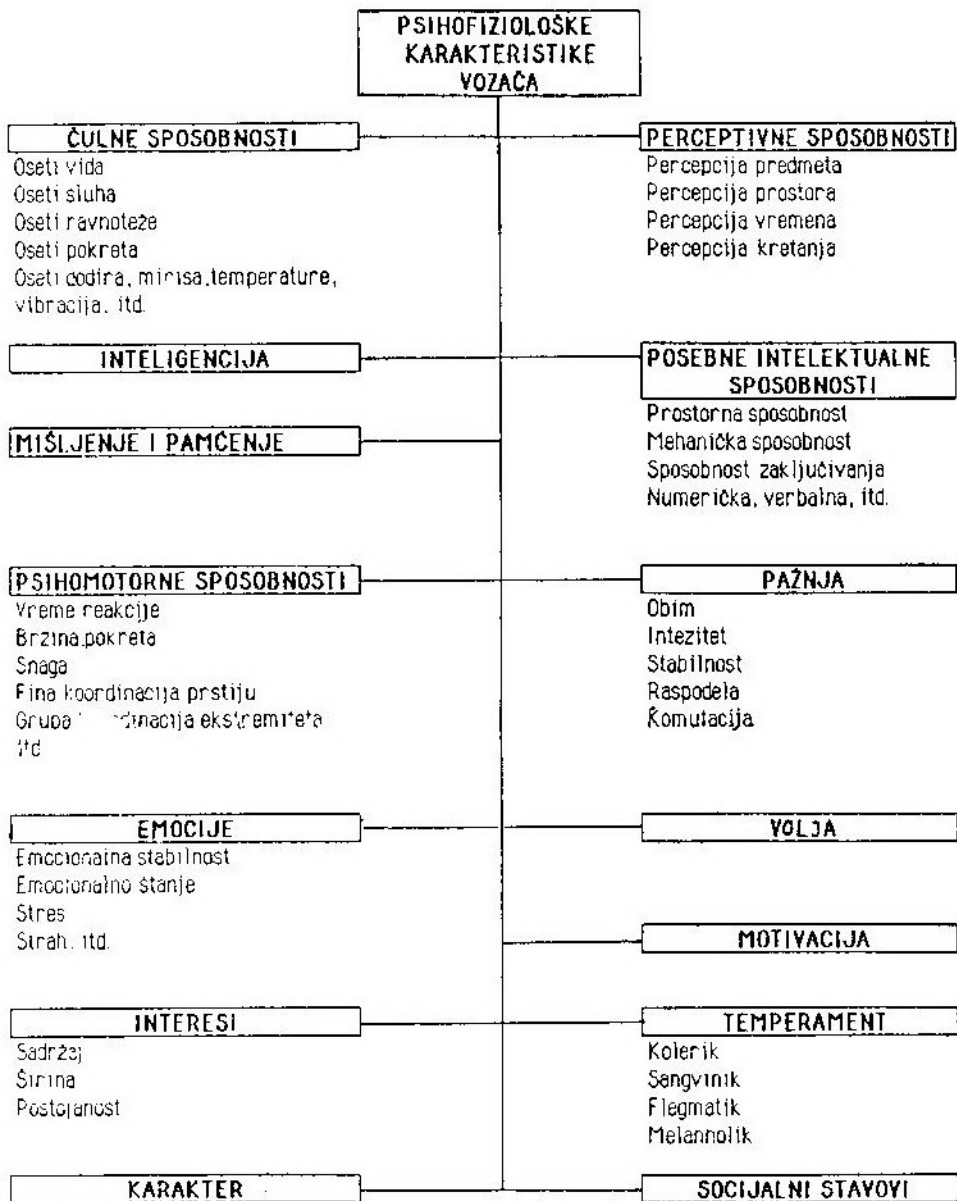


a) prema [7]



b) prema [5]

Sl. 1 Faktori koji doprinose nastanku nezgode



Sl. 2 Psihofiziološke osobine vozača koje utiču na bezbednost saobraćaja

gim saobraćajnim uslovima, tako da vozilo može blagovremeno da zaustavi pred svakom preprekom koju, pod datim uslovima, može da predvidi». Prema tome, ovde nije uzrok »magla« koja se može pripisati »okruženju« kao faktoru bezbednosti, nego »čovjek« koji nije prilagodio brzinu magli.

Istraživanja uzroka saobraćajnih nezgoda, provedena na određenim uzorcima, pokazuju nešto veći udeo vozila, puta i okruženja u odnosu na službene statistike. Na slici 1 prezentirani su odnosi faktora koji doprinose nastanku nezgode iz dva izvora.

Pošto se na osnovu raspoloživih statističkih podataka o saobraćajnim nezgodama vojnih vozila i dubine izvršene statističke analize ne mogu utvrditi direktni uzroci nezgoda, u ovom radu se daje samo sistematizacija faktora koji utiču na bezbednost saobraćaja u vezi sa vojnim vozačima.

Sistematizacija uticajnih faktora izvršena je na osnovu raspoložive literature i statističke analize 6130 statističkih listova o saobraćajnim nezgodama vojnih vozila u periodu od 1980. do 1987. godine. Analizom podataka iz Vojnog statističkog lista došlo se do zaključka da su određeni podaci neupotrebljivi za statističku analizu, dok istovremeno mnogi važni podaci, neophodni za proučavanje bezbednosti saobraćaja, nisu predviđeni. Zbog toga se u ovom radu zaključuje samo ono što je moguće na osnovu raspoloživih podataka iz Statističkog lista o saobraćajnim nezgodama i sadašnjih istraživanja.

### Osnovne karakteristike vojnih vozača

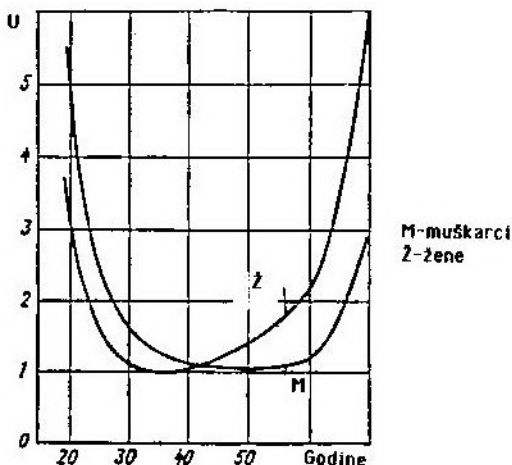
*Psihofiziološke osobine vozača* čine skup uticajnih parametara vezanih za sposobnosti i ličnost čoveka. Na osnovu raspoloživih podataka ne može se izvesti detaljna analiza uticaja pojedinih psihofizioloških osobina vojnih vozača

na nastanak saobraćajne nezgode. U literaturi postoje različite sistematizacije u zavisnosti od pristupa problemu. Brojčane vrednosti o koeficijentu korelacije između pojedinih psihofizioloških osobina vozača i saobraćajnih nezgoda, kao i hijerarhija pojedinih osobina vozača, zavise od odabranog uzorka za istraživanje, pristupa problemu, itd.

Na slici 2 prezentirana je sistematizacija najvažnijih psihofizioloških osobina čoveka koje utiču na bezbednost upravljanja motornim vozilom.

Poznato je da preko 95% vojnih vozača čine vojnici. Prema sistemu regrutacije u posmatranom periodu od 1981. do 1987. godine, *prosečna starost vojnika vozača* je oko 19 godina.

Sva provedena domaća i strana istraživanja pokazuju da su najakcidentniji vozači između 18 i 20 godina starosti (sl. 3) [6]. Ako se uzme u obzir da je iskustvo vojnih vozača mereno brojem pređenih kilometara još manje



Sl. 3 Učestalost saobraćajnih nezgoda u funkciji starosti vozača

u odnosu na istraživani uzorak sa slike 3, nameće se zaključak da je starosna struktura vojnih vozača nepovoljna s aspekta bezbednosti saobraćaja. Pre 1981. godine preko 20% vojnika vozača bilo je starije od 21 godinu, što je

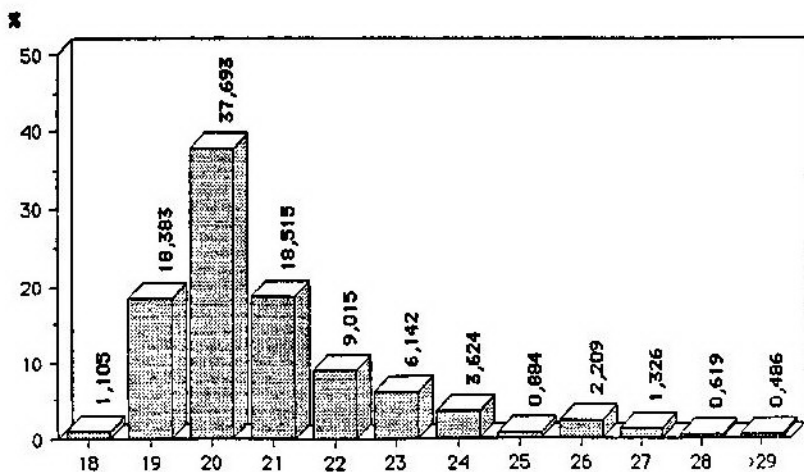
omogućilo popunu formacijskih mesta za koje je zakonom predviđeno da vozač bude stariji od 21 godine i da ima određeno vozačko iskustvo. Na taj način se posredno uticalo na povećanje bezbednosti saobraćaja. U prilog tome govori i činjenica da je 1982. godine registrovano 5,00 saobraćajnih nezgoda vojnih vozila na milion pređenih kilometara, dok je u 1987. ovaj broj porastao na 7,23.

Analiza saobraćajnih nezgoda vojnih vozača od 1981. do 1987. godine pokazuje da najviše nezgoda prave vozači vojnici stari 20 godina, a zatim slede vojnici sa 19 i 21 godinu (sl. 4). Ove podatke treba prihvatiti sa rezervom, jer su to procenti vojnika vozača — učesnika u nezgodama, bez poređenja sa brojnim stanjem vojnika vozača.

ve vojnici do 1 meseca vozačkog staža i vojnici preko 12 meseci staža. Sledeća »špica« u raspodeli su vojnici sa 5—6 meseci vozačkog staža. To je, ujedno, period kada se događaju najteže nezgode, jer vojnici sa 5—6 meseci staža učestvuju u nezgodama sa najviše poginulih (sl. 5b). U narednoj fazi istraživanja trebalo bi utvrditi sve faktore koji utiču na ovakvu raspodelu i preduzeti odgovarajuće preventivne mere.

»Nenormalno« psihofizičko stanje, kao što su bolest, umor, uticaj alkohola, droga, lekovi, vožnja pod stresom, i slično, mogu da budu direktni uzrok saobraćajne nezgode ili da u nekoj kritičnoj saobraćajnoj situaciji doprinesu njenom nastanku.

Analizom saobraćajnih nezgoda vojnih vozila u periodu od 1980. do 1987.



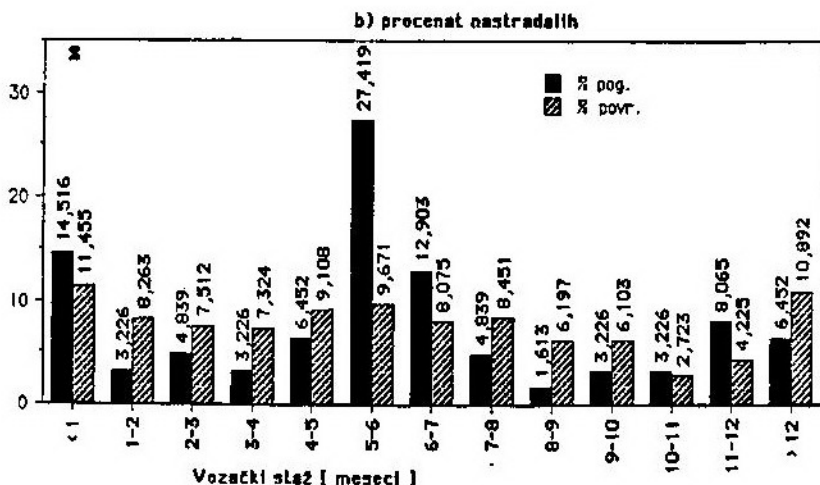
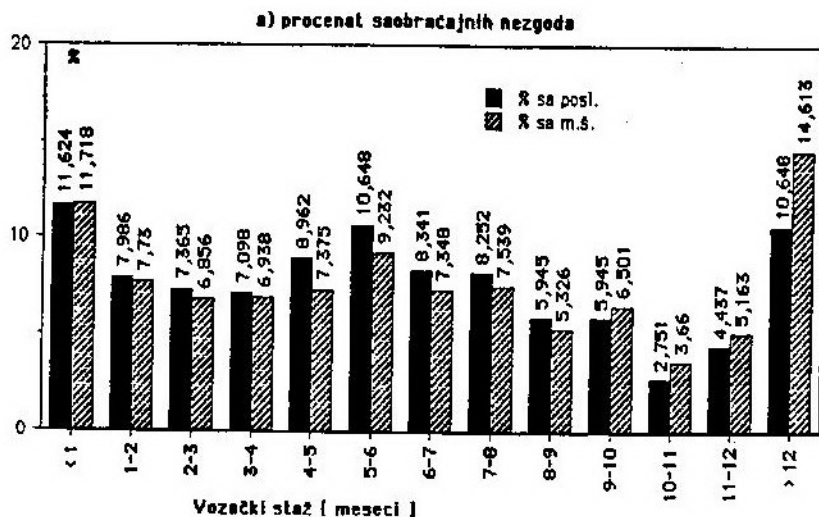
Sl. 4 Raspodela vojnika-vozača učesnika nezgode po godinama starosti

Vozačko iskustvo ovisi o pređenom broju kilometara i vozačkom stažu. Može se očekivati da iskusniji vozači prave manje saobraćajnih nezgoda. Pošto ne postoje podaci o pređenoj kilometraži vojnika vozača do trenutka nezgode (pre i nakon stupanja u JNA), analizirano je koliko dužina vozačkog staža utiče na učestalost saobraćajnih nezgoda. Na osnovu raspodele na slici 5 može se videti da najviše nezgoda pra-

godine (sl. 6), uočeno je da su vojni vozači napravili preko 91% saobraćajnih nezgoda sa posledicama u tzv. »normalnom psihofizičkom stanju«. Pod uticajem alkohola vojni vozači su napravili 5,96% nezgoda. Nije evidentiran nijedan vojni vozač koji je učestvovao u nezgodi pod uticajem lekova i droga. Umor je bio uzrok 1% nezgoda. »Nepažnja« i »trenutna nesposobnost«, definisani kao psihofizičko stanje u Vojnom

statističkom listu, učestvuju sa 1,70%. Ako se navedeni podaci uporede s podacima SFRJ i SRH, uočava se da civilni vozači prave gotovo 3 puta više nezgoda pod uticajem alkohola (sl. 7).

zdravstvenog stanja i osnovnim psihofiziološkim ispitivanjima ne može se dobiti dovoljno informacija za procenu pouzdanosti budućih vozača. Naime, na lekarskom pregledu ne ispituju se per-



Sl. 5 Saobraćajne nezgode vojnika-vozača prema vozačkom iskustvu u mesecima

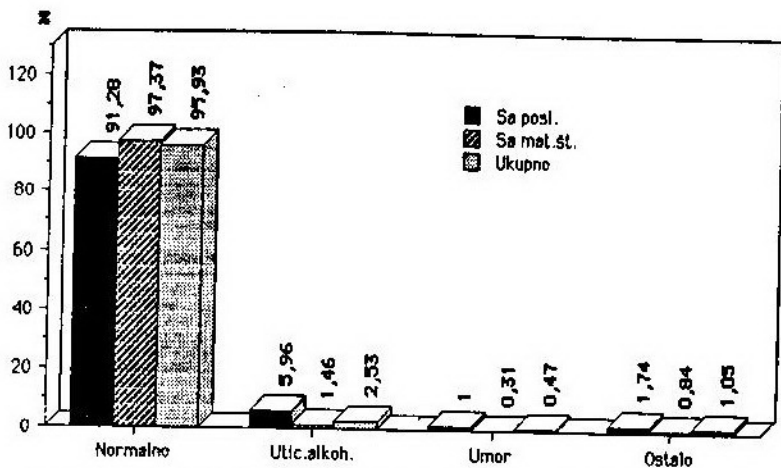
Podobnost za vojne vozače utvrđuje se lekarskim pregledom na osnovu Pravilnika o zdravstvenim uslovima koje moraju zadovoljiti vozači motornih vozila i Pravilnika za ocenu zdravstvene sposobnosti za vojnu službu. Pregledom

ceptivne sposobnosti, brzina psihomotorne reakcije, sposobnost adaptacije na svetlo i tamu, kvalitet pažnje, operativno mišljenje, emocionalna stabilnost, itd., koje su vrlo bitne za bezbedno učešće u saobraćaju. Na osnovu iz-

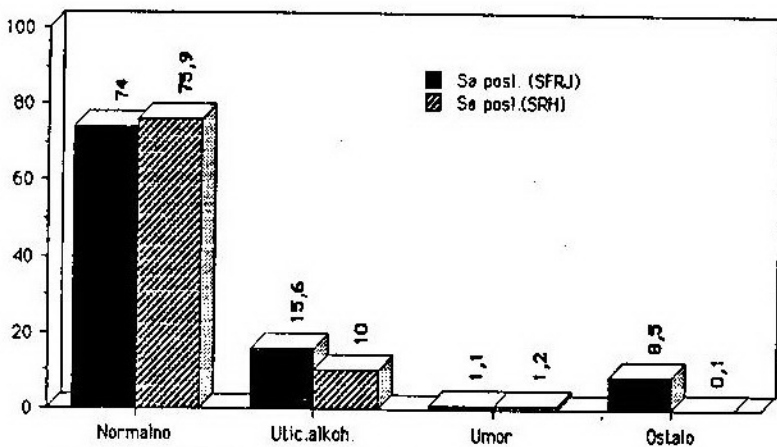
vršene analize [4] uočene su sledeće negativnosti u sistemu zdravstvene selekcije vozača:

1) kandidati za vozače prikrivaju bolesti i stanja koja su u suprotnosti sa pozivom vozača, a koja se ne mogu ot-

tanova u kojima se oni leče. Zbog toga lica koja su preživela infarkt, obolela od raznih psihičkih bolesti, alkoholizma ili oni čije su senzorne i intelektualne sposobnosti smanjene i dalje učestvuju u saobraćaju kao vozači motornih vozila



Sl. 6 Psihofizičko stanje vojnih vozača pre saobraćajne nezgode



Sl. 7 Psihofizičko stanje vozača u SFRJ i SRH pre nezgode

kriti na lekarskom pregledu (epilepsije i drugi oblici gubitka svesti, psihoze, neuroze, uzimanje lekova, opojnih sredstava i alkohola);

2) ne postoji adekvatna saradnja između zdravstvenih komisija za pregled kandidata za vozače i zdravstvenih us-

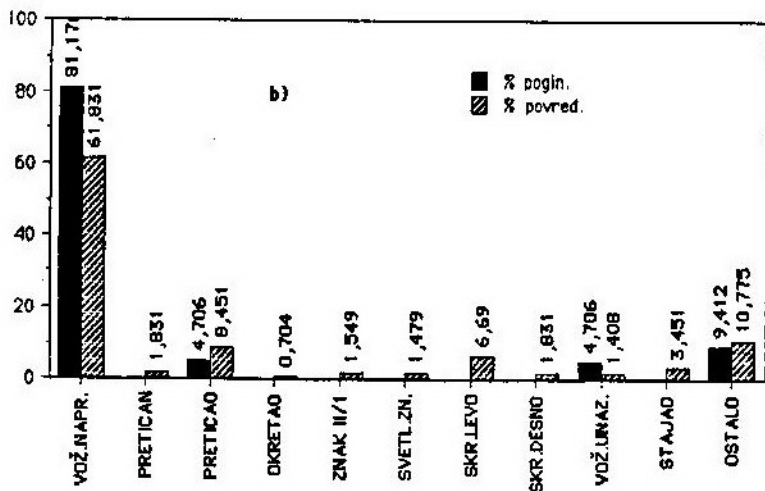
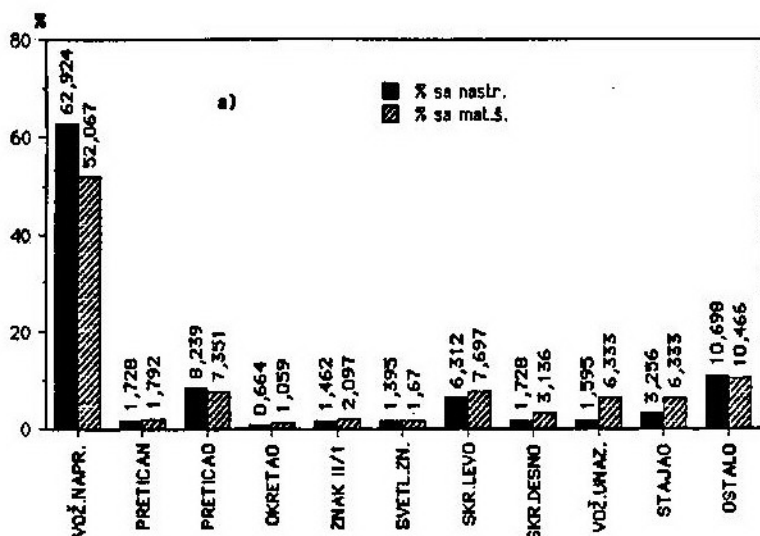
3) prognostička valjanost lekarskih pregleda je nedovoljno istraživana. Ne postoje istraživanja o korelaciji zdravstvenog stanja i sposobnosti kandidata sa njihovim bezbednim ponašanjem u saobraćaju.



## Karakteristike saobraćajnih nezgoda koje izazivaju vojni vozači

U Statističkom listu o saobraćajnoj nezgodi vojnog vozila postoje podaci o ponašanju vozača sa vozilom u mo-

1) kretanje vozila napred »svojom« saobraćajnom trakom, 63% (sl. 8). To je i logično, jer vozila u tom stanju proведу najviše vremena. Za utvrđivanje uzroka nezgoda potrebna su dodatna istraživanja;



Sl. 8 Ponašanje vojnih vozača sa vozilom neposredno pre nezgode

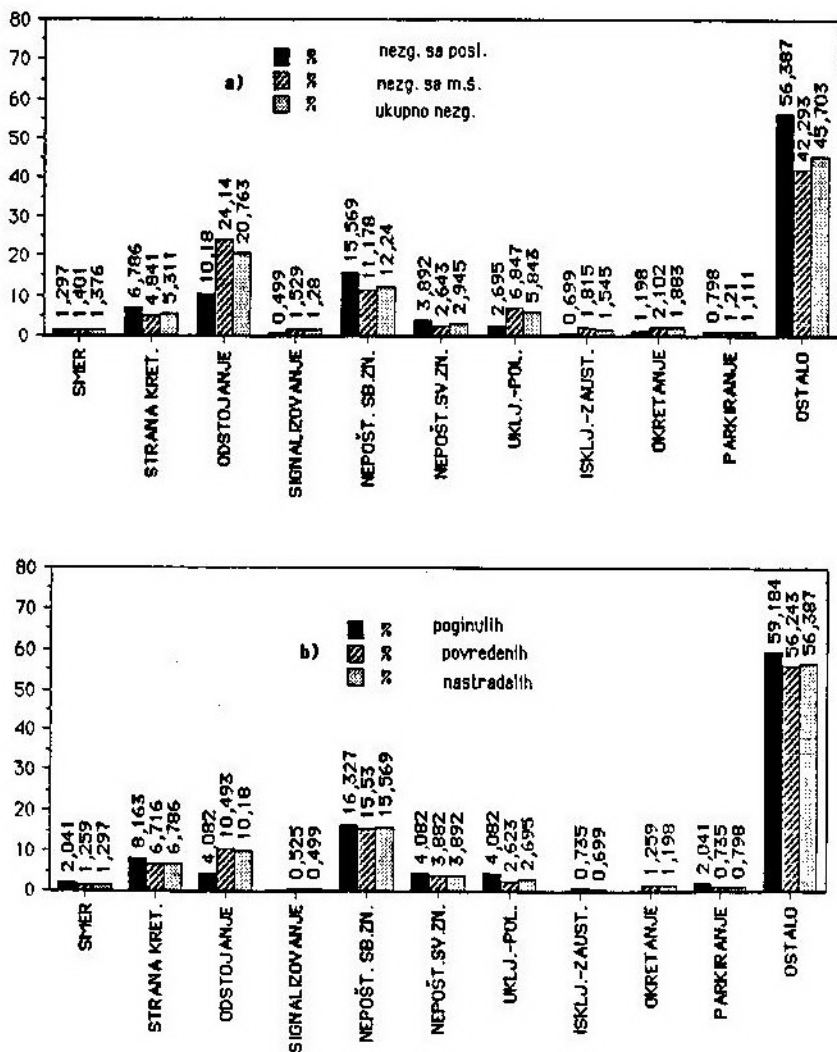
mentu nastanka nezgode». Analizom definisanog uzorka saobraćajnih nezgoda vojnih vozila (slika 8) ističu se sledeće radnje prema procentualnoj zastupljenosti:

- 2) preticanje u toku kojega dolazi do 8,2% nezgoda sa posledicama i 7,3% nezgoda sa materijalnom štetom;
- 3) skretanje ulevo je, takođe, akcidentna radnja kada se događa 6,3% ne-

zgoda sa posledicama i 7,7% nezgoda sa materijalnom štetom;

4) stajanje vojnih vozila na saobraćajnoj traci sa 3,2% nezgoda sa posledicama i 6,3% nezgoda sa materijalnom štetom.

obraćaju podrazumevaju se radnje ili ponašanja koja su prethodila nezgodi koja su suprotna propisanim pravilima ponašanja u saobraćaju (neprilagođena brzina, nepropisna brzina, nepropisno preticanje i skretanje, nepoštovanje



Sl. 9 Saobraćajne nezgode i posledice u funkciji nepropisnih radnji vojnih vozača

Nepropisne radnje (greške) vozača neposredno pre nezgode analizirane su na sl. 9. Pod »greškama« učesnika u sa-

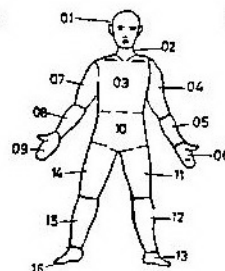
prednosti, itd.). Vojni i civilni statistički listovi se razlikuju po prikupljenim podacima, pa nije moguće poredjenje.

PREGLED POVREDA NA UČESNICIMA SAOBRAĆAJNIH NEZGODA  
— apsolutni pokazatelji — 1985. godina

OZNAKA POLJA NA KOJEM JE REGISTRIRANA POVREDA	SVOJSTVO UČESNIKA U SAOBRAĆAJNOJ NEZGODI					UKUPNO
	VOZAČ VOJNOG VOZILA	VOZAČ CIVILNOG VOZILA	PJEŠAK	PUTNIK U VOJNOM VOZILU	PUTNIK U CIVILNOM VOZILU	
1	28	19	15	37	7	106
2	5	8	2	7	3	25
3	11	6	5	19	6	47
4	5	6	1	14	0	26
5	2	6	2	6	5	21
6	2	5	0	7	3	17
7	3	4	5	11	0	23
8	3	3	3	6	1	16
9	2	2	0	10	0	14
10	4	4	4	12	2	26
11	3	1	2	6	1	13
12	9	4	4	7	4	28
13	2	2	0	0	0	4
14	2	1	3	9	0	15
15	3	7	3	6	3	22
16	1	0	0	0	0	1
UKUPNO	85	78	49	157	35	404

Desna strana tela

leva strana tela



Analizirajući nepropisne radnje vojnih vozača koje su prethodile nezgodi, može se zaključiti sledeće:

1) najviše saobraćajnih nezgoda sa posledicama događa se zbog nepoštovanja saobraćajnih znakova (15,6%) i nedovoljnog razmaka između vozila (10,2%) i pogrešne strane kretanja (6,8%);

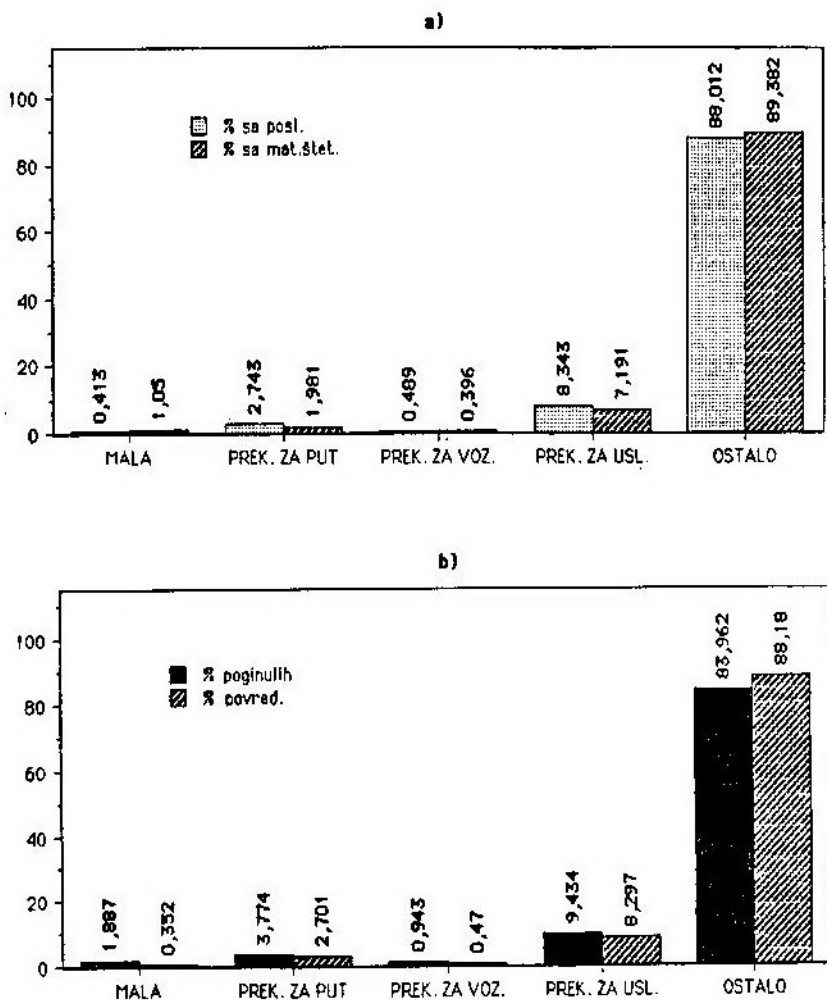
2) najteže posledice saobraćajnih nezgoda (sa najviše poginulih i povređenih) događaju se zbog nepoštovanja saobraćajnih znakova;

3) s obzirom na to da u ovoj raspodeli više od 56% nezgoda sa posledicama otpada na »ostale greške«, jasno je da ovaj podatak u Statističkom listu treba detaljno izučiti i izmeniti.

Analizirajući *brzine vojnih vozila* na osnovu podataka iz statističkih listova (sl. 10), evidentno je da se preko 8,3% nezgoda događa zbog prekoračenja brzine u odnosu na uslove puta i sa-

o 16 zona čovekovog tela. Primer raspodele povreda prikazan je u tabeli.

Radi uporedne analize, povrede su podeljene na četiri grupe (sl. 11). Analizom povreda vozača u JNA i SRJ



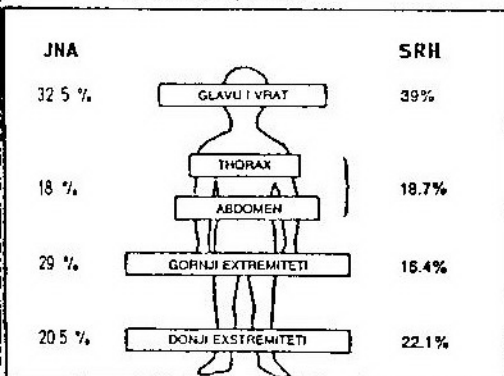
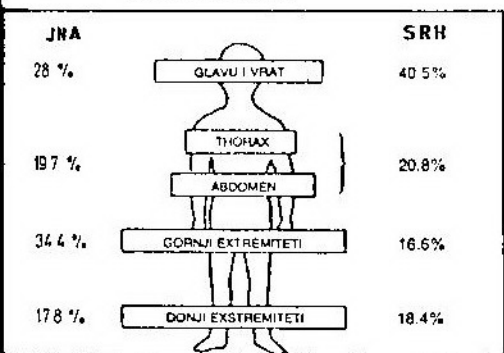
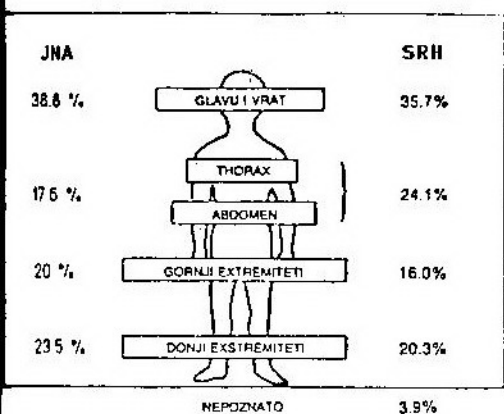
Sl. 10 Brzine kretanja vojnih vozila pre nezgode

obraćaja. Pošto rubrika »ostalo« iznosi preko 83%, može se zaključiti da je potrebno izmeniti koncepciju ovog podatka u Statističkom listu.

Radi detaljne evidencije i izučavanja *povreda* u Statističkom listu o saobraćajnim nezgodama u JNA, govori se

(raspoloživi podaci) vidi se veoma slična raspodela. Kod vojnih vozača najugroženiji su glava i vrat (38,8%), zatim donji ekstremiteti (20%), pa slede grudi sa stomakom (17%).

Analiza povreda putnika pokazuje da su glava i vrat putnika u civilnim



Sl. 11 Raspodela povreda učesnika saobraćajnih nezgoda u vojnim vozilima

Literatura:

[1] Hap, Z., Đurković, M.: SAOBRAĆAJNE NEZGODE VOJNIH VOZILA (rezultati AOP), VVTS KoV, Zagreb, 1989.  
 [2] Đurković, M., Hap, Z.: BEZBEDNOST SAOBRAĆAJA U JUGOSLAVIJI — SAOBRAĆAJNE NEZGODE VOJNIH LICA (rezultati AOP), VVTS KoV, Zagreb, 1989.  
 [3] Ivanov, V. N., Ljaljin, V. A.: PASIVNAJA BEZOPASNOST AVTOMOBILJA, Transport, Moskva, 1979.

vozilima ugroženiji (40,5%) u odnosu na putnike u vojnim vozilima (28%). Nasuprot tome, gornji ekstremiteti su daleko ugroženiji kod vojnih (24,4%) nego kod civilnih putnika (16,6%).

Elementi enterijera koji najčešće nanose povrede čoveku su: točak upravljača, instrument-tabla, vetrobransko staklo, bočna vrata i ogledala.

Istraživanja [3] pokazuju da je najopasnije mesto u vozilu na mestu »suvozača«, zatim sledi mesto vozača, a najbezbednije je zadnje levo sedište putničkog automobila.

Zaključak

U radu je izvršena identifikacija osnovnih incidentnih faktora u vezi sa vojnim vozačima. Svakako da postoje i drugi činioci koji utiču na bezbedno upravljanje motornim vozilima. Ovde je ograničenje bio Vojni statistički list o saobraćajnim nezgodama, odnosno raspoloživi podaci koji su se odnosili na vojne vozače.

Identifikacijom osnovnih faktora koji utiču na bezbednost saobraćaja i analizom osnovnih karakteristika saobraćajnih nezgoda vojnih vozača, učinjen je početni korak. U narednoj fazi potrebno je utvrditi najčešće uzroke saobraćajnih nezgoda vojnih vozila i na osnovu njih planirati odgovarajuće preventivne mere.

[4] Jelčić, I. i dr.: MEDICINA PROMETA, ISTRAŽIVAČKI CENTAR ZA MEDICINU I PSIHOLOGIJU PROMETA, Zagreb, 1985.  
 [5] Milošević, S.: SAOBRAĆAJNA PSIHOLOGIJA, Naučna knjiga, Beograd, 1981.  
 [6] Rotenberg, R. V.: OSNOVI NADEŽNOSTI SISTEMI »VODITELJ-AVTOMOBIL-DOROGA-SREDA«, Mošinstvoenie, Moskva, 1988.  
 [7] O'Flaherty, C. A.: TRAFIC PLANNING AND ENGINEERING (Vol 1), Edward Arnold, London, 1985.

## Uvod

Pri planiranju vojnog putnog saobraćaja javljaju se veliki problemi. Pogotovo dolaze do izražaja pri velikim intenzitetima saobraćaja. Jedan od problema koji se javlja u takvim situacijama jeste i problem raspodjele saobraćajnih tokova. Raspodjela treba da bude takva da se kapacitet putne mreže iskoristi do maksimuma, a da ne dođe do zagušenja saobraćaja. Rješenje ovog problema je bitno iz dva razloga:

— pri planiranju saobraćaja u složenim uvjetima zbog postojanja kapacitativnih ograničenja putne mreže i velikih razlika u kapacitetima pojedinih deonica;

— zbog potrebe preusmjeravanja tokova usljed eliminacije pojedinih deonica rušenjem, miniranjem, bombardovanjem i slično. Da bi mogli rešiti ovaj problem, potrebno je poznavati maksimalan protok kroz mrežu, te raspodjelu tog protoka po deonicama. U tom se smislu u ovom radu na osnovu teorije grafova razvija model pogodan za automatizovano utvrđivanje maksimalnog protoka vozila kroz putnu mrežu.

## Model utvrđivanja maksimalnog protoka vozila na putnoj mreži

### Matematička postavka problema

Istaknuto je da se model za utvrđivanje maksimalnog protoka vozila na

putnoj mreži zasniva na teoriji grafova. U teoriji grafova transportne mreže definišu se kao konačan digraf bez petlji kod kojeg je svakoj grani pridružen neparan negatiivan broj  $c_{i,j}$  [3]. U ovom modelu taj nenegativan broj  $c_{i,j}$  predstavlja kapacitet deonice. Uvedimo još nekoliko pojmova. Ulazni čvor transportne mreže ( $s$ ) je čvor u koji ne ulazi nijedna grana, a izlazni čvor transportne mreže ( $t$ ) iz kojeg ne izlazi nijedna grana. Protok  $Q$  od ulaznog do izlaznog čvora definiše se kao funkcija na sljedeći način:

$$\sum_j x_{ij} - \sum_i x_{i,j} \begin{cases} Q & , i=s \\ 0 & , \forall i \neq s,t \\ -Q & , i=t \end{cases} \quad (1)$$

Vidimo da se kao promjenjiva varijabla javlja protok između dva susjedna čvora ( $i, j$ ), koji označavamo kao  $x_{i,j}$ . Ona mora zadovoljiti sljedeći uvjet:

$$0 \leq x_{i,j} \leq c_{i,j} \quad ; \quad \forall i,j \quad (2)$$

Algoritam za utvrđivanje maksimalnog protoka vozila na putnoj mreži zasnovan je na teoremi o minimalnom presjeku [2]. Teorema glasi: maksimalan protok između čvorova  $s$  i  $t$  jednak je minimalnom kapacitetu presjeka od svih presjeka koji razdvajaju  $s$  i  $t$ .

Podjelimo skup čvorova transportne mreže koji ćemo označavati sa  $N$ , na dva disjunktna skupa  $S$  i  $S'$  tako da ulazni čvor  $s$  pripada skupu  $S$ , a izlazni čvor  $t$  pripada skupu  $S'$ . Moguć

je uočiti skup grana kojima je početak u skupu  $S$ , a završetak u skupu  $S'$ , kao i skup grana kojima je početak u skupu  $S'$ , a završetak u skupu  $S$ . Ti skupovi grana čine presjek koji figuriše u teoremi. Označimo prvi skup sa  $L$ , a drugi sa  $L'$ . Intenzitet toka kroz presjek definiše se kao:

$$f(x, x') = \sum_{(s,j) \in L} X_{s,j} ; f(x', x) = \sum_{(j,t) \in L'} X_{j,t} \quad (3)$$

Pozivajući se na izraz (1) i izraz (3) protok se može predstaviti kao:

$$Q = \sum_j X_{s,j} - \sum_j X_{j,s} + \sum_{\substack{i \in L \\ i \notin S}} \left[ \sum_j X_{i,j} - \sum_j X_{j,i} \right] \quad (4)$$

Transformacijom ovog izraza lako se pokazuje da vrijedi:

$$Q = \sum_{i \in L} \sum_j X_{i,j} - \sum_{i \in L'} \sum_j X_{j,i} = f(x, x') - f(x', x) \quad (5)$$

Iz ovog izraza zaključujemo da će protok  $Q$  biti maksimalan tamo gdje je minimalan protok po granama koje pripadaju skupu  $L'$ , te da maksimalan protok ne može biti veći od kapaciteta bilo kojeg presjeka na mreži.

### Razrada algoritma

Algoritam za rješavanje problema utvrđivanja maksimalnog protoka vozila na putnoj mreži, u računskom pogledu, ima sljedeće karakteristike:

1) ako su kapaciteti grana  $i$  pretpostavljeni, početni protoci cijeli brojevi, tada su i protoci  $x_{i,j}$  dobijeni primjenom algoritma, u svakoj iteraciji cijeli brojevi;

2) algoritam je konačan i završava se rutinom 1;

3) ako je protok dozvoljen samo u jednom pravcu, protok u drugom pravcu dobija vrijednost 0.

Algoritam je priređen za rad na računaru, no jednostavnost toka operacija daje mogućnost njegove manuelne

primjene. Postupak rješavanja je iterativan i sastoji se od tri rutine. U rutini 1 označava se lanac čvorova od ulaznog čvora  $s$  do izlaznog čvora  $t$ . Rutina 2 vrši izmjenu do tada određenih kapaciteta, dok rutina 3 vrši transformaciju matrice početnih kapaciteta u matricu optimalnih kapaciteta. Tok algoritma ima sljedeći oblik [1]:

**RUTINA 1:** proizvoljno odredimo lanac od čvora  $s$  do čvora  $t$ , vodeći računa da je duž svake grane lanca moguć protok izvjesnog broja vozila. Ukoliko nije moguće odrediti takav lanac prelazi se na rutinu 3, a ako je moguće odrediti takav lanac, prelazi se na rutinu 2.

**RUTINA 2:** sa  $c'_{ij}$  označavamo kapacitet grane  $(i, j)$  u smjeru  $s \rightarrow t$ , a sa  $c''_{ij}$  njen kapacitet u smjeru  $t \rightarrow s$ . Neka je:

$$\alpha = \min [C'_{i,j}] > 0 \quad (6)$$

Od svih kapaciteta  $c'_{ij}$  treba oduzeti vrijednost  $\alpha$ , a svim kapacitetima  $c''_{ij}$  dodamo vrijednost  $\alpha$ . Sve stare kapacitete  $c'_{ij}$  i  $c''_{ij}$  zamijenimo novim, dobivenim sabiranjem, odnosno oduzimanjem veličine  $\alpha$  i vratimo se na rutinu 1.

**RUTINA 3:** neka je  $C = c_{ij}$  matrica početnih kapaciteta i neka je  $C^* = c^*_{ij}$  posljednja matrica kapaciteta u koju je modifikovana početna matrica kapaciteta  $C$ . Elementi  $x_{ij}$  matrice optimalnih kapaciteta grana izračunavaju se kao:

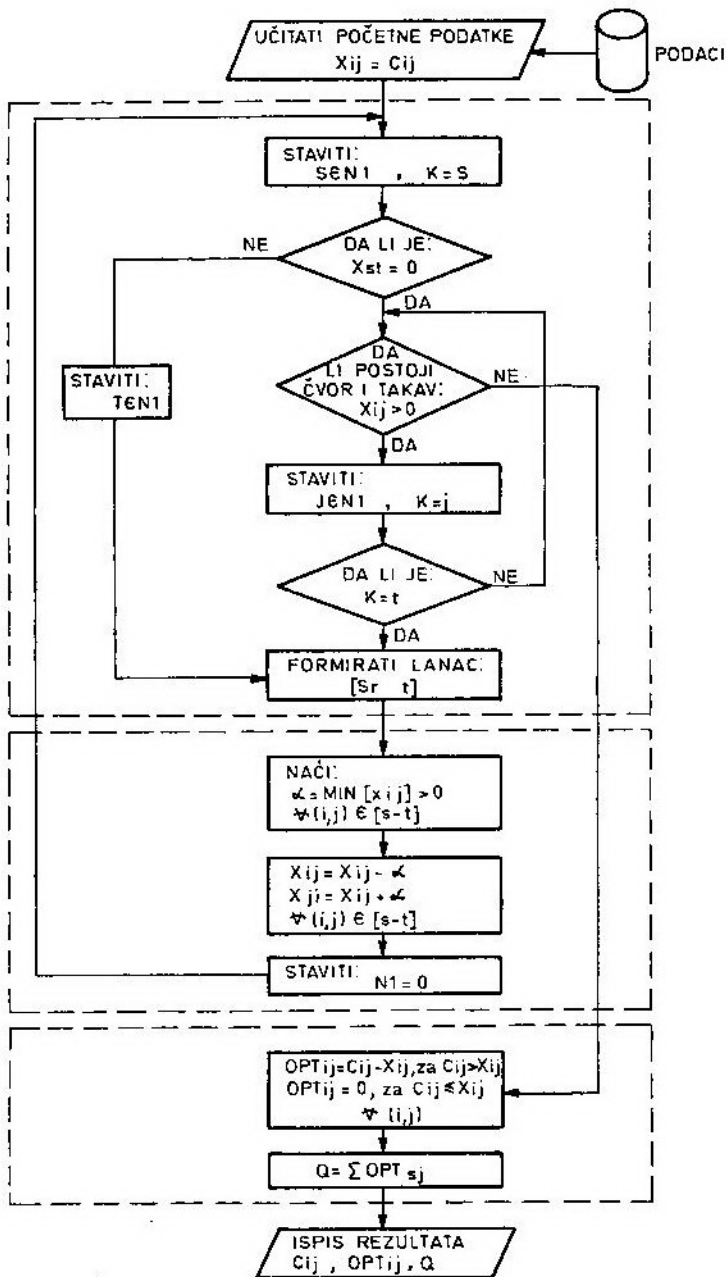
$$X_{i,j} = \begin{cases} C_{ij} - C^*_{ij} & \text{za } C_{ij} > C^*_{ij} \\ 0 & \text{za } C_{ij} \leq C^*_{ij} \end{cases} \quad (7)$$

Maksimalan protok  $Q$  između ulaznog čvora  $s$  i izlaznog čvora  $t$  transportne mreže je:

$$Q = Q_{\max} = \sum_j X_{s,j} = \sum_i X_{i,t} \quad (8)$$

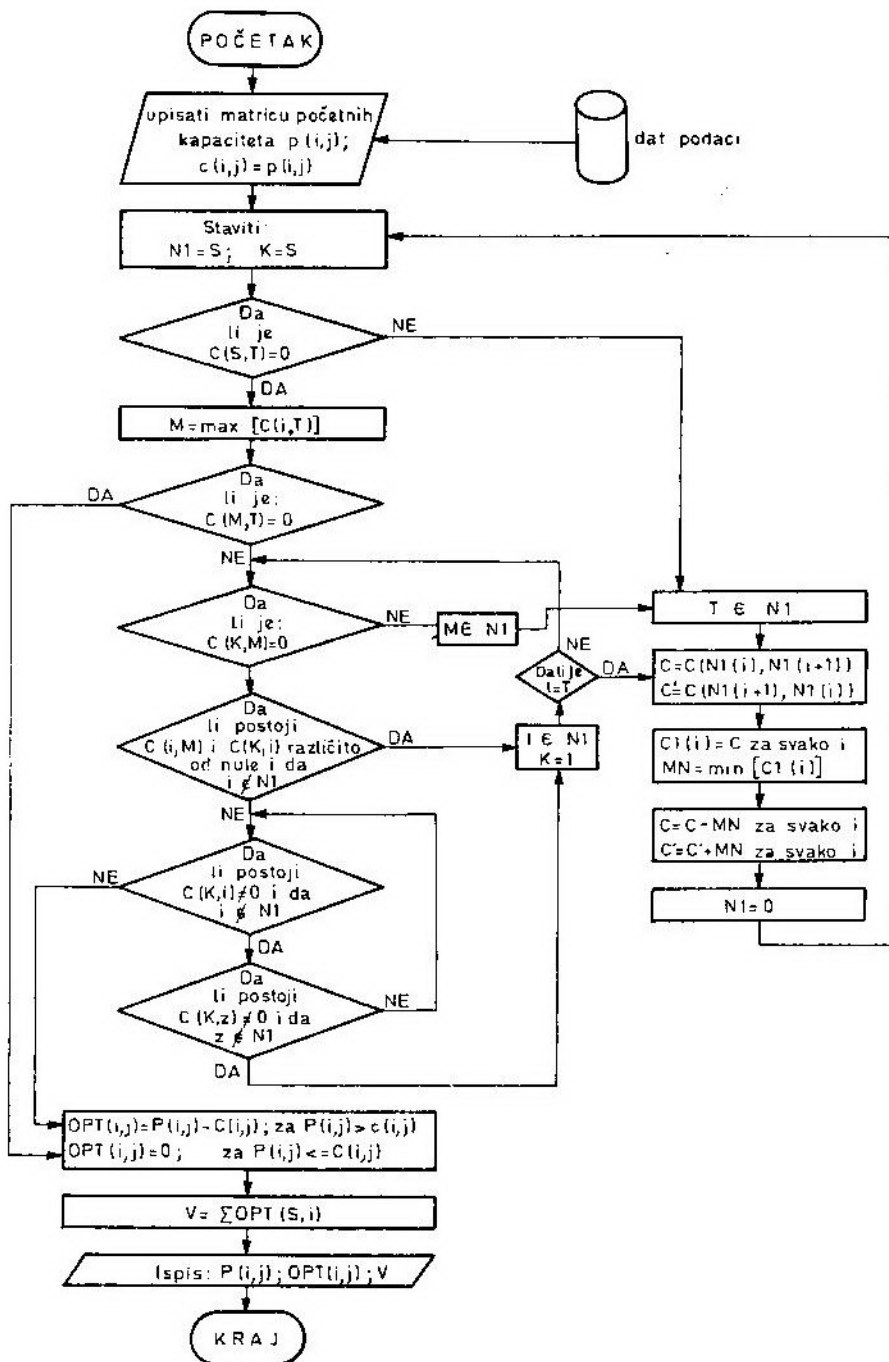
Dijagrami toka operacija algoritma za utvrđivanje maksimalnog protoka vozila na putnoj mreži dati su na slici 1 i slici 2.

Pri upotrebi ovog algoritma u rutini 1 javlja se problem pronalaženja takvog lanca od čvora  $s$  do čvora  $t$ , da se



Sl. 1 Globalni blok-dijagram algoritma za utvrđivanje maksimalnog protoka vozila kroz putnu mrežu



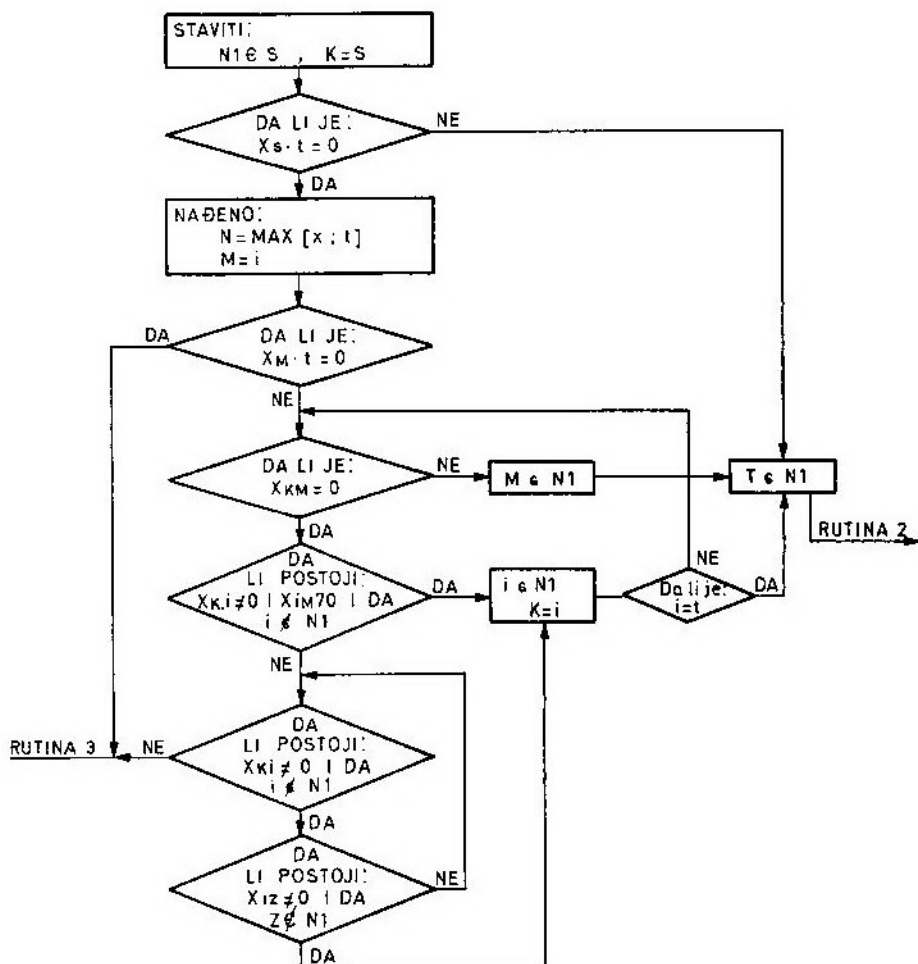


Sl. 2 Blok-dijagram programa za utvrđivanje maksimalnog protoka vozila

postupak rješavanja problema dovede do kraja uz što manje iteracija. Ideja rješavanja tog problema jeste da se lanac uvijek postavlja tako da u izlazni čvor uđe preko grane sa najvećim kapacitetom. Da bi ostvarili ovu ideju, postupak pronalazjenja lanca možemo rastaviti na nekoliko koraka.

grana, vektoru  $N1$  dodijelimo čvor  $t$  prelazimo na rutinu 2. Ako ne postoji takva grana, prelazimo na sljedeći korak.

Korak 3: pronalazimo granu sa maksimalnim kapacitetom koja ulazi u čvor  $t$ . Čvor iz kojeg polazi ta grana označimo sa  $M$ . Ako je vrijednost protoka  $x_{K,M}$



Sl. 3 Blok-dijagram programa za pronalazjenje optimalnog lanca

Korak 1: formiramo vektor  $N1$  i u njega upišemo početni čvor lanca, čvor  $s$ . Varijabli  $K$  damo vrijednost  $s$  i prelazimo na sljedeći korak.

Korak 2: provjerimo da li postoji grana koja direktno spaja čvorove  $s$  i  $t$ , tj. da li je  $x_{s,t} > 0$ . Ako postoji takva

$= 0$  prelazimo na rutinu 3, a ako nije idemo na sljedeći korak.

Korak 4: provjeravamo da li postoji grana koja polazi iz čvora  $K$ , a završava u čvoru  $M$  i da je  $x_{K,M} > 0$ . Ako postoji vektoru  $N1$  pridružimo čvorove  $K$  i  $t$ , formiramo lanac  $s \rightarrow t$  i prelazimo

na rutinu 2. Ako ne postoji, prelazimo na sljedeći korak.

Korak 5: proveravamo da li postoji čvor  $i$  za koji vrijedi sljedeće:

— u njega ulazi grana koja polazi iz čvora  $K$  i  $x_{K,i} > 0$ ;

— iz njega polazi grana koja završava u čvoru  $M$  i  $x_{i,M} > 0$ ;

— ne pripada vektoru  $N1$ .

Ako postoji, čvor  $i$  pridružimo vektoru  $N1$ , a varijabli  $K$  dajemo vrijednost  $i$ . Ako je  $i=t$  formiramo lanac  $s \rightarrow t$  i prelazimo na rutinu 2, inače prelazimo na korak 4. Ako ne postoji takav čvor, prelazimo na sljedeći korak.

Korak 6: proveravamo da li postoji čvor u koji ulazi grana koja polazi iz čvora  $K$ , a da je  $x_{K,i} > 0$ , i da ne pripada vektoru  $N1$ . Ako ne postoji takav čvor, prelazimo na rutinu 3, a ako postoji prelazimo na sljedeći korak.

Korak 7: proveravamo da li postoji grana  $(i, z)$  sa kapacitetom većim od nule, a da  $z$  ne pripada vektoru  $N1$ . Ako ne postoji, vraćamo se na korak 6. Ako postoji, čvor  $i$  pridružimo vektoru  $N1$ , a varijabli  $K$  dajemo vrijednost  $i$ . Ako je  $i=t$  formiramo lanac  $s \rightarrow t$  i prelazimo na rutinu 2, a ako nije prelazimo na korak 4.

Dijagram toka algoritma za pronalaženje optimalnog lanca  $s \rightarrow t$  prikazan je na slici 3.

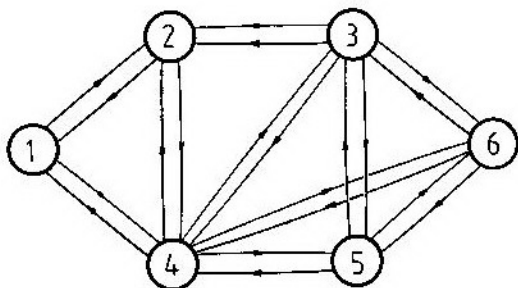
Korišćenjem ovog postupka broj iteracija pri rješavanju problema utvrđivanja maksimalnog protoka vozila na putnoj mreži svodi se na minimum, a

samim tim će i vrijeme potrebno za rješavanje problema biti najkraće.

Postoji još jedan bitan zadatak u pripremi ovog modela za rad na računaru — ostavljanje mogućnosti pravljena izmjena kapaciteta pojedinih deonica mreže. Vrijednosti kapaciteta svih deonica putne mreže za koju vršimo planiranje pohranjuju se u datoteku kapaciteta. Dakle, treba ostaviti mogućnost naknadne korekcije pomenute datoteke podataka.

### Primjer

Za putnu mrežu prikazanu na slici 4 odrediti maksimalan protok između čvorova 1 i 6, i obrnuto. Za rješavanje



Sl. 4 Prikaz putne mreže

problema koristiti model za utvrđivanje maksimalnog protoka vozila na putnoj mreži. Kapaciteti pojedinih deonica putne mreže dati su u tabeli 1.

### KAPACITETI DEONICA

Tabela 1

	Čvor 1	Čvor 2	Čvor 3	Čvor 4	Čvor 5	Čvor 6
Čvor 1	0	1500	0	1700	0	0
Čvor 2	1550	0	1600	1540	0	0
Čvor 3	0	1670	0	1700	1650	1640
Čvor 4	1700	1700	1520	0	1570	1510
Čvor 5	0	0	1610	1530	0	1620
Čvor 6	0	0	1720	1670	1620	0

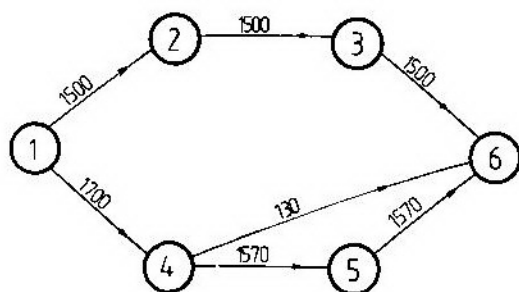
Rezultati proračuna maksimalnog protoka od čvora 1 do čvora 6.

Tabela 2

Matrica optimalnih rješenja

Čvor	1	2	3	4	5	6
1		1500		1700		
2			1500			
3						1500
4					1570	130
5						1570
6						

Maksimalan protok mreže iznosi: 3200 [voz/h]



Sl. 5 Prikaz optimalnog rasporeda tokova od čvora 1 do čvora 6

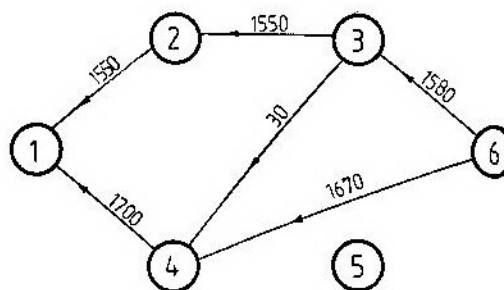
Rezultati proračuna maksimalnog protoka od čvora 6 do čvora 1.

Tabela 3

Matrica optimalnih rješenja

Čvor	1	2	3	4	5	6
1						
2	1550					
3		1550		30		
4	1700					
5						
6			1580	1670		

Maksimalan protok mreže iznosi: 3250 [voz/h]



Sl. 6 Prikaz optimalnog rasporeda tokova od čvora 6 do čvora 1

### Primjena metode za utvrđivanje maksimalnog protoka vozila na putnoj mreži u planiranju vojnog putnog saobraćaja

Problem kapacitativnog ograničenja putne mreže posebno dolazi do izražaja u složenim situacijama kada se intenzitet saobraćaja višestruko povećava. U takvim situacijama dolazi do zagušenja saobraćaja na deonicama koje su po svojim karakteristikama privlačnije, odnosno koje pružaju veći nivo usluge. Zbog toga je potrebno vršiti preusmjerenje tokova da bi se propusna moć mreže iskoristila do maksimuma. Uzimajući za primjer mobilizaciju više jedinica istovremeno, stacioniranih na jednoj teritoriji, koje se oslanjaju na istu putnu mrežu. Provjere koje vršimo u miru najčešće se svode na provjeru jedne do dvije jedinice, koje odgovarajuće mjere regulisanja saobraćaja bez većih poteškoća koriste putnu mrežu. Postavlja se pitanje — šta bi se desilo kada bi sve jedinice imale potrebu da istovremeno koriste putnu mrežu? Kako izvršiti planiranje saobraćaja u takvim uslovima, a da se mobilizacija izvrši u najkraćem mogućem vremenu?

Model prezentiran u ovom radu daje odgovor na dva pitanja u vezi sa ovim problemom:

— koliko vozila u jedinici vremena putna mreža može da primi i propusti

— kako rasporediti vozila po putnim pravcima, a da se propusna moć putne mreže iskoristi do maksimuma.

Praktična propusna moć mreže je maksimalno moguć protok putne mreže za određenu strukturu saobraćajnog toka i konkretne putne uslove [4]. Jedan od izlaza prezentiranog modela je i maksimalan protok putne mreže  $Q$ . Znajući za ovaj podatak, tačno znamo koliko vozila mreža može primiti u određenom vremenskom periodu. Na osnovu toga možemo izvršiti vremensko razdvajanje uključivanja pojedinih jedinica na putnu mrežu. Na primjer, maksimalan protok putne mreže, iz prethodnog primjera, od čvora 1 do čvora 6 je 3200 voz/h. To znači da u vremenskom intervalu od jednog sata mreža ne može primiti više od 3200 vozila. Znajući broj vozila koja su u sastavu pojedinih jedinica, moći ćemo tačno utvrditi potrebnu gustinu i brzinu toka, odnosno na osnovu toga vremenske intervale u kojima će konkretne jedinice koristiti putnu mrežu.

### Formiranje putnih pravaca na putnoj mreži

Pošto smo odredili intervale vremena u kojima će pojedine jedinice koristiti putnu mrežu, postavlja se pitanje kako sada isplanirati kretanje samih jedinica po putnoj mreži, da bi one u datom intervalu napustile mrežu. Drugi bitan izlaz prezentiranog modela za utvrđivanje maksimalnog protoka vozila na putnoj mreži je i optimalan raspored tokova po deonicama, koji omogućava da se ostvari proračunati maksimalni protok kroz putnu mrežu. Na osnovu toga moguće je formirati putne pravce od ulaznog čvora  $s$  do izlaznog čvora  $t$ . Formiranje putnih pravaca omogućava jedna karakteristika izlaznih rezultata, a to je da za bilo koji čvor  $n$  vrijedi sljedeće:

$$\sum_i X_{i,n} = \sum_j X_{n,j} \quad \text{if } n \neq s, t \quad (9)$$

Dakle, suma protoka svih deonica koje ulaze u čvor jednaka je sumi čvorova svih deonica koje izlaze iz čvora.

Algoritam za određivanje putnih pravaca od ulaznog čvora  $s$  do izlaznog čvora  $t$  je vrlo jednostavan. Ulaz je matrica optimalnih kapaciteta mreže. Polazeći od čvora  $s$ , stvaramo lanac ka čvoru  $t$ , tako da idemo granama mreže kod kojih je protok veći od nule. Kada formiramo lanac  $s \rightarrow t$ , odredimo granu sa minimalnim protokom i modificiramo matricu optimalnih rješenja, tako što protoke svih grana koje ulaze u lanac umanjimo za vrijednost minimalnog protoka pravca. Grana sa minimalnim protokom je usko grlo pravca i ona određuje propusnu moć pravca. Tok operacija pronalaženja putnih pravaca završava se kada sve kapacitete matrice svedemo na nulu. Tako bi mogući pravci od čvora 1 do čvora 6 mreže iz prethodno datog primjera bili:

Tabela 4

Putni pravci od čvora 1 do čvora 6

Red. br.	Putni pravac	Protok [voz/h]
1	1 — 2 — 3 — 6	1500
2	1 — 4 — 5 — 6	1570
3	1 — 4 — 6	130
Suma protoka svih pravaca		3200

Koristeći ove rezultate možemo rasporediti kretanje dijelova jedinica po putnim pravcima, tako da one u već ranije određenom intervalu napuste mrežu.

Kada smo odredili putne pravce i broj vozila po putnim pravcima, uz korištenje određenog modela i posjedovanje podataka o karakteristikama vozila i karakteristikama deonica, moguće je do detalja isplanirati kretanje vozila kroz putnu mrežu. U planiranju vojnog putnog saobraćaja najčešće se koristi model apsolutnog bezbednosnog odstojanja [4].

## Zaključak

Brz razvoj informatike i informatičkih sredstava otkriva nove mogućnosti u poboljšanju planiranja vojnog putnog saobraćaja. Te mogućnosti ogledaju se, pre svega, u primjeni složenijih matematičkih modela u planiranju i simulaciji određenih radnji, koje je nemoguće izvesti na klasičan način. U teoriji postoji veliki broj razrađenih modela koji se koriste u planiranju saobraćaja, a čije je korišćenje bez upotrebe računara ograničeno. Ovakvim planiranjem dobivamo optimalno rješenje problema za date ulazne podatke, a vrijeme dobivanja rešenja se bitno smanjuje. Pored toga, pruža se mogućnost davanja takvih ulaznih podataka pri kojima izlazno rješenje odgovara pretpostavljenoj realnoj situaciji. Isto

tako, postoji mogućnost brzog prilagođavanja ulaza novonastaloj situaciji i davanje alternativnih rješenja.

Izlazni rezultati modela razrađenog u ovom radu daju jedan od osnovnih parametara kretanja saobraćajnih tokova — protok. Poznajući maksimalan protok kroz mrežu, gledano u cjelini i po putnim pravcima, kretanje kolona može se planirati tako da ne dođe do zagušenja, u smislu da se saobraćajni tokovi tako rasporede po mreži i vremenu da se svaka deonica mreže iskoristi maksimalno.

Metoda utvrđivanja maksimalnog protoka vozila na putnoj mreži, prezentirana u ovom radu, vrlo je prikladna za aplikaciju na računaru i šire primjenjiva u planiranju vojnog putnog saobraćaja.

## Literatura:

- [1] Teodorović D.: Transportne mreže, Savez inženjera i tehničara saobraćaja i veza Jugoslavije, Beograd, 1984.
- [2] Petrović R.: Specijalne metode u optimizaciji sistema, Tehnička knjiga, Beograd, 1986.
- [3] Cvetković D.: Teorija grafova i njene primjene, Naučna knjiga, Beograd, 1986.
- [4] Jovanović G.: Saobraćajni tokovi, skriptna - CVTS KoV JNA, Zagreb, 1988.

# prikazi iz inostranih časopisa

## Artiljerijsko oruđe sa tečnim pogonskim punjenjem u fazi ispitivanja u SAD\*)

Već nekoliko godina stručnjaci u svetu rade na razvoju artiljerijskih oruđa sa tečnim pogonskim punjenjem. Američka firma »General Electric« je došla u fazu uspešnog početka ispitivanja svog artiljerijskog sistema 155 mm sa tečnim pogonskim punjenjem. »Dobro« u ovom razvoju je to što se sada može videti u dejstvu jedan top sa tečnim pogonskim punjenjem i kalibrom korisnim za artiljeriju, dok je »loše« to što KoV SAD neće biti više u stanju da finansira firmu »General electric« koja bi trebalo da ugradi top ovog tipa na haubicu M109. Ugradnja ovog topa na haubicu M109 zamišljena je tako da obezbedi korisnika sa jednim demonstracionim topom sa tečnim pogonskim punjenjem pre nego što se donese odluka o oruđu za budući unapređeni sistem poljske artiljerije AFAS (Advanced Field Artillery System) u 1991. godini. Ne očekujući bilo kakvu izmenu stava Pentagona po tom pitanju ili injekciju civilnih novčanih sredstava, KoV SAD će morati da zasnuje svoju procenu isključivo na rezultatima koji

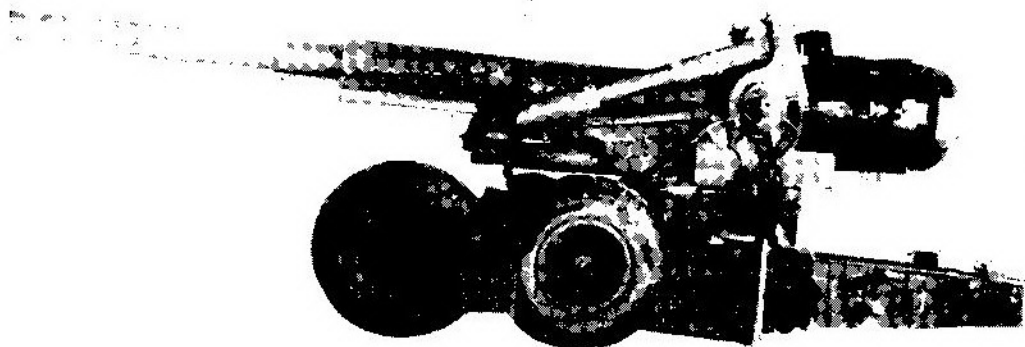
se postignu prilikom statičkih vatrenih ispitivanja sa dva probna topa 155 mm sa tečnim pogonskim punjenjem. Izradu i ispitivanja finansira firma »General electric«. U ovim ispitivanjima će nedostajati manipulisanje tečnim pogonskim punjenjem, kao i elementi sistema za upravljanje vatrom koji bi pripadali kompletnom sistemu oruđa.

Gađanja iz topa № 1 počela su jula 1988. godine, a trajaće do septembra 1990. Instalacija probnog topa № 1 sastoji se od sklopa topa dužine cevi od 30 kalibara sa komorom za sagorevanje ubrizganog tečnog pogonskog punjenja sa jediničnim ispaljivanjem. Ova instalacija je postavljena na lafet haubice M115 203 mm (vidi sliku). Do kraja februara 1989. već je ispaljen 31 projektil od ukupno planiranih 300 pomoću dvolitarskog tečnog pogonskog punjenja. Korišćeni su inertni projektili M107, a gađano je u zemljani nasip sa početnom brzinom projektila reda 393 m/s, što je odgovaralo petom punjenju čvrstog baruta. Utvrđeno je da je standardno odstupanje početne brzine sa tim punjenjem bilo 0,44%, nešto malo više od ugovorom predviđenih 0,3%.

\* Prema podacima iz časopisa »International defense review«, 8/1989.

Početkom marta 1989. počelo je ispitivanje sa petolitarskim tečnim pogonskim punjenjem (početna brzina 586 m/s, ekvivalent sedmom punjenju baruta). Postignuto je standardno odstupanje početnih brzina od 0,25%, što je odgovaralo standardima sa čvrstim punjenjem. Jedna od utvrđenih činjenica je brzina i preciznost kojom se uspevalo napuniti komoru za sagorevanje pogonskog tečnog punjenja punjenjem HAN (LGP 1864). Za sekvencu od 10 ispaljivanja prosečno vreme bilo je 2 s, uz postizanje preciznosti od 0,032% (0,00032 l). Maja 1989. počela su ispitivanja sa maksimalnim punjenjem (7 l) uz postizanje početne brzine reda 670 m/s (osmo punjenje M119). Granica od 700 m/s nije postignuta za ovaj posebni top zbog nesavršenosti jednog od njegovih otkivaka.

šani prototip koji je prvobitno bio predviđen za ugradnju na sada već napušteni demonstrator haubice M109 sa tečnim pogonskim punjenjem, a vatrena ispitivanja bi počela maja sledeće godine. Imaće cev dugu 52 kalibra sa zapreminom komore za sagorevanje od 14 l. Moći će da ispaljuje rafal od 3 projektila. Mogućnost da top ispaljuje rafal od tri projektila nije bila uključena u taktičko-tehničke uslove za projektil AFAS, ali je to povezano sa zahtevom za postizanje brzine gađanja od 12 projektila/min. To je, takođe, povezano sa ispunjavanjem cilja KoV SAD »multiple time-on-target« (višestruko trajanje napada na cilj) kada samo jedan top izbacuje tri ili više projektila sa različitim putanjama leta, koje su tako vremenski podešene da jednovremeno po- gađaju cilj.



*Top № 1 sa tečnim pogonskim punjenjem je probni, kal. 155 mm, dužine cevi 39 kalibara, ugrađen na šasiju vučne haubice M115 203 mm.*

Do kraja maja 1989. ukupno su ispaljena 62 projektila. Mada nisu sređeni svi postignuti rezultati, što se tiče ispaljivanja sa 2 i 5 litara tečnog pogonskog punjenja, podaci u svakom slučaju odgovaraju vrednostima ranijih kompjuterskih modeliranja. Cilj programa ispitivanja do kraja leta 1989. bio je ispitivanje topa sa drugim i četvrtim punjenjem, što će predstavljati teži deo programa ispitivanja.

Planirano je da do decembra 1989. godine bude sklopljen top № 2, pobolj-

Ugrađen kao i njegov prethodnik na lafet M115, top № 2 treba po planu da ispali oko 500 projektila u fazi ispitivanja vladinih organa i nosioca ugovora pre nego što uzme učešće u vatrenom nadmetanju protiv topa koji ispaljuje svoje projektele pomoću »uncharged« barutnog punjenja američke konstrukcije. Top № 2 može da ispali projektil sa maksimalnim tečnim pogonskim punjenjem od 14 l, a predviđa se da može postići početnu brzinu od 986 m/s, što je dovoljno za domet od 40 km sa



aktivno-reaktivnim projektilom M549A1 (32—35 km bez raketnog pogona).

U međuvremenu, firma »General electric« planira još bolji top-demonstrator № 3 koji bi stigao da se u 1992—1993. pridruži konkursu za AFAS. Sam top će imati istu dužinu kao i neposredni prethodnik, ali bi bio nešto teži (trajajna masa oko 4.060 kg) i imao bi nešto veću komoru sagorevanja tečnog pogonskog punjenja (oko 16,6 l), čime bi se maksimalna brzina popela na 1.070 m/s, što bi bilo dovoljno da »base bleed« projektil M864 dostigne domet od 50 km.

Ovakve performanse bi haubicu firme »General electric« sa tečnim pogonskim punjenjem izjednačile sa topom CAP (Combustion Augmented Plasma), mada specijalni oblik komore za sagorevanje pogonskog punjenja ne bi bio kompatibilan sa konvencionalnim sistemima pogonskog punjenja. Oba rešenja imaju svoje sopstvene posebne sisteme paljenja pogonskog punjenja koja zahtevaju promene zadnjaka cevi. Zadnjak topa sa tečnim pogonskim punjenjem firme »General electric« ima mehanizam za paljenje pogonskog punjenja. Pomenuta firma je tako konstruisala ovaj mehanizam da se može ugraditi u jedan zamenljivi zatvarač koji, kada se izvadi iz zadnjaka, može da bude zamenjen rukavcem radi dobijanja zapremine komore za sagorevanje čije su dimenzije predviđene za čvrsta pogonska punjenja. Firmi »General electric« još nije jasna učestanost takve zamene na budućem bojištu, niti da li će biti dovoljno ljudstva za punjenje konvencionalnih pogonskih punjenja u buduće automatizovane haubice. Jedno od rešenja, jednostavnije ali drastičnije, moglo bi da bude zamena celog zadnjaka.

Nedostaci topa sa tečnim pogonskim punjenjem sa aspekta kompleksnosti se više nego kompenziraju nenadmašnom gustinom energije i relativnom lakoćom promene količine pogonskog punjenja. U okviru određene zapremine kod sa-

mohodne haubice, top sa tečnim pogonskim punjenjem omogućuje da se u vozilo smesti više projektila i pogonskog punjenja nego što je to slučaj kod elektrotermalnog topa, kao što je već pomenuti CAP. Potreban prostor za elektrotermalni top obuhvataju ne samo takve elemente kao što su projektili, čaure i kapilari, već je potreban smeštaj opreme za generisanje električne energije i akumulator, kao i sistemi za dodatno gorivo i hlađenje koji pripadaju elektrotermalnom topu.

Stručnjaci firme »General electric« sumnjaju da se stalna promena količine pogonskog punjenja kod elektrotermalnog topa može postići samo variranjem električnog napajanja, ali bez odgovarajućeg artiljerijskog demonstratora takva sporna pitanja je teško rešiti.

Kako konstrukcije elektrotermalnih topova sa energetske radnim fluidom normalno se zasnivaju na fiksnoj zapremini fluida, po samoj definiciji mera do koje fluid sagori zavisi od željenog dometa projektila. Nepotpuno sagorevanje pogonskog fluida može odlučujuće da utiče na resurs cevi i gasne kočnice. Isto tako, više temperature koje se javljaju kada se koriste viši nivoi električne energije za postizanje većih dometa mogu da utiču na habanje cevi. Dakle, elektrotermalnom topu je potrebno menjati zapreminu komore sagorevanja ili količine pogonskog fluida, što bi doprinelo da konstrukcija elektrotermalnog topa bude kompleksnija od konstrukcije topa sa regenerativnim tečnim pogonskim punjenjem.

Zbog toga što top sa tečnim pogonskim punjenjem ima mogućnost neprekidnog menjanja zapremine pogonskog punjenja, tvrdi se da ovaj top na 85% svoga dometa može da teoretski jednovremeno pogodi isti cilj osam puta ili osam različitih ciljeva. Jedan od zahteva za program AFAS, vatreni napad na cilj rafalom od četiri projektila, može se postići kroz raspon dometa topa, mada bi svaki napad velikom brzinom

gađanja mogao ubrzati intenzivno zagrevanje cevi i mogao bi, u krajnjoj liniji, da zavisi od uvođenja poboljšanih materijala za izradu cevi. Pozitivna potencijalna korist mogla bi da bude smanjena osetljivost na neprijateljsku protivartiljerijsku vatru (kontrabatiranje), jer se smanjuju mogućnosti da neprijateljski radarski artiljerijski lokatori otkriju položaj topa sa tečnim pogonskim punjenjem u uslovima kada se cilj jednovremeno gađa sa četiri projektila koji imaju različite putanje pri malim elevacionim uglovima.

P. M.

## Osnovni sistemi oružja za naoružana vozila — točkaše (Topovnjače)\*

### Uvod

Izviđačko vozilo, lovac tenkova, oklopni automobil — to su neki od naziva za vozila-točkaše za vatrenu podršku. Različiti nazivi pokazuju univerzalnost te klase vozila koja su se masovno koristila u afričkim i srednjeistočnim vojnim operacijama posle II svetskog rata, a predstavljaju i važnu komponentu u nekim oružanim snagama zemalja NATO. Njihova osnovna karakteristika je pokretljivost koja im omogućuje izvođenje izviđačkih, odbrambenih, udarnih ili jednostavno demonstrativnih operacija na velikim daljinama od svojih snaga i sa neznatnom pripremom. Postoje i druga vozila slična po svojoj pokretljivosti, ali je njihova popularnost na tržištu ograničena njihovom cenom i troškovima obuke i održavanja.

Većina naoružanih vozila — točkaša (topovnjača) imaju maksimalnu masu u dijapazonu 5–25 t i njihove male dimenzije i mala masa u odnosu na još uvek nadmoćna vozila za vatrenu po-

dršku na bojištu — tenkove od fundamentalnog su značaja za njihovu nadmoćnu strategijsku pokretljivost. Masovnih vozila je ključno pitanje u stalnim diskusijama sa aspekta optimalnog nivoa vatrene moći za topovnjače-točkaše, kao i njihovog pravilnog korišćenja na bojištu.

Dok je, pored izviđanja, uništenje neprijateljevih tenkova prioritetni zadatak ovih vozila u nekim oružanim snagama radije se oslanjaju na ugradnju raketnog naoružanja. Bez sumnje topovi ostaju u povoljnijem položaju jer su efikasniji u neplaniranim okršajima na maloj daljini, iz njih se može otvarati vatra u pokretu, a njihov asortiman municije može da bude od odlučujućeg značaja u širem opsegu situacija na bojištu, što je vrlo značajno za starešine snaga za brze intervencije, ali ne i za planere vojnih budžeta. Treba znati da ova vozila ne mogu da dejstvuju u vakuumu jer njihova verovatnoća opstanka i prednost zavise od postojanja odgovarajuće ravnoteže kopnenih, vazdušnih i pomorskih sistema za podršku.

### Naoružanje

U toku šezdesetih i sedamdesetih godina u mnogim oružanim snagama odabrali su topove 90 mm kao osnovno oružje svojih naoružanih vozila — točkaša (topovnjača), bilo da se ta vozila koriste kao izviđačka, bilo za vatrenu podršku. Topovi niskog i srednjeg pritiska — kao što su 90/28 firme MECAR F1 francuske industrijske grupacije GIAT, ili Mk3 COCKERILL — bili su dovoljno laki i sa malim opterećenjima pri gađanju, pa su se mogli ugrađivati na vozila mase do 5 t. Kalibar je, takođe, bio adekvatan, a postoji široki izbor tipova municije i njihovih izvora.

Posebnu privlačnost ima činjenica da su projektili male brzine, koji dejstvuju hemijskom energijom i kumulativni projektil HEAT, oba kalibra 90 mm, više nego sposobni da probiju čeo-

\* Prema podacima iz časopisa »International defense review«, 10/1989.

ni oklop savremenih borbenih tenkova, kao što su američki M48 ili sovjetski T-55 i T-62. Činjenica je da u odgovarajućim prilikama top čak i manjeg kalibra može da odbrani izviđačko vozilo od borbenih tenkova. Primer može da bude vozilo jordanskog KoV SALADIN, koje je 1970. godine uspešno napalo tenkove sirijske vojske napadom projektilima 76 mm male brzine i kumulativnog dejstva (HESH).

Kasnije, za one oružane snage koje nameravaju da održe uništavajuću protivoklopnu moć naoružanja svojih izviđačkih vozila protiv tenkova koji imaju poboljšanu zaštitu sa valjanim homogenim oklopom, misli se da je celishodno da se samo poveća kalibar naoružanja, posebno protivoklopnog projektila kumulativnog dejstva HEAT. Time se objašnjava odluka KoV Francuske, kada je krajem sedamdesetih godina oklopna vozila AMX 10RC naoružala topom 105 mm F2 sa srednjim pritiskom. Sila trzanja topa F2 zadržana je na 127,5 kN, što je za trećinu manje od sile trzanja kod tipičnog topa 105 mm sa velikom početnom brzinom. Ako je to tako, potrebne su minimalne veličine platforme za smeštaj razumnog broja većih metaka topa F2.

### **Oživljavanje ideje ugradnje topa srednjeg kalibra na borbena vozila — topovnjače**

Sredinom sedamdesetih godina došlo je do usavršavanja nove generacije još ubojnijih protivoklopnih projektila sa stabilizacijom na putanji pomoću krilaca i odvojenim nosačem potkalibarskog jezgra (APFSDS), sa dugačkim probojnim jezgrima. To je podstaklo mišljenje o vraćanju na srednje kalibre topa, na 75 mm, pa čak i na 60 mm. Probajno dejstvo ovih projektila, koji dejstvuju svojom kinetičkom energijom, ne zavisi direktno od kalibra topa kao kod kumulativne municije HEAT, pa smanjivanje kalibra ima potencijalna preištstva u povećanju borbenog komple-

ta municije i automatizovanju procesa punjenja topa. To, dalje, vodi ka povećanju brzine gađanja i mogućnosti za protivavionsko dejstvo topa. Mnogo kraće vreme leta projektila koji dejstvuju svojom kinetičkom energijom znači i povećanje verovatnoće pogađanja pokretnih ciljeva. Pored toga, ova municija je relativno imuna na efekte eksplozivnog reaktivnog oklopa kojeg su Izrael i druge zemlje počele da uvode početkom osamdesetih godina.

Karakterističan primer za oružje ovoga tipa je top 75 mm velike brzine XM274 firmi ARES/AAI koji koristi vrlo kompaktnu teleskopsku municiju u polusagorljivoj čauri. Početak razvoja je u 1973. godini, a top je kasnije ocenjivan u okviru programa ACVT (Advanced Combat Vehicle Technology) sa vozilima HIMAG i HSTV-L. Kasnije je ovaj top usvojen za kandidata za program američkog KoV i Mornaričke pešadije MPGS (Mobile Protected Gun System).

Osnovna privlačnost topa XM274 tada je bila njegova tehnička brzina gađanja od 120 metaka/min, a predviđene protivoklopne performanse jednake performansama tenkovskog topa velike brzine 105 mm M68, samo sa mnogo manjom zauzetom zapreminom borbenog vozila. Sada treba da se javno dokumentuju performanse topa XM274, a firma AAI tvrdi da protivoklopni APFSDS metak XM884 tog topa ima probojnu moć koja odgovara probojnom metku 105 mm M774.

Izraelska firma IMI sprovela je nadmetanje u domenu topova srednjeg kalibra. Godine 1982. firma IMI objavila je rad na »hiperbrzom« oružju srednjeg kalibra 60 mm za podršku pod opštim nazivom HVMS 60. Gađa protivoklopnom i razornom municijom. Kupola HVMS 60 sa dva člana posade ima instalisanu masu od oko 2000 kg, uključujući posadu i 28 metaka. Gađano je jedinačno i u rafalima po tri metka, a nominalna brzina gađanja bila je 100 metaka/min. Dužina trzanja bila je 270 mm, a opterećenje ramena topa 58,8 kN.

Probojno jezgro sa masom od 0,87 kg prvobitnog izraelskog protivoklopnog APFSDS projektila 60 mm, tvrdi se, imalo je početnu brzinu od 1.620 m/s, ali ga Izraelci nikad nisu predstavili kao potencijalnog »ubicu« savremenih osnovnih borbenih tenkova. Projektil sa kinetičkom energijom je u stanju da probije jednostruki valjani homogeni oklop debljine 120 mm pri uglu od 60° sa preko 2000 m. To isto može da postigne i britanski protivoklopni projektil APDS 105 mm L52, ali sa daljine od 1.830 m i sovjetski APFSDS 115 mm sa daljine od 1.900 m.

Italijanska firma OTO Melara je na početku sarađivala sa izraelskom firmom IMI na razvoju HVMS 60, ali danas nudi svoj sopstveni ekvivalent poznat kao 60 mm HVGS (High Velocity Gun System). Sa sistemom za automatsko punjenje topa može da ispaljuje po jedan metak na svake 2 sekunde i dok je dužina trzanja ista, sila trzanja je nešto veća i iznosi 88,3 kN. Početna brzina pripadajućeg projektila APFSDS je 1630 m/s. Firma je konstruisala kupolu T60/70 koja ima 38 metaka, a postoji i u automatskoj i u ručnoj verziji punjenja topa.

### Modernizacija topova kalibra 90 mm

Reagovanje u oblasti kalibra 90 mm bilo je dvostruko: francuska grupacija GIAT sa svojim metkom OF90F1 i firma MECAR izradili su protivoklopnu municiju APFSDS za topove CS90 F4 i COCKERILL Mk3. Njihove početne brzine su ograničene na oko 1275—1300 m/s. Projektil metka GIAT probija jednostruki i trostruki NATO cilj sa 1500 m.

Istovremeno, i COCKERILL i MECAR počeli su razvoj topova velikog pritiska, optimiziranih za protivoklopnu APFSDS municiju. Tako dobijeni top COCKERILL Mk7 je duži (4.668 mm) i teži (625 kg) od svog prethodnika Mk3 (3506 mm i 456 kg), dok se za pripremljeni APFSDS metak PRB NR320 tvr-

di da ima početnu brzinu od 1400 m/s a može da probije trostruki NATO srednji cilj sa daljine od 1800 m.

Top firme MECAR KEnerga (467 mm, 582 kg) ima početnu brzinu 1430 m/s kada ispali APFSDS metak 90 mm M603, a maksimalno opterećenje rame na topa od 58,9 kN pri dužini trzanja od 330—350 mm. Probojno jezgro metka M603 od volframa-nikla-gvožđa ima masu od 1,73 kg i može da uništi NATO cilj (teški tenk) (150 mm pri 60° — 300 mm pri 0°) sa daljine od 1000 m ili jednostruki srednji cilj sa 2000 m (250 mm pri 0°). U praksi to bi značilo da bi bio u stanju da probije prednju nagibnu ploču tenka T-62 sa daljine od 2000 m i bočni oklop T-72 ili T-80 sa 1000 m bez obzira na to da li je postavljen reaktivni oklop. Konstruisan je poboljšani metak sa aluminijumskom čaurom M603A2 koji može da probije oklopnu ploču debljine 275 mm sa daljine od 2000 m, a verzija A3, predložena za ulazak u naoružanje 1990. godine, imać sagorljivu čauru i moći će da probije 313 mm homogenog valjanog oklopa sa 2000 m.

### Topovi 105 mm sa malim trzanjem

Bez obzira na privlačnost topova 90 mm, postoji tendencija da ih bace u zaborav. Senak tenkovski topovi velike brzine L7/M68 sa malom silom trzanja, a koji može da ispaljuje standardni asortiman NATO tenkovske municije 105 mm. Posle pionirskih radova austrijske firme STEYR-DAIMLER-PUCH na sistemima sa dugim trzanjem i gasnom kočnicom nemačka firma RHEINMETALL uspešno je primenila tu tehnologiju na isprobani top L7. Top 105 mm sa supermalim trzanjem, inače označen kao Rh 105-11, obelodanjen je 1981. godine javno prikazan sledeće godine, ugrađen u rudimentiranu kupolu bez posade vozila SHARK (8×8) od 20 t.

Trzajna masa topa Rh 105—11, koji ima izolućenu gasnu kočnicu sa efikasnošću od 35%, iznosi 1.280 kg. Njegov

sila trzanja od 110 kN smanjena je na ispod sile trzanja topa GIAT 105 mm F2 po ceni maksimalne dužine trzanja od 925 mm. Ukupna masa topa je oko 1.900 kg.

Firma RHEINMETALL primenila je istu tehnologiju za svoj veći top 120 mm sa glatkom cevi koji se smatra podesnim za ugradnju na vozila čija je masa 18 t ili veća. Za sada nije poznato da li su vršena ispitivanja na vozilu-točkašu (topovnjači). Poznato je da je ovaj top od 120 mm sa glatkom cevi i gasnom kočnicom firme BOFORS vatreno ispitivan na eksperimentalnom švedskom vozilu — guseničaru UDES XX 20 od 24 t.

Od tada je top firme RHEINMETALL imao imitatore širom sveta, na primer, u Austriji (LRN 105—60 firme NORICUM), u Francuskoj (automatski top 105GI grupacije GIAT), u Italiji (firma OTO melara), u Velikoj Britaniji (RO LRF 105) i u SAD (EX35 firme Benet). Pored toga, poznato je da je Južna Afrika eksperimentisala sa topom 105 mm, ugrađenim na vozilo 8×8. Međutim, OS Južne Afrike odlučile su da manji top 76 mm ima dovoljne performanse da vozilu za vatrenu podršku ROOIKAT omogući da se nosi sa bilo kojim tenkom koji se nađe na južnoafričkom ratištu.

Kao derivat italijanskog broskog topa, južnoafrička varijanta 76 mm ima dužinu cevi 62 kalibra i koncentrični hidrauličko-opružni sistem trzanja. Standardni radni pritisak iznosi oko 4.300 bara, dužina trzanja 370 mm, a prosečna sila trzanja u opsegu 120—140 kN. Početna brzina pripadajućeg APFSDS projektila je preko 1.600 m/s, a pretpostavlja se da probija čeonu oklop T-62 sa daljine od 1.500 m ili veće.

### **Lako oklopno vozilo LAV-AG**

Pitanje koji je »pravi« top za savremeno naoružano borbeno vozilo — točkaš može da izmami konfliktne odgovo-

re, zavisno od toga kakvi su zadaci, dimenzije, masa, pokretljivost i ubojnost. Tako američka mornarička pešadija pokušava da nađe odgovarajuće oružje za svoju verziju jurišnog topa lakog oklopnog vozila LAV od 14 tona, koja ima oznaku LAV-AG.

Prvi predlog na raspisani konkurs 1981. godine bio je top COCKERILL Mk3. Posle obavljenih ocenskih ispitivanja on je odbijen, uglavnom iz razloga potvrde bezbednosti municije, kao i zbog ograničenih protivoklopnih mogućnosti. Posle toga, Mornarička pešadija je sprovela ispitivanja različitih tipova kalibara 60—105, kao što su HVMS 60, XM274 (koji je 90 mm verzija prethodnog topa), KEnerga i modifikovana verzija M68.

Analiza podataka iz 1982. godine favorizovala je XM274 i jednu verziju M68 s automatskim punjačem. Međutim, znatni nepredviđeni porast oklopne zaštite ubrzao je odlaganje programa MPGS (Mobile Protected Gun System) zbog još jednog preispitivanja tehnologije naoružanja. Tu su obuhvaćeni vođeni raketni projektili i topovi kalibara 75—120 mm. Vođeni raketni projektili su odbačeni zbog nefleksibilnosti u borbi protiv različitih tipova ciljeva, a i top 120 mm bio je isključen iz razmatranja zbog veličine i mase.

U toku 1983. i početkom 1984. godine vršena su gađanja iz topova HVMS 60, XM724 i M68. Ispitivani sistem kalibra 105 mm bio je standardni top M68 sa gasnom kočnicom i hodom klipa cilindra trzanja od 762 mm. Njegovi parametri su odabrani da simuliraju dejstva na platformu i posadu, a koja su iste vrste kao i ona koja se mogu očekivati od lakog topa 105 mm sa dugačkim trzanjem. Maksimalna masa vozila bila je ograničena na 13.000 kg, a top je ispaljivan pod različitim uglovima azimuta sa ravnog i nagnutog položaja (padine). Zaključeno je da, dok topovi kalibra 90 mm i ispod tog kalibra mogu da gađaju pri svim uglovima azimuta bez izuzetka, topovi 105 mm mogu bez-

bedno da gađaju samo u prednjem luku od 60° lakog oklopnog vozila (LAV) (90° u borbi).

Kopnena vojska SAD je 1984. odlučila da je u okviru fizičkih ograničenja svoje projektovane verzije mobilnog oklopnog topa (MPGS) od 20 t jedino praktično rešenje top 105 mm. Prvobitno je zahtevano da probije čeonu oklop tenka T-80, a kasnije je zahtev smanjen na standarde tenka T-72. Američka pomorska pešadija, umesto KoV SAD, inicirala je razvoj novog namenski konstruisanog lakog topa 105 mm velike brzine i malog trzanja. Kasnije je pomorska pešadija napustila program MPGS, jer su joj više odgovarali kalibri 75 ili 90 mm i ponovo se okrenula prema »uspavanom« projektu LAV-AG. Objavljena je potreba za 215 ovih vozila, a kasnije je to preinačeno na 154 vozila.

### Vozilo LAV-105

Januara 1989. američka mornarička pešadija inicirala je razvoj borbenog vozila — točkaša LAV-105, uz nameru da odredi dva saugovarača krajem 1989. godine koji bi od američke vlade dobili po jednu šasiju LAV-25 i po jedan top EX35. Tada će oni izraditi dva prototipa LAV-105 i svaki će poslužiti za jednogodišnje uporedno ispitivanje koje bi počelo početkom 1991. god. Ako sve bude išlo dobro, jedna od dve firme će dobiti ugovor za proizvodnju. Priprema proizvodnje bi počela 1994, a svih 154 vozila bilo bi isporučeno sledeće godine.

Komponente koje obe firme treba da integrišu sa šasijom LAV-25 su kupola, sistem za upravljanje vatrom, borbeno mesta komandira i nišandžije, dodatni smeštaj municije i (ili) sistem punjenja. Razmatraće se i konvencionalna kupola i kupola bez članova posade sa daljinskim komandovanjem. U kupolu, pored topa, mora da stane koaksijalni mitraljez M240/M240C 7,62 mm, da se smesti municija, sistem punjenja topa i

nišanski sistem. Vozilo mora da nosi najmanje 30 metaka 105 mm, uključujući šest metaka spremnih za gađanje. Pored zahteva za malom cenom koštanja, vozilo mora da bude prilagođeno za prevoženje helikopterom i da ima amfibijska svojstva.

Maksimalna masa vozila ne sme da pređe 13,83 t, a ona mora da bude smanjena na masu koju helikopter može da prevozi (13, 14 t) i da tri člana posade za 30 minuta smanje masu na traženu veličinu (uglavnom vađenjem maksimalno 15 metaka 105 mm, plus masa posade i njihove lične opreme).

Zahtev za minimalnom oklopnom zaštitom vozila LAV-105 je 95% verovatnoće da ga neće probiti sovjetska obična municija 7,62 mm, ispaljena sa nivoa zemlje ili iznad vozila iz neposredne daljine. Takođe je poželjna zaštita od pancirno-zapaljive municije 14,5 mm sa daljine od 1 km u prednjem luku od 60°.

Kao i LAV25, tako i LAV-105 mora da bude u stanju da plovi brzinom od 10 km/h sa maksimalnom masom u borbenom stanju, sa 20 cm bočne strane vozila iznad vode i bez pomoći spoljašnjih sredstava za obezbeđenje plivnosti. Takođe je poželjno da ovo vozilo može da se kontroliše i na uzburkanoj vodi sa talasima amplitude od 0,92 m i dužinom 3,05 m. Uslov je da visina vozila bude maksimalno 260 cm kako bi se vozilo moglo prevoziti avionom C-130 HERCULES koji bi mogao da primi jedno vozilo LAV-105, C-141 dva vozila, a C-5B GALAXY četiri.

Osnovni top ispaljivaće kumulativnu protivoklopnu municiju M456 HEAT, razornu sa plastičnim eksplozivom (HEP) L393 i još nespecificiranu potkalibarsku (APFSDS). Tražena verovatnoća pogađanja prednjeg dela nepokretnog osnovnog borbenog tenka je 60% sa 2000 m i 90% sa 1000 m. Poželjno je da vozilo LAV-105 pri brzini od 18 km/h ima verovatnoću pogađanja 40% osnovnog borbenog tenka, koji se bočno kreće brzinom od 18 km/h na daljini od 1 km.

U paragrafu »Borbeni zadaci« ne kaže se izričito da će se vozilo LAV-105 koristiti za protivoklopna dejstva, već »za izviđanje, osiguranje i operacije pri kojima će se šteteti snage i sredstva i u okviru mogućnosti takođe će voditi ograničene ofanzivne i zadržavajuće operacije koje koriste pokretljivost i vatrenu moć jedinice. Ciljevi koje će verovatno napadati vozila LAV-105 biće laka oklopna vozila, utvrđeni položaji, bunker i koncentracije žive sile«.

P. M.

## AMX »LECLERC« — Novi francuski osnovni tenk\*

### Uvod

Karakteristike novog francuskog osnovnog borbenog tenka AMX LECLERC sve su očividnije kako se dalje nastavlja njegov razvoj. Studije za razvoj novog tenka počele su u saradnji sa Nemačkom i trajale su od 1978. do 1982. Odlučeno je da novi tenk ima »ravnu« kupolu, automatski sistem za punjenje topa i kompaktnu pogonsku grupu. Sledeći korak u razvoju bila je izrada dve probne šasije za ispitivanje voznih karakteristika ili pokretljivosti i jednog kompletnog probnog vozila sa kupolom.

Sredinom 1986. bila je završena faza studija za definisanje projekta i odlučeno je da se izradi 6 prototipova definitivne verzije ovog tenka. Prvi prototip je trebalo da bude gotov krajem 1989. godine, a ostali nešto kasnije. Otprilike u isto vreme započeli su radovi za početak serijske proizvodnje i već je naručena prva partija od 16 serijskih vozila, od kojih prvo treba da bude završeno krajem 1991.

Marta 1990. bi trebalo da počnu vatrene ispitivanja prvog prototipa sa ka-

šnjenjem od 1 godine od prvobitnog plana. Ovo kašnjenje je rezultat odluke o integrisanju softvera u prva tri prototipa. Puna proizvodnja od 110 tenkova godišnje neće biti dostignuta 1995. već 1996, a godišnja proizvodnja bi mogla da bude smanjena na 100 vozila.

Još važeće potrebe KoV Francuske su 1.400 tenkova LECLERC, od kojih 1.100 za operativnu upotrebu. Najpesimističnije pretpostavke računaju da će ukupno biti 1.100 tenkova, i to: po 160 u svakoj od šest oklopnih divizija, 70 u rezervi i 70 u školama. Broj oklopnih divizija može da bude smanjen na pet, a o njihovom krajnjem obliku još nije odlučeno. U poslednjoj deceniji ovog veka oklopne divizije mogle bi da se sastoje od tri puka po 50 tenkova ili, možda, dve formacije koje bi mogle da postanu pukovi sa 80 tenkova.

### Šasija

Kao i kod probnog tenka, i šasija tenka LECLERC imaće konvencionalnu konfiguraciju, tako što će sedište vozača biti u prednjem levom uglu tela vozila, do njega smeštaj municije, a pogonska grupa u zadnjem delu. Masa šasije je 35,6 t, a dužina gusenica u dodiru sa zemljom je 4,318 m. Masa prototipa je 54,5 t u punom borbenom stanju, ali se može menjati zavisno od toga da li je oklopna zaštita poboljšana ili smanjena. U punu borbenu masu spada oko 700 kg za dva rezervoara za gorivo sa po 200 l goriva u zadnjem delu šasije kao dopuna za 1.300 l goriva u unutrašnjim rezervoarima.

U pogonsku grupu spada dizel-motor UD V8X 1500, transmisija ESM 500 i sistem za hlađenje firme GIAT/CHAUSSON. Dizel-motor ima vodeno hlađenje, četvorotaktan je, radna zapremina cilindra je 16,48 dm<sup>3</sup>, dok je sistem prehranjivanja HYPERBAR. On se sastoji uglavnom od turboprehranjivača TM 307 B visokog pritiska (7,85:1) sa jednostepenom turbinom sa aksijalnim protokom i komore za sagorevanje ga-

\* Prema podacima iz časopisa »International defense review«, 10/1989.

snoturbinskog tipa za povećanje energije koju daju izduvni gasovi turboprehranjivaču.

Sistem HYPERBAR daje motoru izvanrednu specifičnu izlaznu snagu od 66,9 kW/dm<sup>3</sup> i maksimalni srednji efektivni pritisak kočenja od 35 bara, što je znatno više nego kod bilo kojeg drugog vojnog dizel-motora. Međutim, on zauzima mnogo više prostora nego konvencionalni sistem superprehranjivača. Ipak, kombinacija je vrlo kompaktna u odnosu na maksimalnu izlaznu snagu od 1.100 kW, tako da je moguće ograničiti dužinu šasije na 6,88 m. To je do 1,5 m manje od dužine drugih nedavno razvijenih tenkova i doprinosi smanjivanju mase tenka za određeni nivo oklopne zaštite.

Tenk LECLERC je vrlo okretan, zahvaljujući specifičnoj snazi od 20,24 kW/t i brzom reagovanju koje mu obezbeđuje sistem HYPERBAR. Na primer, tenk može da ubrza od 0 do 32 km/h za 5,5 s. Još nije jasno kolika je stvarna korist od sistema HYPERBAR za postizanje ove performanse ako se uzmu u obzir povećana potrošnja goriva i njegova kompleksnost. Moglo bi se očekivati da će potrošnja goriva biti znatno veća nego kod konvencionalnijeg dizel-motora, posebno zbog različitih uslova korišćenja tenka pri dejstvu van puteva, ali se tvrdi da potrošnja nije više velika. Tvrdi se da je minimalna potrošnja 121 g/kW/h, dok je kod motora tenka AMX30 potrošnja 136 g/kW/h.

Transmisija ESM 500 je kao i svaka druga savremena tenkovska transmisija. Ima dvofazni jednostepeni hidrodinamički pretvarač obrtnog momenta sa blokirajućim kvačilom i planetarni menjač sa pet stepeni prenosa napred i dva nazad kojim mikroprocesor upravlja automatski, mada ima mogućnost i ručnog upravljanja. Kao i kod svih savremenih tenkovskih transmisija, i ESM 500 ima dvostruko-diferencijalni sistem upravljanja sa beskonačno promenljivim hidrostatičkim pogonom upravljanja koji je, za razliku od drugih transmisija, na izlaznoj strani pretvarača obrtnog

momenta. Takođe, ima i hidrostatički usporać (retader) koji je smešten iza menjača i znatno smanjuje rad kočnica.

Druga veća samohodna odlika tenka LECLERC je njegovo hidropneumatsko oslanjanje, koje je usvojeno posle uporednih ispitivanja ispitnih šasija sa torzionim štapovima i sa obrtnim hidrauličkim amortizerima. Međutim, do sada još nije odlučeno da li će to biti uređaj za oslanjanje firmi SAMM i MESSIER. U oba slučaja oslanjanje je dvocilindarskog tipa, a ne jednocilindarskog kao kod drugih tenkova, ali odgovara urezima na donjem delu bočnih strana tela tenka.

### Naoružanje

Osnovno naoružanje tenka LECLERC je top CN 120—26 sa glatkom cevi, kalibra 120 mm, koji ima komoru istih dimenzija kao i nemački top Rh 120 i američki M256, pa se sa njima može uzajamno koristiti. Međutim, ovaj top je dugačak 52 umesto 44 kalibra, što je za oko 1 m duže nego što su dugačka druga dva, pa ima veću početnu brzinu za dato pogonsko punjenje.

Tipični protivoklopni projektili APFSDS iz ovog topa imaju početnu brzinu od 1.750 m/s umesto 1.650 m/s, tako da mogu da probiju datu debljinu oklopa sa daljine veće za 1.000 m.

Kao i top 105 mm tenka AMX30, i top 120 mm tenka LECLERC ima topotnu zaštitu od legure magnezijuma. Za razliku od drugih savremenih tenkovskih topova, ovaj top nema izbacivač gasova. Umesto toga, kao i kod topa tenka AMX30, ima sistem komprimiranog vazduha koji izbacuje barutne gasove.

Protiv neprijateljevih tenkova tenk LECLERC će koristiti novu protivoklopnu potkalibarsku municiju sa odvojitivim nosačem potkalibarskog jezgra i rotiranjem pomoću krilaca (AMFSDS) koju su zajedno konstruisali francuski GIAT i nemački RHEINMETALL. Sa oznakom OFL 120 FA, novi projektil imaće početnu brzinu od 1.800 m/s. Ima



probojno jezgro od volframa sa odnosom dužine prema prečniku od 20:1 i sagorljivu čauru metka sa dvobaznim čvrstim barutom. Čaura je sagorljiva, što nije slučaj kod metka OFL 120 G1, proizvodnje GIAT za tenk AMX40, koji je uveden u naoružanje 1976.

U periodu 1983—1985. GIAT je radio eksperimentalno na razvoju dugačkog probojnog jezgra od osiromašenog urana za kalibre 105 i 120 mm, a prva partija serijske proizvodnje očekuje se 1994. godine. Potrebe KoV Francuske su 35000—40000 metaka. Projektili sa uranom i titanom imaju istu brzinu kao onaj sa volframovim jezgrom, ali veću masu. Uzimajući u obzir ograničenja u dužini, ima isti odnos dužine prema prečniku, ali se očekuje da će povećanje probojne energije biti 15—25%.

U defanzivno oružje tenka LEC-LERC spada protivavionski mitraljez 7,62 mm iznad sedišta nišandžije i on je povezan sa nišanom komandira. Bacači dimnih bombi su delimično uvučeni u bokove kupole. Neki su usmereni gore i napred, što navodi zaključak da su namenjeni protiv protivoklopnih projektila koji dejstvuju na krov kupole.

### Automatski punjač municije

Top se puni municijom pomoću automatskog punjača sa komandom pomoću programiranog mikroprocesora. Posle 4 makete izrađeno je 10 prototipova. Šest od njih predato je KoV Francuske juna 1989, a poslednji će biti predat početkom 1990. Proizvođač ovog punjača (CLI) ima ugovor sa američkim proizvođačem da predloži automatski punjač za program modernizacije tenka M1A1.

Automatski punjač smešten je u zadnjem delu kupole, a sastoji se od serije povezanih kružnih žlebova. Svaki od njih ima unutrašnje kašike sa metkom, i tako oblikuju neprekidni lanac na električni pogon. Unutrašnja kašika sa metkom izlazi napred i savlađuje prostor između autopunjača i topa kada je on u depresiji od  $-1,8^{\circ}$ . Prvobitna

kašika od nekorodirajućeg čelika zamenjena je kašikom od fiberglasa, čime je poboljšana pouzdanost i smanjena opasnost od oštećenja udarom pri povratku u automatski punjač.

U automatski punjač može da stane 22 metka koji se normalno unose u tenk kroz mali otvor na zadnjoj strani kupole. Nišandžija takođe može da puni punjač i iz tenka sa 18 metaka smeštenih u dobošu koji se nalazi u prednjem delu tenka, desno od vozača. Pomoću automatskog punjača postiže se tehnička brzina gađanja od 15 metaka/min, dok je praktična brzina gađanja 10—12 metaka/min, bilo da je tenk u pokretu ili na mestu.

Još jedna karakteristika municije i automatskog punjača topa tenka LEC-LERC je u tome što je svaki metak kodiran crticama na spoljašnjoj strani čaure metka, pa nije potrebno ručno uvođenje podatka o municiji u mikroprocesor nišandžije radi identifikacije.

### Upravljanje vatrom

Sistem za upravljanje vatrom ima u sastavu neobično artikulisani periskopski nišan nišandžije. Glava nišana se okreće po elevaciji sa topom, ali ima ogledalo glave nezavisno stabilizovano po elevaciji i azimutu. Nišan ima dnevni i termovizijski kanal i Nd-YAG laserski daljinomer.

Nišan nišandžije je, takođe, povezan sa vizuelnim displejima na borbenom mestu komandira tenka, omogućujući komandiru da gađa iz tenkovskog topa pomoću duplih komandi. Za opšte osmatranje i aktivizaciju cilja komandir ima panoramski nezavisno stabilizovani periskopski nišan, kao i sedam fiksnih periskopa sa jednostrukim uvećavanjem. Oni obezbeđuju horizontalno vidno polje od  $325^{\circ}$ , dok je osmi blok okrenut nazad. Tri vidna bloka nišandžije obezbeđuju vidno polje od  $160^{\circ}$ .

Vozač ima dva vidna bloka sa vidnim poljem od  $160^{\circ}$  plus jedan dnevno-

-noćni periskop OB 60 binokularne konstrukcije sa dnevnim i noćnim kanalima sa pojačavačem slike druge generacije. Obezbeđuje trenutno vidno polje od  $50^\circ$ , a može se pokretati za dobijanje vidnog polja od  $100^\circ$ . Jedna izvozna verzija može na displeju da pokaže navigacijske podatke i različite podatke od komandira, kao i sliku koju vidi nišan. Prema navodima proizvođača, OB 60 će koštati isto kao i periskop OB 31 tenka AMX30, ali ima integrisane dnevno-noćne kanale i dvostruko trenutno vidno polje.

Komandir je smešten levo od topa, a nišandžija desno. Uprkos konceptu »ravne« kupole i činjenici da se u njoj nalaze samo njih dvoje, visina do krova kupole od 2,46 m nije manja, čak je neznatno viša od visine najnovijih tenkova sa tri člana posade u kupoli.

Kupola i top se pogone pomoću električnog stabilizovanog sistema za upravljanje oružjem. Usvojen je shodno generalnom trendu korišćenja potpuno električnog umesto hidrauličkog ili elektrohidrauličkog pogona i on povećava verovatnoću opstanka tenka LECLERC na bojištu. Međutim, za razliku od svih drugih do sada uvedenih potpunih električnih sistema, njegov je napon 270 V sa grupom kondenzatora, smeštenih ispod kupole. Oni akumuliraju energiju kada se ni top ni kupola ne pokreću ili kada je njihovo kretanje ukočeno i otpuštaju energiju za elevaciju ili brzo obrtanje topa. Time se postiže brzina obrtanja kupole po azimutu od  $40^\circ/s$ , a po elevaciji od  $30^\circ/s$ . Top se može pokretati po elevaciji u opsegu  $-10^\circ$  do  $+15^\circ$  i  $\pm 50$  mrad po azimutu.

Najveći novitet tenka LECLERC u elektronicu je potpuno integrisani digitalizovani sistem baratanja podacima na osnovu centralne magistrale podataka, čime se obezbeđuje izmena podataka u realnom vremenu preko računara. Među drugim pogodnostima je sposobnost obrade signala sistema za upravljanje vatrom pomoću kojih se određuje navigacijski podatak položaja tenka. Svi podaci se stavljaju posadi

na uvid preko interaktivnih konzola sa displejima, a i izveštajima sintetizovanim glasom. Na taj način posada može da dobije podatke o količini municije u automatskom punjaču ili u smeštaju u telu tenka.

Štaviše, obrađeni podaci se mogu proslediti u realnom vremenu drugim tenkovima radi uvida u položaje i borbeno stanje svih tenkova koji su pod njihovom komandom, pa je tako LECLERC prvi tenk konstruisan da se uklopi u sisteme upravljanja borbenim dejstvima na bojištu koji su u fazi razvoja.

### Obuka članova posade

Kopnena vojska Francuske planira da nabavi simulator kupole, trener posade, simulator vožnje i simulator borbenog gađanja. Simulator punjenja topa i simulator održavanja tenka naručiće se kasnije.

Trenažer posade predstavlja najveću investiciju i kombinuje simulator kupole sa simulatorom vožnje, jer je reprodukovanje kretanja tenka važno za obuku članova posade u gađanju u pokretu. Mada namenjen za sasvim drugu primenu, trenažer članova posade je tehnološki blizak istraživačkom simulatoru koji bi trebalo da bude instaliran u centru za elektroniku naoružanja u toku drugog tromesečja 1990. godine. Da bi zadovoljio taktičko-tehničke zahteve KoV Francuske, trenažer članova posade bi trebalo da simulira, kako atmosferske uslove (sunce, vetar, maglu, izmaglicu, kišu, nebo i oblake), tako i borbene. Za simuliranje borbenih uslova trenažer članova posade mora da reprodukuje pokretne ciljeve na zemlji (12 vozila četiri različita tipa) i možda ciljeve u vazдушnom prostoru (četiri ili pet), tako sastavljene da poboljšavaju realizam i animirane u realnom vremenu.

Ovaj trenažer takođe treba da simulira efekte gađanja, da pokaže izbacivanje ciljeva iz stroja, da razara nepo-

kretno ciljeve, kao što su mostovi i zgrade, i da reprodukuje dim i prašinu. Pod uslovom da su maksimalne daljine osmatranja 6 km, maksimalne brzine tenka 80 km/h i brzina okretanja nišana i kupole 1 rad/s, baza podataka zemljišta mora da obuhvati površinu u opsegu 50—70 km<sup>2</sup>. Takođe je planirana termovizijska baza podataka.

### Razmatranje ergonomskih aspekata

Ergonomici je dat prioritet. Firma ATN će izraditi sedišta za članove posade tenka LECLERC koja se sastoji od fleksibilnog okvira sa integralnom hidrauličkom pumpom za podešavanje visine sedišta i dvodelne podešavajuće konstrukcije za leđa i zadnjicu. Sedišta su tapacirana materijalom NAPPE 2000 koji je usvojen za nova sedišta u francuskim metroima i vozovima.

Osnovu materijala NAPPE 2000 predstavlja žičana mreža. Materijal je zapravo tkanina impregnirana silikonskom penom koja se popraska proizvodom na bazi teflona. Ne gori, niti dimi, lako se čisti i ne upija vodu, apsorbuje vibracije sa frekvencijama od 4 do 400 Hz, a korisnik može da učvrsti svoju glavu između oslonca glave sedišta i zaštitnog čela njegove opreme za osmatranje. Sedište vozača ima jedan sistem za uvlačenje kada se vozi sa glavom koja je iznad otvora na tenku i amortizer za amortizovanje uvlačenja. Takođe, ima komplikovaniji pokretljivi donji deo sedišta koje je pričvršćeno na njihajućem stožeru.

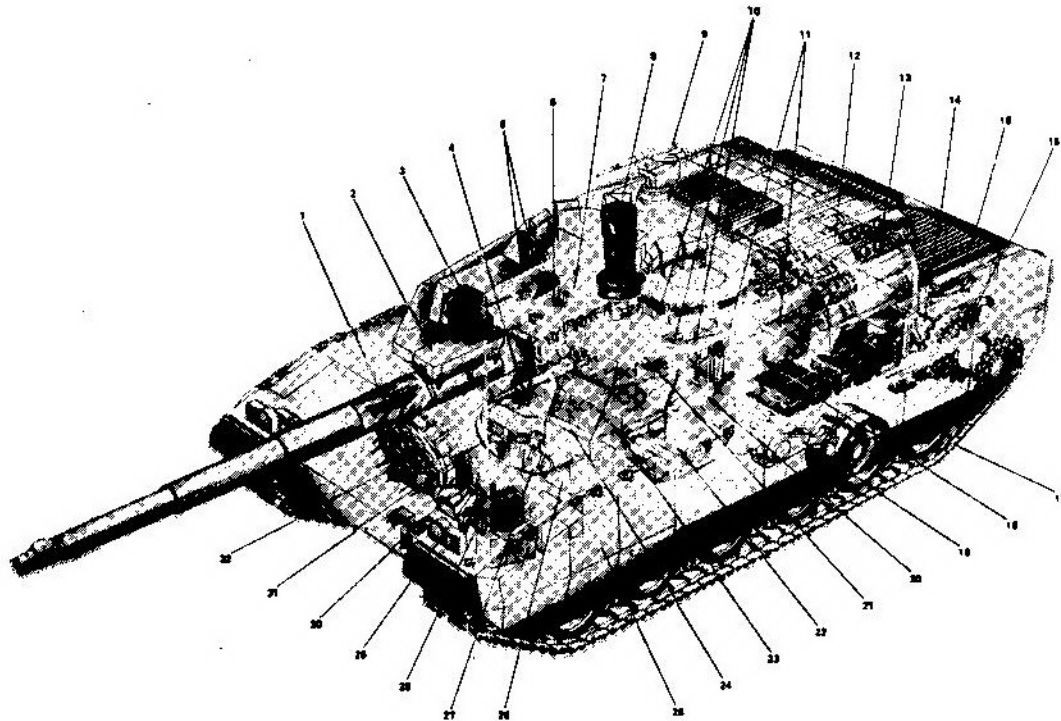
Ni komandir ni nišandžija ne smeju biti viši od 1,82 m (95% stanovništva zadovoljava taj uslov), vozač ne sme biti viši od 1,76 m. Zbog toga smanjivanje prostora za noge smanjuje masu šasije za 1 t.

### Osnovne karakteristike tenka LECLERC

— posada [člana]	3
— masa u borbenom stanju [t]	54,5

— dimenzije [m]:	
— ukupna dužina sa topom napred	9,87
— dužina same šasije	6,88
— ukupna širina	3,71
— visina do krova kupole	2,46
— klirens	0,5
— naoružanje:	
— osnovno	top 120 mm sa glatkom cevi
— komplet municije [metaka]	40
— elevacija/depresija topa [°]	+15/−8
— spregnuto oružje	mitraljez 12,7 mm
— odbrambeno oružje	mitraljez 7,62 mm
— neposredna odbrana	9 bacača bombi sa obe strane kupole
— performanse:	
— specifična snaga [kW/t]	20,82
— maksimalna brzina na putu [km/h]	71
— nominalni pritisak na tlo [bara]	0,9
— maksimalna širina rova, [m]	3
— maksimalna visina zida [m]	1,35
— maksimalni uspon [%]	60
— maksimalni bočni nagib [%]	30
— ubrzanje od 0 do 32 km/h [s]	5,5
— zapremina goriva [l]	1.300
— autonomija vožnje putem [km]	550

P. M.



Novi francuski osnovni tenk AMX »LECLERC«:

1 — top 120 mm; 2 — referentni uređaj na ustima cevi; 3 — dnevno/noćni nišan nišandžije; 4 — mitraljez 12,7 mm; 5 — panel sa displejem nišandžije; 6 — TV monitor nišandžije; 7 — sedište nišandžije; 8 — panoramski nišan komandira; 9 — mitraljez 7,62 mm; 10 — panel sa displejem komandira; 11 — radio-stanica; 12 — automatski punjač topa; 13 — bacači bombi za neposrednu odbranu; 14 — menjač; 15 — hladnjak motora; 16 — bočni prenos; 17 — gusenica sa dve osovinice; 18 — NRH sistem; 19 — hidropneumatsko oslanjanje; 20 — sedište komandira; 21 — TV monitor komandira; 22 — komandni uređaj kočnica; 23 — elektronski računarski sistem 1 sistem za upravljanje vatrom; 24 — sanduk sa alatom vozila; 25 — bočne ploče (»suknjice«); 26 — panel sa displejem vozača; 27 — sedište vozača; 28 — komandna ploča; 29 — volan upravljača; 30 — selektor menjača; 31 — dnevno/noćni nišan vozača; 32 — doboš sa municijom

## Nova vojna vozila francuske firme »RENAULT«\*

Francuski proizvođač kamiona RENAULT nije se pojavljivao sa svojim vojnim delatnostima do 1987. godine kada se ponovo uključio u ovu oblast.

### Vojni kamioni

Od kako su marta 1989. isporučeni poslednji kamioni 4×4 TRM 4000, firma RENAULT je izradila dva tipa kamiona, TRM 2000 (4×4) i TRM 10000 (6×6), te komercijalna vozila G290.26

\* Prema podacima iz časopisa »International defense review«, 10/1989.

(6×4) VTL koja su modifikovana za vojnu upotrebu, a u proizvodnji su od 1988. za potrebe KoV Francuske. Očekuje se da će sa montažne linije sići ukupno 3.500 vozila VTL.

Pored toga, tegljač transportera tenka TRM 700-100 (6×6) uključen je u program razvoja tenka AMX LECLERC, odnosno, program razvoja poluprikolice. U konkurenciji učestvuje i firma FAUN, a konkurs traje do kraja 1990. godine. Tada bi KoV Francuske trebalo da naruči 300 transportera. Firma RENAULT takođe nudi i taktičku verziju ambulatnog vozila B 90 (4×4) i ambulatnu varijantu svog kamiona TRM 2000 (4×4) za zadovoljavanje potrebe KoV Francuske.

Najzad, firma RENAULT nudi svoj kamion TRM 150.11 (4×4) kao zamenu za TRM 4000. Ovaj kamion može da ponese 6 t korisnog tereta i ima dizel-motor sa superpunjačem MIDS 06.02.12 koji razvija snagu od 117 kW pri 2.600 min<sup>-1</sup>. TRM 150.11 je prelazno vozilo, namenjeno da zameni, bar za sada, neke od kamiona BERLIET GBC 8KT (6×6), zavisno od uvođenja novih taktičkih vozila koja bi nasledila TRM 4000 posle 2000. godine.

### Oklopna vozila

Zajedno sa firmom CREUSOT-LOIRE firma RENAULT proizvodi oklopno borbena vozila VAB i njegov derivat VBC. Za potrebe KoV Francuske planirano je preko 4.000 vozila, a 1.042 za strane kupce. Proizvođači su sada konstruisali bolje zaštićenu verziju VAB sa novim motorom. Zajedno sa industrijskom grupacijom GIAT i firmom PANHARD, firma RENAULT takođe učestvuje u projektu modularnog oklopnog vozila VBM konstruisanjem vozila-točkaša, smatrajući da su točkovi pogodniji za ovo vozilo čija je masa od 30—35 t.

Firma RENAULT smatra da je od imperativnog značaja racionalizacija u okviru francuskih oklopnih vozila, ne samo za dobrobit domaćeg tržišta, već i radi poverenja stranih kupaca. Mnogo je novca utrošeno u domaće konkurse (program razvoja VBL košta firmu RENAULT preko 100 miliona franka), tako da francuske firme nisu u mogućnosti da učestvuju u zajedničkim poduhvatima sa stranim firmama na međunarodnim licitacijama.

### Vojni motori

Treći veliki proizvodni sektor vojnog sektora firme RENAULT predstavljaju motori velike snage, a motori ove firme isporučeni su za sva oklopna vozila AMX10, AMX13 i AMX30. Sada se u proizvodnji nalaze dizel-motori

HS.110, a rekonstruišu se HS.115. Međutim izvori će presušiti kada ovi programi budu završeni.

Što se tiče civilnih motora, firma RENAULT je sada u stanju da prodaje tri derivata komercijalnih dizel-motora: šestocilindrični 602-26 čija je jedna verzija militarizovana; šestocilindrični 620-45 snage 184-368 kW, koji je ugrađen u vozila VAB i TRM 10000; i E9 koji bi trebalo da pokaže da firma može da snabdeva motore za sva francuska i strana vrhunska vozila.

Motor E9 je konstruisala firma MACK, a izrađen je u nekoliko hiljada primeraka u SAD, dok je firma RENAULT izvršila militarizaciju ovog motora. Motor E9 je V8 dizel-motor sa superpunjačem (4 standardna komercijalna turbokompresora), a hladi se pomoću dva integrisana vazdušno-vodena izmenjivača. Ima radnu zapreminu od 16,4 l, a masu u suvom stanju od 1.250 kg. Za pogon tenkova nude se tri varijante sa maksimalnim izlaznim snagama od 552 kW, 662 kW i 736 kW pri 2.500 min<sup>-1</sup>. Minimalna potrošnja goriva je 200—210 g/kW/h. KoV Francuske je konsultovao firmu o mogućoj promeni motora na tenkovima AMX30. Verziju kamiona koji ima maksimalnu izlaznu snagu od 515 kW pri 2.500 min<sup>-1</sup>, odabrala je firma RENAULT za tegljač transportera tenka TRM 700-100.

P. M.

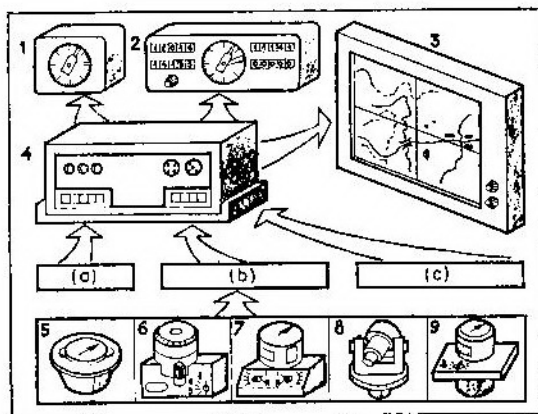
### Sredstva zapadnih zemalja za topografsko vezivanje i navigaciju\*

U mnogim zemljama sveta uvedena su u oružane snage autonomna sredstva za topografsko vezivanje (određivanje položaja) i navigaciju. Ova sredstva se ugrađuju ne samo na specijalna vozila za topografsko vezivanje, već i u tenkove, samohodna artiljerijska oruđa, izviđačka i komandna vozila i samohodne protivavionske sisteme.

\* Prema podacima iz časopisa »Техника и вооружение«, 6/1989.

Osnovni elementi autonomnog sistema za topografsko vezivanje su merači linijskih i ugaonih pomeranja zemaljskog objekta, računar koordinata i navigacijskih parametara (po pravilu daljine i kursa do odredišta kretanja), sredstva za prikazivanje tekućeg položaja (pozicije) i navigacijskih parametara.

Pre početka korišćenja sredstava za topografsko vezivanje i navigaciju u njih se uvodi polazna informacija o koordinatama polazne tačke i odredišta kretanja i o ugaonom položaju sistema u prostoru. Posle toga aparatura automatski generiše potrebnu informaciju. Stručnjaci smatraju da je osnovni nedostatak sličnih sistema u tome što je potrebno znati položaj objekta kome je potrebno topografsko vezivanje.



Sl. 1 Odometerski autonomni sistem za topografsko vezivanje i navigaciju

1 — pokazivač kursa; 2 — pokazivač pozicije, kursa i daljine do odredišta; 3 — planšeta sa topografskom kartom; 4 — računar; 5 — magnetski kompas; 6 — žiroskompas; 7 — žiroskop smera; 8 — vizir (teodolit); 9 — žiroskop smera sa žiroskopskim efektom na stajanki ili žiroskop koji radi u vozilju.  
(a) odometar; (b) smer kretanja; (c) polazni podaci.

Autonomna sredstva za topografsko vezivanje na Zapadu se uslovno dele na odometarske i inercijalne. U sastav odometarskih spada odometar — mehanički ili elektromehanički merać pređenog puta — povezan sa transmisijom vozila, magnetni ili žiroskopski davač kursa (žiroskop pravca ili žirokompas) i

specijalni računar. Na slici 1 prikazana je šema odometarskog autonomnog uređaja za topografsko vezivanje i navigaciju.

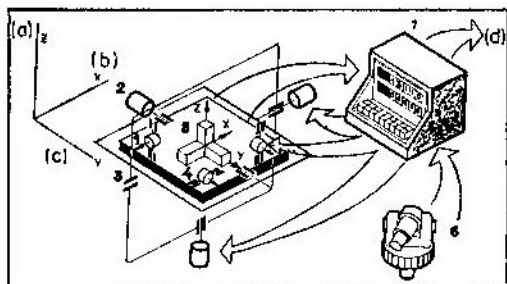
Savremeni navigacijski odometarski sistemi imaju male dimenzije, a masa im je ispod 20 kg i mogu se koristiti za sva vozila-točkaše i guseničare. U svom sastavu imaju žirokompas, žiroskop pravca, elektromehanički davač pređenog puta, uređaj za indikaciju i opsluživanje. Pojedine modifikacije ovog sistema imaju, pored digitalne indikacije položaja kopnenog objekta, malu planšetu na kojoj se dva končića kreću uzajamno pod pravim uglom, tako da mogu da formiraju tačku koja označava položaj transportnog sredstva u odnosu na konture geografske karte. Polazni kursni ugao pomoću žirokompasa može se odrediti za 2,5 do 4 minuta.

Na tačnost određivanja koordinata pomoću sistema odometarskog tipa utiču različiti faktori, na primer, istrošenost hodnog dela vozila, stanje tla, iskustvo poslužioca (operatora) koji uvodi popravke na proklizavanje točkova ili gusenica. U realnim uslovima eksploatacije takvog sistema za topografsko vezivanje i navigaciju tačnost određivanja koordinata je 0,4 do 1% od pređenog puta. Zbog toga što je takva tačnost nedovoljna, korišćenje ovih sistema za topografsko vezivanje je ograničeno.

Stručnjaci smatraju da će inercijalni autonomni sistemi za topografsko vezivanje i kopnenu navigaciju doprineti povećanju tačnosti i efikasnosti. Kod ovih sistema se za merenje linearnih kretanja kopnenih objekata koriste davači ubrzanja (akcelerometri). Već prvi tipovi inercijalnih sistema za topografsko vezivanje i kopnenu navigaciju bili su tačniji od odometarskih u određivanju pravougaonih koordinata, a davali su i visinu i azimut kretanja.

Do kraja sedamdesetih godina na Zapadu su konstruisana i korišćena inercijalna autonomna sredstva za topografsko vezivanje sa platformom (sl. 2)

koje su zasnovane na žirostabilizovanim platformama sa 3 ili 4 kardanska vešanja radi mehaničke izolacije platforme od uticaja ugaonih pomeranja objekta.



Sl. 2 Inercijalni autonomni sistemi za topografsko vezivanje i kopnenu navigaciju sa inercijalnom platformom

1 — žirostabilizovana platforma; 2 — stabilizirajući motori; 3 — ram kardanskog vešanja; 4 — dvo-stepeni žiroskopi; 5 — ekcelerometri; 6 — teodolit; 7 — kalkulator ili elektronski računar sa indikatorom pozicije.

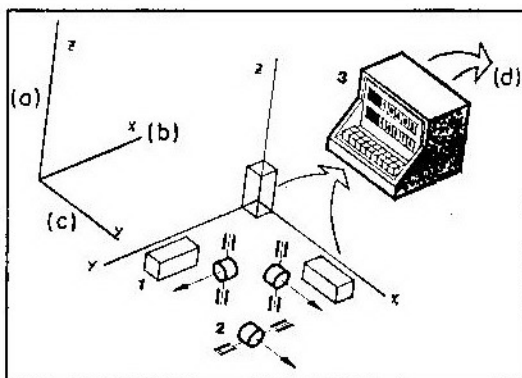
a) vertikalna; b) sever-jug; c) istok-zapad; d) u sistem upravljanja vatrom.

Pri odgovarajućem početnom usmeravanju žiroskopske platforme po azimutu (kursu), što se postiže kod inercijalnih sistema pomoću same platforme ili spoljašnjih uglomernih uređaja (na primer teodolita), akceleratori, koji su pričvršćeni na platformi po tri uzajamno normalne ose, počinju da »osećaju« najmanja pomeranja kopnenog objekta u pravcima »jug — sever« i »istok — zapad«, a i po vertikali. Pri tome žiroskopska platforma u toku kretanja kopnenog objekta (vozila) zadržava zadati pravac kretanja vozila po zemljinoj površini. Proračun topogeodezijskih podataka u inercijalnim sistemima vrši se pomoću specijalnog kalkulatora ili elektronskog računara.

Operator sistema uvodi i izvodi podatke, pušta u rad i podešava inercijalne sisteme, koriguje greške, proverava ispravnost i pronalazi neispravnosti sa komandno-indikatorske table koja je, po pravilu, sinhronizovana sa elektronskim računarom. Kod nekih tipova inercijalne opreme za topografsko veziva-

nje proces pripreme, režimi rada i periodičnost zaustavljanja za obezbeđenje potrebne tačnosti vrši se automatski po programu koji operator ranije odabere.

Karakteristično svojstvo i osnovni nedostatak inercijalnih sistema je potreba da se vozilo periodično zaustavlja za korigovanje akumuliranih grešaka. Kod većine ovakvih sredstava za topografsko vezivanje i kopnenu navigaciju potrebno je zaustaviti vozilo u toku 10—20 s na svakih 4—10 min vožnje. Na takav način, uvođenjem popravki na »odstupanje« žiroskopa i »nulto« skretanje akceleratora u poljskim uslovima postignuto je smanjivanje grešaka u određivanju koordinata do 3 m na 1 čas rada sistema. Vojni stručnjaci smatraju da je korišćenje inercijalnih sistema celishodno za topografsko vezivanje vatrenih položaja artiljerije, topografsko snimanje zemljišta, kao i za pravovremeno stvaranje referentne topografske mreže u rejonima predstojećih borbenih dejstava.



Sl. 3 Inercijalni autonomni sistem za topografsko vezivanje i kopnenu navigaciju bez platforme

1 — akceleratori; 2 — dvo-stepeni žiroskopi; 3 — brzi elektronski računar sa indikatorom pozicije. a) vertikalna; b) sever-jug; c) istok-zapad; d) u sistem za upravljanje vatrom.

Inercijalni sistemi za topografsko vezivanje i kopnenu navigaciju se neprestano usavršavaju. Da bi se vreme između dva zaustavljanja vozila produži-

lo do 1—2 časa koristi se laserski merač brzine (spidometar) ili precizni odometar koji relativno tačno određuje dužinu puta koju prevali kopneno vozilo u određenom vremenskom intervalu.

Radi se na razvoju veoma tačnih sistema inercijalnih sredstava za topografsko vezivanje i kopnenu navigaciju bez platformi (sl. 3) kod kojih se senzori (žiroskopi i akcelerometri) čvrsto vezuju za telo, a sva izračunavanja tekućih koordinata, visine i azimuta (uzimajući u obzir linearna i ugaona pomeranja) obavlja elektronski računar velike brzine rada i velikog kapaciteta memorije. Inercijalni sistemi bez platforme po tačnosti nisu ništa gori od sistema sa inercijalnom platformom,

ali se jednostavnije izrađuju, pouzdaniji su u eksploataciji, lakši su i manjeg su obima.

### **Zaključak**

Stručnjaci smatraju da korišćenje inercijalnih sistema bez platforme (sl. 3) u kopnenim objektima snaga KoV ima prednost, jer zahvaljujući otpornosti na vibracije i udare mogu da budu korišćeni neposredno u tenkovima i samohodnim artiljerijskim oruđima koji za vreme gađanja trpe velika opterećenja.

P. M.



# tehničke novosti i zanimljivosti

## Uporedno ispitivanje karakteristika savremenih automata \*

Nedavno izvršena ispitivanja najvažnijih karakteristika savremenih automata su razjasnila određene predra-  
sude koje su mnogi korisnici imali o ovoj vrsti oružja. Ispitivanja su obuhvatila automate 9 mm H&K MP5, 9 mm BERETTA 93R, INGRAM 380 MAC 11, 9 mm JATIMATIC i 7,65 mm ZASTAVA (M-61 SKORPION).

Automat 9 mm MP5 zapadnonemačke firme H&K ocenjen je kao uspelo rešenje čije su osnovne odlike robustnost i pouzdanost. Čvrst preklapajući



Sl. 2 Automat 7,65 mm M-85 ZASTAVA (SKORPION)



Sl. 1 Automat H&K MP5 SD (sa ugrađenim prigušivačem pucnja)

tati postižu se novijom varijantom sa ugrađenim graničnikom rafala od tri metka. Veoma povoljno je ocenjena i varijanta MP5 SD sa ugrađenim prigušivačem pucnja (tip STERLING), namenjena specijalnim jedinicama.

Automat 7,65 mm M-61 (SKORPION) ispitivan je na uzorku koji je izrađen u Jugoslaviji. Osnovna odlika automata, uočena pri ispitivanju, je izuzetno dobra kontrola vatre pri rafalnoj paljbi. Dobra osobina je što automat omogućuje gađanje i jedinačnom paljbom. Ista

kundak omogućava dobru kontrolu vatre pri gađanju kratkim rafalima (malo rasturanje pogodaka). Još bolji rezul-

ko metak kalibra 7,65 mm ima lošije karakteristike od metka 9 mm PARABELLUM, ovaj automat može veoma uspešno da se koristi na kraćim rastojanjima. Pogodan je za naoružanje posada borbenih i drugih vozila.

Nekada izuzetno popularan, automat INGRAM .380 MAC 11 je ocenjen kao zastareo. Metak .380 (9 mm SHORT) ne odlikuje se dobrim karakteristikama. Varijanta sa prigušivačem dobro prigušuje pucanj.

Automat 9 mm JATIMATIC od svih uzoraka omogućuje najlakšu kontrolu vatre pri gađanju rafalnom paljbom. Dosta delova automata je urađeno od plastike, tako da se odlikuje i malom masom. Ostale karakteristike su mu dosta skromne.

BERETTA 93R predstavlja »moćniju« varijantu pištolja 92. Ima graničnik rafala od tri metka, dobro postavljen rukohvat, a kao opcija je predviđena ugradnja kundaka. Uprkos ugrađenom kompenzatoru na ustima cevi ima dosta veliki odskočni ugao, što nepovoljno utiče na preciznost oružja. Ipak je ovo oružje ocenjeno kao relativno dobro.

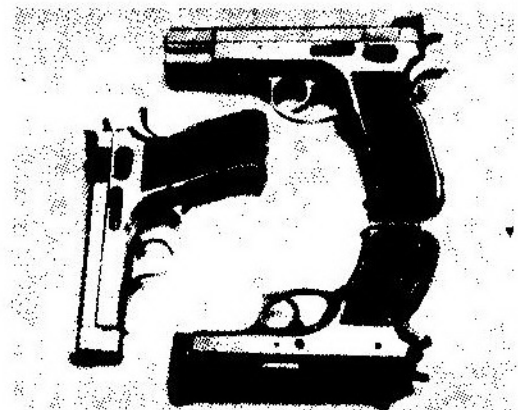
Konačna ocena nakon uporednih ispitivanja je da je standardni automat MP5 ipak najbolje oružje. Prevagu u oceni donela je dobra kontrola vatre, posebno pri gađanju ograničenim rafalima. Upravo ove karakteristike nemaju automati INGRAM i BERETTA 93R. Automat JATIMATIC je ocenjen relativno povoljno.

SKORPION M-61 je položio sve testove, ali je ocenjeno da ima balistički inferioran metak u odnosu na ostala oružja. Ovaj nedostatak se donekle ublažuje velikom gustinom vatre koju obezbeđuje velika brzina gađanja i dobra kontrola pri rafalnoj paljbi.

## Familija pištolja »AT-88« izraelske firme »ITM«\*

Poslednji model pištolja koji je razvila izraelska firma ITM iz Solthurna nosi oznaku AT-88H. Novi pištolj je razvijen određenim modifikacijama ranijeg modela pištolja oznake AT-84. Pored varijante AT-88H, firma je uradila i varijante AT-88S (Standard) i AT-88P (Police).

Novi pištolj je razvijen za metak 9×19 mm PARABELLUM. U firmi nameravaju da urade i varijantu za municiju .41 AE (Action Express) koju proizvodi izraelska firma IMI. Specifičnost ove municije je oblik zadnjeg dela zrna koji omogućuje nešto veću početnu brzinu. Ne očekuje se, međutim, šira prodaja pištolja urađenih za ovaj metak, budući da metak 9×19 mm PARABELLUM, zbog boljih karakteristika, ima znatno veću primenu, posebno u jedinicama armije.



Pištolj AT-88H (kao i varijante AT-88S i AT-88P) ima relativno male gabaritne dimenzije i masu, tako da je pogodan za nošenje u odelu. Zbog ovih karakteristika u firmi očekuju da će se dobro prodavati na civilnom tržištu.

Konstruktivne karakteristike pištolja su iste kao i kod ranijeg modela AT-84. Zadržan je i isti princip rešenja

\* Prema podacima iz: DEFENCE, septembar, 1988.

kočnice kojim se vrši blokiranje udarne igle (ovo rešenje se smatra pouzdanim, jer onemogućava opaljenje metka pri padu i sl. kada je pištolj ukočen).

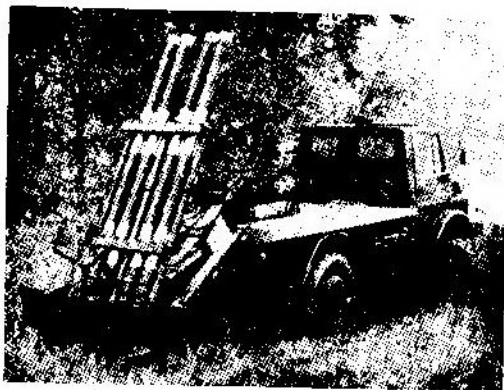
Dužina pištolja AT-88H je 172 mm, a masa (bez metaka) 740 g. Dužina cevi je 87 mm (dužina cevi varijante AT-88P je za 6 mm veća). Kapacitet okvira je 10 metaka.

\* Prema podacima iz: DEFENCE, januar, 1989.

## Austrijski višecetni minobacač 120 mm »SM-4« \*

Austrijska firma NORICUM izradila je prototip višecetnog minobacača 120 mm SM-4 koji se nalazi na ispitivanju u Švedskoj. Konstrukciono rešenje je realizovano ugradnjom četiri glatke cevi minobacača kalibra 120 mm (dužine 25 kalibara) na podlogu koja je vezana za kamion. Pokretanje cevi oruđa po pravcu i visini vrši se hidrauličkim putem. Iz minobacača se može gađati pojedinačno i plotunom. Na platformi vozila se nalazi borbeni komplet od 60 mina. Oruđe koristi klasične minobacačke nišanske sprave, dok su specijalne nišanske sprave u razvoju.

Minobacač ugrađen na kamion DAIMLER-BENZ U 1700 L ima sledeće taktičko-tehničke karakteristike.



— Najveća teorijska brzina gađanja —	12 plotuna u min.
— normalna brzina gađanja — — —	3 do 4 plotuna u min.
— taktička brzina gađanja — — —	3 plotuna za 13 s
— ukupna masa (kg)	9000
— najveći domet: 9800 m (povećava se sa minom HG 78, na 12000).	
— vreme prelaska iz marševskog u borbeni položaj (min)	1
— vreme potrebno za promenu vatrenog položaja (s) — —	20
— polje dejstva (°):	
— po visini — —	40 do 80
— po pravcu:	
— pri elevaciji 8-00	± 2-50
— pri elevaciji 10-00 — — —	± 3-00

\* Prema podacima iz: WEHRTECHNIK, 3/1989.

## Laki plamenobacač »T 148« italijanske firme »TIRRENA« \*

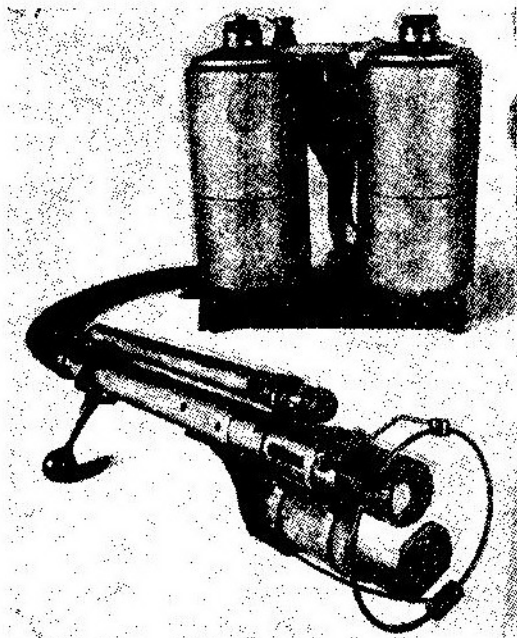
Italijanska firma TIRRENA proizvela je laki plamenobacač (ukupna masa u napunjenom stanju 25,5 kg) T 148, jednostavan za punjenje i bezbedan za rukovanje, čiji je domet preko 60 m. Sastoji se iz tri osnovne komponente: mlaznice, creva i bloka rezervoara.

Mlaznica ima dve ručice od kojih se jedna koristi za otvaranje vatre; ispred nje se nalazi elektronski sistem za paljenje, koji se napaja od baterija (sa ili bez mogućnosti ponovnog punjenja).

T 148 je hermetičan, bešumnog dejstva i ima veliku prednost nad tradicionalnim modelima sa patronama. Elastično crevo spaja mlaznicu sa blokom

rezervoara i dozvoljava relativno okretanje mlaznice.

Blok rezervoara sastoji se iz dva cilindrična kontejnera od legure aluminijuma, čiji su zidovi zaštićeni protiv korozije i udara. Rezervoari su napunjeni zapaljivom smešom na 2/3 svoga kapaciteta, a posle zatvaranja čepovima izlažu se pritisku vazduha ili azota do 28 bara.



U komplet oružja spada i razna oprema za testiranje elektronike i pritiska, za pripremu zapaljive smeše, ponovno punjenje rezervoara i za stvaranje radnog pritiska.

\* Prema podacima iz: DEFENSE & ARMEMENT HERACLES INTERNATIONAL, 80/1988.

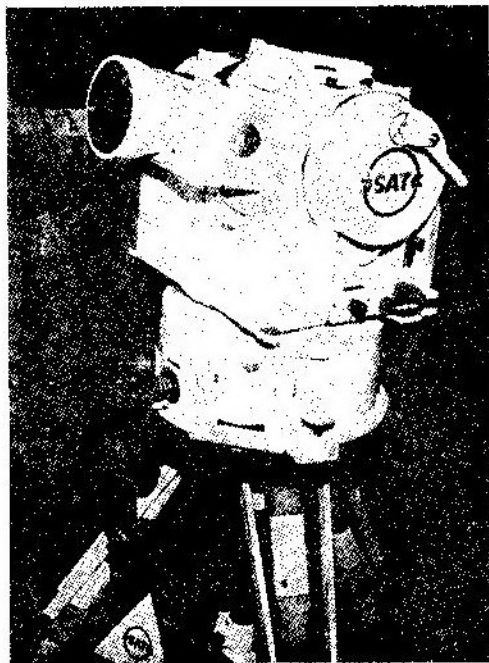
### Sistem za IC detekciju »MITHE« francuske firme »SAT«\*

Francuska firma SAT (Société Anonyme de Télécommunications) razvila je novi sistem MITHE za detekciju IC

zračenja namenjen za upotrebu na brodovima i vozilima.

MITHE je sistem male mase i jednostavan za rukovanje, koji funkcioniše autonomno ili u sprezi sa oružnim sistemom, a sastoji se iz sledećih komponenti: obrtne termalne kamere visoke osetljivosti (već se nalazi u opremi francuskih OS), pribora za stabilizaciju, i bloka za elektronsku i vizuelnu obradu.

MITHE detektuje dolazeći avion na daljini 7 km, helikopter na 4 km, malo



plovno sredstvo na 2 km, čoveka u upravnom položaju na 1 km, kao i glavni plivača, plutaču ili minu na 300 m.

Osnovne prednosti ovog pasivnog sistema koji se ne može detektovati su: neosetljivost na odraze vodene površine, nizak koeficijent lažne uzbune.

\* Prema podacima iz: DEFENSE & ARMEMENT HERACLES INTERNATIONAL, 80/1988.

## Britanski laserski nišan »LS-45« za streljačko oružje \*

Britanska firma IMATRONIC (grupacija UNITED SCIENTIFIC) razvija laserski nišan, namenjen za ugradnju na streljačko oružje (pištolje, revolvere, automate i automatske puške). Označena nišana je LS-45.

U firmi očekuju da će novi nišan naći široku primenu, posebno u uslovima loše vidljivosti bilo pri prirodnom bilo pri veštačkom osvetljenju (pored ostalog, u suton — posle zalaska ili pre izlaska sunca na otvorenom prostoru, u svim uslovima u zatvorenom prostoru).

Gabaritne dimenzije nišana prilagođene su ugradnji na pištolje ili revolvere: dužina nišana je 184 mm, širina 35 mm i visina 67 mm. Masa nišana je 337 g. Lako se ugrađuje i na automate i automatske puške.

U nišan je ugrađena laserska cev tipa helijum-neon. Karakteristike cevi su: izlazna snaga 1 MW, talasna dužina 632,8 nm, prečnik snopa 0,34 mm, prečnik osvetljenog kruga na 100 m je 240 mm, domet 500 m (noću), divergencija 2,4 mrad. Napajanje se vrši pomoću dve alkalne baterije (ugrađene u nišan) od 9 V. Baterije omogućuju neprekidno funkcionisanje nišana u trajanju od 45 min ili 900 emisija u trajanju od 3 s.

\* Prema podacima iz: DEFENSE & ARMEMENT HÉRACLES INTERNATIONAL, 8/1989.

## Razvoj protivoklopne vođene rakete »ERYX« francuske firme »AEROSPATIALE« \*

Francuska firma AEROSPATIALE razvija novo protivoklopno raketno oružje ERYX sa vođenim projektilom kratkog dometa ATGW (Anti-Tank Guided Weapon). Tehnička vojna ispitivanja ERYX-a, koja su u završnoj fazi, oba-

više se u 1989. godini, posle kojih će uslediti trupna ispitivanja. Očekuje se da će serijska proizvodnja započeti u 1990, a prve isporuke 1991.

ERYX je oružje na nivou voda, koje ima minimalni domet 50 m, maksimalni domet 600 m sa vremenom leta do ove daljine 3,7 s. Ovaj sistem prihvaćen je za potrebe francuskog KoV-a 1985. godine. Oružje se sastoji iz dve glavne komponente — vatrenog bloka (u užem smislu) i rakete u svom lansirnom kontejneru.

Vatreni blok obuhvata sisteme za opaljivanje, detekciju i nišanje zajedno sa opremom za daljinsko upravljanje. Sve što operator treba da uradi je da drži nišan na cilju. Raketa ima IC svetlosni signal na svom zadnjem delu i automatski se vraća na nišansku tačku preko žice za daljinsko upravljanje. Vatreni blok omogućuje operatoru upotrebu ERYX-a iz stojećeg ili klečećeg položaja, a korišćenjem tronožnog postolja i iz ležećeg (potrbuške) stava. Lansirna cev ima termičku barijeru za napajanje električnom energijom i bravicu za spajanje sa vatrenim blokom.

Mali buster sa oko 80 g pogonskog goriva izbacuje raketu iz cevi brzinom 20 m/s koji, za razliku od drugih tipova protivoklopnih oružja, omogućuje upotrebu ERYX-a u ograničenom prostoru. Osnovni pogonski raketni motor sa čvrstim gorivom uključuje se u rad na bezbednom odstojanju od operatora. Udvojena (tandem) bojna glava smeštena na zadnjem delu rakete na optimalnom odstojanju, može da probije homogeni oklop debljine 900 mm, a takođe je sposoban da napada i eksplozivni reaktivni oklop.

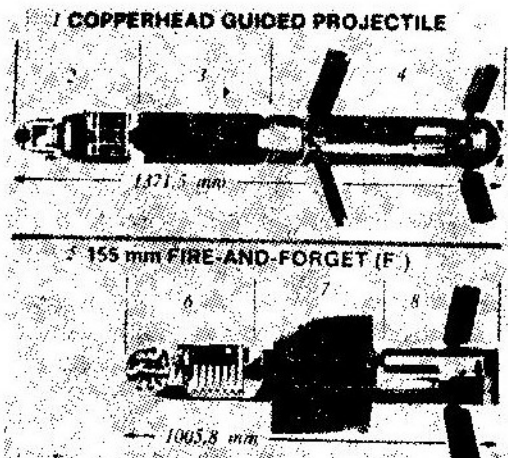
Osnovno oružje ima dnevni nišan sa uveličanjem  $\times 3$ , a mogu se priključiti uređaj za pojačanje slike ili noćni nišan.

\* Prema podacima iz: JANE'S DEFENCE WEEKLY 26. novembar 1988.

## Dva nova ubojita američka protivoklopna vođena projektila »COPPERHEAD« \*

Američka firma MARTIN MARIETTA prikazala je dva nova projektila sa laserskim vođenjem, sa novom konstrukcijom glave za samonavođenje, koja se može prilagoditi za različite programe vođenih projektila, u skorašnjim ispitivanjima na raketnom poligonu White Sands. Oba projektila su postigla neposredne pogotke, jedan u nepokretni cilj, a drugi u pokretni cilj.

U novoj konstrukciji nalaze se mikroprocesorsko kolo, jednostavniji žiroskop kao i mogućnost reprogramiranja unutrašnjeg softvera u poljskim uslovima za zadovoljavanje izmenjenih borbenih uslova. Prema navodu firme MARTIN MARIETTA »to je projektil koji smanjuje cenu za 10% a ima znatno poboljšanu ubojitost, povećani diana-pazon dejstva i veću otpornost na protivdejstva«.



1 — vođeni projektil COPPERHEAD; 2 — mikroprocesorsko poluaktivno lasersko vođenje; 3 — poboljšana bojna glava; 4 — komanda sekcija; 5 — projektil »ispali pa zaboravi« (F<sup>2</sup>) 155 mm; 6 — sekcija poluaktivnog laserskog/IC vođenja sa prvom od dve bojne glave; 7 — bojna glava; 8 — komandna sekcija.

U sklopu za vođenje ima manje delova, tako da ima prostora za smeštaj tandemskih bojnih glava. Kako se već

pokazalo da su efikasne kod primene na drugim vođenim projektima, tandem-ske bojne glave će uskoro biti ispitane i na projektilu COPPERHEAD.

Firma MARTIN MARIETTA razmatra mogućnost da novu vođenu glavu, zajedno sa poboljšanom bojnou glavom, naknadno ugradi u arsenal američkog KoV od preko 20.000 projektila COPPERHEAD, a koristila bi se i za proizvodnju projektila COPPERHEAD u slučaju ratne mobilizacije.

Ispaljivanje dva projektila COPPERHEAD sa mikroprocesorima je prvi korak ka novom projektilu 155 mm »ispali pa zaboravi« sa digitalnom obradom podataka. Firma MARTIN MARIETTA je u drugoj godini od planiranog četvorogodišnjeg rada, vrednog 30,5 miliona dolara, na razvoju glave za samonavođenje u kojoj je kombinovana IC tehnologija dobijanja slike sa postojećim poluaktivnim laserskim vođenjem. Očekuje se da će u toku 1989. godine biti obavljena ispitivanja glave za samonavođenje sa mikroprocesorom.

\* Prema podacima iz: ARMED FORCES JOURNAL INTERNATIONAL januar 1989.

## Razvoj minobacačke protivoklopne mine sa finalnim samovođenjem »MERLIN« britanske firme »BRITISH AEROSPACE« \*

DYNAMICS DIVISION britanske firme BRITISH AEROSPACE (BAe) vrši ispitivanja gađanjem svoje protivoklopne samovođene minobacačke municije MERLIN 81 mm, koja funkcioniše na principu »ispali i zaboravi«. Mada je projektovana za upotrebu sa minobacačkim sistemom 81 mm L16 RO (Royal Ordnance), MERLIN se može ispaljivati i iz drugih minobacača 81 mm kao iz sovjetskog minobacača 82 mm.

BAe ističe da bi MERLIN mogla obezbediti pešadiji indirektnu protivoklopnu vatru dometa preko 4000 m — više nego što su to u stanju prenosni

protivoklopni sistemi sa direktnom vatrom (npr. protivtenkovsko vođeno oruđe MILAN čiji je domet 2000 m). Naoružanje MERLIN-om na bataljonskom nivou osposobilo bi bataljon da neprijateljskim oklopnim vozilima nanese iscrpljujuće gubitke, pre nego što bi se oni razvili u normalni borbeni poredak.

MERLIN se sastoji iz pet glavnih podsklopova: prednjeg aktivnog milimetarskog radarskog senzora, sklopa za upravljanje letom (sadrži 4 komandne površine, elektroniku, instrumente i termičku električnu bateriju za napajanje), kumulativne bojne glave sa sigurnosnim i armirajućim mehanizmom, rasklopivih repnih stabilizatora i pogonskog primarnog i sekundarnog punjenja.



*Punjenje britanskog minobacača 81 mm RO samovođenom minom MERLIN*

Milimetarski radarski sistem obavlja sve funkcije za akviziciju cilja, samovođenje i napajanje. Nije potrebno označavanje ciljeva, a procedure nišanja za MERLIN su iste kao kod otvaranja vatre na normalni cilj na bojnopolju. Tipičan postupak pri napadu na cilj bio bi sledeći: rukovodilac za upravljanje vatrom daje informaciju posluži minobacača, koja vadi minu MERLIN iz hermetičkog sanduka i na uobičajeni način puni minobacač. Posle izlaska iz cevi razvija se 6 repnih stabilizatora, armira se bojna glava i aktivira termička baterija.

Kada mina dostigne maksimalnu visinu, aktivira se milimetarski senzor, a čim počne da se kreće po silaznom delu trajektorije razvijaju se prednje komandne površine i senzor počinje da osmatra teren na zemlji. Tada nastaje stabilizovanje ugla nagiba (oko aksijalne ose) i padnog ugla, a počinje traženje ciljeva na zemlji na površini oko 300 m<sup>2</sup>. Ukoliko nema pokretnih ciljeva za praćenje, aktivira se drugi postupak za pretraživanje i lociranje nepokretnih ciljeva. Čim je cilj detektovan, počinje samovođenje mine do udara u cilj, a bojna glava probija najteže oklope savremenih tenkova, pešadijskih borbenih vozila i oklopnih transportera.

Firma BAe već učestvuje u razvoju 120 mm vođene minobacačke mine u kooperaciji sa francuskom firmom THOMSON BRANDT ARMEMENT; BAe je odgovorna za elektroniku a THOMSON BRANDT za projektil. U ovom projektu takođe saraduje i švajcarska firma MFA. Vođena minobacačka 120 mm mina imaće novi sistem za traganje i poboljšanu elektroniku u odnosu na MERLIN. Ona će postizati domet od 8000 m, a njena tandem bojna glava biće u stanju da uništi tenk sa savremenim eksplozivnim reaktivnim oklopm.

\* Prema podacima iz: JANE'S DEFENCE WEEKLY 28. novembar, 1988.

### **Modularna prikolica za dekontaminaciju »DECOJET« zapadnonemačke firme »KÄRCHER« \***

Zapadnonemačka firma ALFRED KÄRCHER GmbH, specijalizovana za proizvodnju opreme iz oblasti dekontaminacije, razvila je prikolicu DECOJET, koja omogućuje jednostavno i uspešno rešavanje zadataka dekontaminacija, dezinfekcija i detoksikacija).

DECOJET predstavlja kompletan dekontaminacioni sistem velikog kapa-

citeta, koji ima široko polje primene obuhvatajući:

- tehniku (oklopna i neoklopna vozila, avioni, helikopteri, brodovi);
- zaštitnu NHB odeću, oružja i borbenu opremu;
- ljudstvo (bez i sa zaštitnom NHB opremom);
- terene od strategijske važnosti (aerodromi, luke, skladišta, itd.);
- građevinske objekte, postrojenja, skloništa, šatore i dr.



Sl. 1 Komplet prikolice za dekontaminaciju DECOJET u radnom položaju (dužina karoserije 2,96 m, širina 2,45 m, visina 2,46 m, ukupna masa bez vode 3 t, ukupna masa sa vodom 4 t)

Uz ove specifične primene mogu se dodati i raznovrsni svakodnevni poslovi kao što su: održavanje materijala čišćenjem parom visokog pritiska, konzerviranje i dekonzerviranje, fosfatiranje, vlažno peskiranje, degaziranje cisterni, uništavanje artiljerijskih eksplozivnih materija, borba protiv požara, odleđivanje vazduhoplova i drugih tehničkih sredstava. Srednji učinak dekontaminacije DECOJET-a u vremenu od jednog časa je sledeći:

- vozila, teški kamioni, vazduhoplovi: 4 do 5 sistema (ako boja nije otporna na hemijske agense);
- ljudi — — — najmanje 150
- odeća i oprema (kompleta) — — — 15 do 20

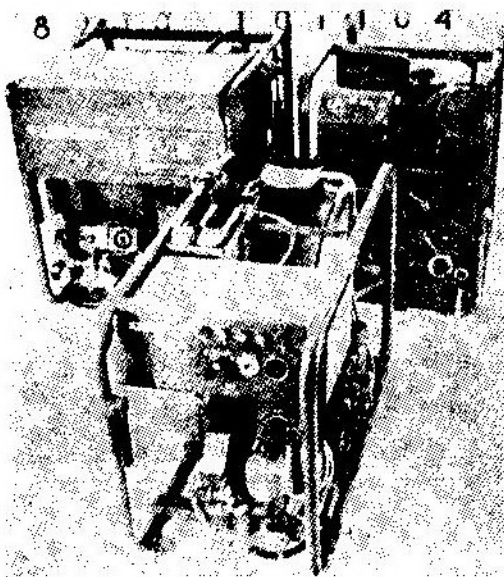
Sa punom cisternom prikolica može da dekontaminira aerodromsku PSS na dužini 400 m i širini 5 m.

Prikolicu DECOJET formiraju tri autonomna modula, koji omogućuju istovremenu dekontaminaciju materijala, ljudstva i odeće:

— MPDS (Multi-Purpose Decont System): višenamenski sistem za dekontaminaciju;

— C8-DADS (C8-Direct Application Decont System): sistem za dekontaminaciju materijala i terena;

— MPS 3200: grupa motorne pumpe.



Sl. 2 Tri nezavisna modula (svaki sa motorom i pumpom visokog pritiska) koji formiraju prikolicu DECOJET: gore levo C8-DADS, gore desno MPS 3200, u sredini MPDS

Prikolica DECOJET transportuje sve hemijske dekontaminacione materijale potrebne za njenu autonomnu funkciju: hipohlorit tetrakalcijuma (tetrakalcik) sa emulgatorom (dezintoksikacija/detoksikacija/nuklearna dekontaminacija), RM 54+kalcijumska stabilizacija (de-radijacija/čišćenje), RM 21 (tuševi — ljudstvo/čišćenje), RM 35 (dezinfekcija).



Za svaku operaciju, prema optimalnim dekontaminacionim postupcima (radioaktivna dekontaminacija, dezinfekcija i detoksikacija/dezintoksikacija), primenjuju se sledeći faktori:

— količina vode (litar/h)	— — —	od 0 do 11000
— pritisak (bar)	—	od 0 do 70
— temperatura (°C)	—	od 0 do 210
— vreme	— — —	sinhronizovano

\* Prema podacima iz: DEFENSE & ARMEMENT HERACLES INTERNATIONAL, 76/1988.

### Zapadnonemačka samohodna haubica 155 mm »PZH 2000« \*

Budući da je zajednički razvoj NATO samohodne haubice 155 mm SP-70 prekinut, u SR Nemačkoj se paralelno sa modernizacijom samohodne haubice 155 mm M109, vrši razvoj nove samohodne haubice 155 mm PZH 2000. Sredinom 1987. godine koncerni WECO (Wegmann i Krupp Mak) i KM (Kraus-

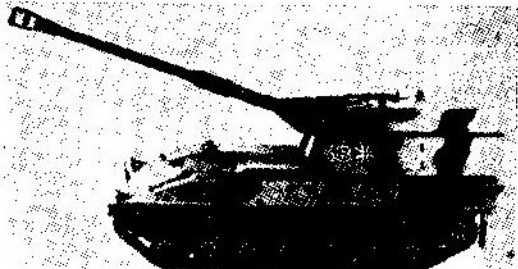


Sl. 1 Model samohodne haubice 155 mm PZH 2000 KM

-Maffei, Kuka, Porsche i Rheinmetal) počeli su razvoj dva konkurentna prototipa. Za samohodnu haubicu 155 mm PZH 2000 KoV SR Nemačke je posta-

vio sledeće osnovne taktičko-tehničke zahteve:

- municijski komplet najmanje 60 metaka sa pripadajućim barutnim punjenjima;
- automatski punjač koji obezbeđuje veliku brzinu gađanja;
- u slučaju otkaza automatskog punjača, moguće ručno punjenje sa velikom brzinom gađanja;
- domet sa klasičnim TF projektilom veći od 30 km;



Sl. 2 Model samohodne haubice 155 mm PZH 2000 WECO

— oklopna zaštita od streljačkog naoružanja (uključujući teške mitraljeze sa projektilima sa tvrdim jezgrom) i parčadi artiljerijskih projektila i bombica kasetnih artiljerijskih projektila 152 mm čija je eksplozija u blizini samohodnog oruđa;

— NHB zaštita pri dužem vremenu upotrebe oruđa;

— oruđe mora da bude nezavisno od spoljašnje topografske pripreme elementa gađanja i sistema za upravljanje vatrom;

— velika pokretljivost i pouzdanost.

U oba navedena oruđa treba da se ugradi cev dužine 52 kalibra (8060 mm) nakon usvajanja balističkog rešenja u NATO za cev velikog dometa (ERO — Extended Range Ordnance).

Razvoj prototipova treba da se završi u toku 1989. godine.

\* Prema podacima iz: SOLDAT UND TECHNIK, 3/1989.

## Nova familija radara švedske firme »ERICSSON«\*

Švedska firma ERICSSON objavila je razvoj i uvođenje u naoružanje nove familije osmatračkih radara za taktičku PVO. Ukratko rečeno, nova familija radara daje potpun odgovor na novu filozofiju PVO srednjeg i kratkog dometa. Novi radari su već u proizvodnji i biće zvanično predstavljeni ove godine na vazduhoplovnom mitingu u Farnboroughu.

Aktivnosti ERICSSONA na polju PVO dobro su poznate kroz uspešni osmatrački radar GIRAFFE. Bilo bi, međutim, pogrešno smatrati novu familiju radara kao prostu seriju daljih poboljšanja tog radara. ERICSSON je problemu protivvazdušne odbrane posvetio mnogo više pažnje nego što je uobičajeni tehnološki napredak u proizvodnji radara.



Radar GIRAFFE 50

Nova familija osmatračkih radara su ustvari radari kombinovani sa komandnim ili kontrolnim centrima. Tako je ERICSSON predstavio radare GIRAFFE 40, GIRAFFE 75, GIRAFFE

50 AT i HARD (gde brojevi označavaju domete).

Svi članovi ove familije su radari u C opsegu, sa TWT cevima, digitalnim MTI, Dopler — procesingom, CFAR-om itd.

Verzije 75 i 50 imaju mogućnost automatske evaluacije opasnih ciljeva i specijalni kanal za otkrivanje lebdećih helikoptera. Takođe, postoji i potpuna automatska kontrola vatre, što podrazumeva inicijalizaciju tragova, praćenje ciljeva (Kalmanovim filtrom), identifikaciju i označavanje ciljeva, evaluaciju opasnih ciljeva i specijalnu obradu ciljeva koji se iznenada pojave na kratkom rastojanju.

GIRAFFE 40 je nova, moderna, verzija osnovnog modela radara GIRAFFE, koja je namenjena za korišćenje sa raketama zemlja-vazduh srednjeg dometa, kao i sa klasičnim protivavionskim topovima.

I klasična verzija GIRAFFE mogla je da radi u BOFORSOVOM raketnom PVO sistemu RBS 70, a ova verzija je kompatibilna i sa mnogim drugim sistemima kao što su STINGER, MISTRAL i STRELA.

GIRAFFE 75 ima potpuno novu antenu i vrlo modifikovanu elektroniku, a namenjena je za korišćenje u raketnim PVO sistemima srednjeg dometa kao što su HAWK, SPARROW, ASPIDE itd. Posebna pažnja posvećena je ECCM i C<sup>3</sup>I performansama.

GIRAFFE 50 je usavršena verzija GIRAFFE 40, a namenjena je za iste aplikacije kao i verzije 40 i 75. Pored povećanja dometa poboljšanja su išla u pravcu skraćivanja vremena detekcije — reakcije i u pravcu poboljšanja otpornosti na klater. Ovu vrstu radara naručila je norveška armija za svoj PVO sistem NALLADS (za borbu protiv niskoletućih ciljeva). Radi se o verziji 50 AT (A11 Terrain) koja je montirana na vozilima HAGGLUNDS Bv208 koja se lako kreću na terenima prekrivenim snegom.

**HARD** (Helicopter and Aircraft Radar Detection) je mali 3D radar kratkog dometa (16—20 km za avione i 8—10 za helikoptere) koji takođe ima razvijene C<sup>3</sup>I mogućnosti. Njegova prva operacionalna upotreba biće u kombinaciji sa RBS 90 raketnim sistemom, a montiran je na vozilima Bv208. Inače radi se o impulsnom Doplerovom radaru na X opsegu, namenjenom prvenstveno za detekciju helikoptera, kao i niskoletelih i opasnih ciljeva, koji se pojavljuju na vrlo kratkim rastojanjima.

\* Prema podacima iz: MILITARY TECHNOLOGY, maj, 1988.

## Informatika i perestrojka \*

U SSSR-u, informatika, koja je istovremeno i »nauka o računarima« i »nauka o informacijama«, uključena je u procese perestrojke. Iako Akademija nauka SSSR-a nikada informatiku nije uvrstila u naučnu disciplinu (već postoji opcija »... da je informatika samo oruđe u službi istraživača...«), informatika ima niz »obaveza« u procesima perestrojke.

U domenu mikroinformatike, sadašnji kapacitet sovjetske produkcije je oko 100000 personalnih računara godišnje (sa oko desetak modela mikroracunara). Već sada se ističe da će u petogodišnjem periodu 1986—1990. nedostajati 600000 mikroracunara.

Problem su i softveri — statistika na 130000 softvera pokazuje da je stopa njihovog ponovnog korišćenja (odnosno kompatibilnosti) 1,6, dok je u zapadnim zemljama — viša od 20.

Petogodišnjim planom 1986—1990. predviđena je proizvodnja 1,1 milion računara (50% je predviđeno za industriju, a 50% za obrazovanje). Novina je i organizovanje 15000 privatnih informatičarskih kooperativa (za sada pretežno u moskovskom regionu).

\* Prema podacima iz: DEFENCE NATIONALE, april, 1989.

## Razvijeni ekspertni sistem-program »CYC« \*

Sa proizvodnjom sve »inteligentnijih« računara, vezano je i pitanje formiranja ogromnih baza podataka najširih i najrazličitijih vrsta znanja.

Jedan takav pokušaj je u toku. Reč je o američkom programu CYC (čita se sajk), čije je ime izvedeno od reči ENCYCLOPEDIA. Cilj ovog programa je »snabdevanje« računara dovoljnom količinom znanja (a postoji kvalitativna razlika između podataka i znanja), tako da računar može da rezonuje o tipičnim subjektima u enciklopediji.

Ovo istraživanje vodi korak dalje od sadašnjeg stanja informatike, gde postoje uspešni ekspertni sistemi u usko specijalizovanim oblastima, ali ujedno i potpuno nekompletni za oblasti, izvan osnovne.

Mada veštačka inteligencija već čini mnoge značajne realizacije, još uvek su saznanja o višim aspektima mišljenja skromna. Stoga su nastojanja projekta CYC više nego značajna.

\* Prema podacima iz: RACUNARI, 48/1989.

## Novi sovjetski personalni računar »ES 1841« \*

SSSR je proizveo novi personalni računar ES 1841, koji može da formira i lokalnu kružnu mrežu. Kod memorije od 512 do 1.536 kB direktan prilaz obezbeđuju 4 kanala i prekidi na 8 nivoa. Ima 2 diskete i disk od 10 ili 20 MB. Među perifernim uređajima je iglični štampač od 160 zn/s sa programabilnim stvaranjem znakova. U grafici je za raščlanjavanje od 640×200 tačaka uz 16 nijansi sive boje ili 16 boja. Digitalni sintizator ima 200 bps. Moguća su 4 operativna sistema, kompatibilna sa M86, MS DOS, UNIX i MICROS 1841.

Novi personalni računar prikazan je na prolećnom Lajpciškom sajmu '89.

\* Prema podacima iz: PRAKSA, 4/5, 1989.

## Novi britanski disk\*

Britanska firma TAUNTON ENGINEERING proizvela je novi disk DISK DOUBLER ili »napumpani« disk. S obzirom da su često kapaciteti hard diska nedovoljni, nađeno je rešenje u obliku hardversko-softverskog paketa DISK DOUBLER, koji duplira kapacitet hard diska i to tako što komprimuje podatke koji se unose, a dekomprimuje ih pri likom njihovog pretraživanja sa diska.

Za sada ne postoje podaci o ceni i uslovima kupovine.

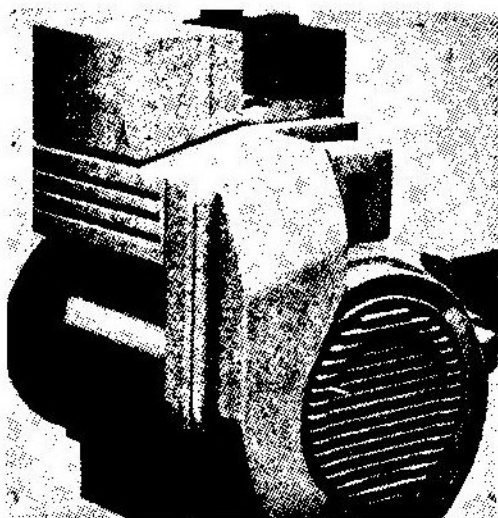
\* Prema podacima iz: SVET KOMPJUTERA, maj, 1989.

## Dizel-motori serije »FL 208/210« zapadnonemačke firme »DEUTZ«\*

Zapadnonemačka firma DIESEL KHD DEUTZ proizvodi novu seriju dizel-motora FL 208/210, čiji je raspon snaga između 2,6 i 14,5 kW pri brojevima obrtaja 1500 do 3600 min<sup>-1</sup>.

Ovi motori modularne konstrukcije, kompaktni, efikasni i pouzdani, sa direktnim ubrizgavanjem goriva, imaju jedan ili dva cilindra u liniji. Njihova osnovna namena je primena kod elektrogeneratora, kompresora, hidrauličnih pumpi, čamaca za spasavanje, itd.

Motori FL 208 F imaju novi sistem za direktno ubrizgavanje goriva DEUTZ koji se odlikuje ekonomičnošću i malim stvaranjem izduvnih gasova.



Dizel-motor DEUTZ F2L208F koji je koncipirala istraživačka grupa FROGDESIGN

Vedeta serije FL 208 F omogućuje dobijanje pune snage pri dva ekstremna položaja kolenastog vratila. Hidraulične pumpe sposobne su da koriste maksimalnu snagu čim se puste u pogon.

\* Prema podacima iz: DEFENSE & ARMEMENT HERACLES INTERNATIONAL, 80/1989.

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, obrazovanju 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 — sižeu, 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 proredom). 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 brojeane 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.





