

GENERALŠTAB VOJSKE SRBIJE I CRNE GORE

VOJNOIZDAVAČKI ZAVOD

Direktor

Pukovnik
SLAVOLJUB JOVANČIĆ

UREĐIVAČKI ODBOR

General-major
dr MILUN KOKANOVIĆ, dipl. inž.
(predsednik Odbora)

General-potpukovnik
dr IVAN ĐOKIĆ, dipl. inž.

General-major
PAVLE GALIĆ, dipl. inž.

Profesor
dr SINIŠA BOROVIĆ, dipl. inž.

Profesor
dr MILIĆ STOJIĆ, dipl. inž.

Profesor
dr MOMČILO MILINOVIĆ, dipl. inž.

Pukovnik
dr SVETOMIR MINIĆ, dipl. inž.
(zamenik predsednika Odbora)

Pukovnik
DRAGOMIR KRSTOVIĆ, dipl. inž.

Pukovnik
dr VASILJE MIŠKOVIĆ, dipl. inž.

Pukovnik
dr BRANKO ĐEDOVIĆ, dipl. inž.

Pukovnik
dr MILENKO ŽIVALJEVIĆ, dipl. inž.

Pukovnik
SRBOLJUB PETROVIĆ, dipl. inž.

Pukovnik
mr DRAGOSLAV UGARAK, dipl. inž.

Pukovnik
dr LJUBIŠA TANČIĆ, dipl. inž.

Pukovnik
dr MILJKO ERIĆ, dipl. inž.

Pukovnik
VOJISLAV MILINKOVIĆ, dipl. inž.

Pukovnik
mr RADOMIR ĐUKIĆ, dipl. inž.

Pukovnik
sc STEVAN JOSIFOVIĆ, dipl. inž.
(sekretar Odbora)

* * *

Glavni i odgovorni urednik

Pukovnik
sc Stevan Josifović, dipl. inž.
(tel. 300-60-23)

Sekretar redakcije

Zora Pavličević
(tel. 2641-795, vojni 22-431)

Adresa redakcije: VOJNOTEHNIČKI
GLASNIK – BEOGRAD, Balkanska 53

E-mail: vtg@viz.vj.yu

Pretplata tel.-fax: 3612-506, tekući račun:
840-51845-846 RC SMO Topčider – za VIZ,
poziv na broj 054/963

Rukopisi se ne vraćaju. Štampa: Vojna
štampanija – Beograd, Resavska 40b

ISSN: 0042-8469

UDC: 623 + 355/359

STRUČNI I NAUČNI ČASOPIS MINISTARSTVA ODBRANE SRBIJE I CRNE GORE

VOJNOTEHNIČKI

G L A S N I K



Vojnotehnički glasnik je,
povodom 50 godina rada,
odlikovan Ordenom VJ
trećeg stepena

6

GODINA LIII • NOVEMBAR–DECEMBAR 2005.

*Čitaocima
i saradnicima
čestitamo
novu
2006.
godinu*

Redakcija

Dr Slavko Pokorni,
pukovnik, dipl. inž.
Vojna akademija,
Beograd

STATISTIČKA ANALIZA BEZBEDNOSTI TEHNIČKIH SISTEMA U TOKU EKSPLOATACIJE

UDC: 62-7 : 311.7

Rezime:

U radu su prikazane osnove teorije bezbednosti tehničkih sistema. Ukratko je prikazan razvoj teorije bezbednosti proizvoda, analiziran je odnos pojmova pouzdanost i bezbednost proizvoda, kao i drugih koji se koriste u istom smislu. Dati su i osnovni pojmovi iz oblasti bezbednosti tehničkih sistema, kao i pokazatelji i indikatori bezbednosti tehničkih sistema. Analizirani su osnovni principi ostvarivanja bezbednosti tehničkih sistema i prikazani osnovi statističke analize bezbednosti tehničkih sistema u eksploataciji na osnovu predznaka o mogućnosti nastanka udesa.

Ključne reči: bezbednost, tehnički sistem, eksploatacija, šteta, udes.

STATISTICAL ANALYSIS OF TECHNICAL SYSTEMS SAFETY DURING THEIR USAGE

Summary:

The fundamentals of theory of technical systems safety are presented in this paper. A short history of theory of product safety is given and relationship between reliability and safety terms is analyzed as well as other similar terms. The basic terms from technical systems safety area are given as well as index and indicators of the technical systems safety. The basic principles of technical systems safety are analyzed and the fundamentals of statistical analysis of technical systems safety during usage, based on indices of possibility of accident are shown.

Key words: technical systems, safety, usage, statistical analysis, harm, accident.

Uvod

Bezbednost rada jedna je od osnovnih osobina koje se tiču kvaliteta, pogotovo ako se ima u vidu pravo društva i pojedinca da budu zaštićeni od tereta i usluga opasnih po zdravlje i život. Praksa, u svetu, svedoči o porastu broja nesrećnih slučajeva, trauma i drugih nezgoda, odnosno vanrednih događaja u vojsci, zbog nedovoljnog nivoa bezbednosti. Održavanje tehničkih sistema u tome nije izuzetak, već negativan primer. Zbog sve starije

tehnike koja se koristi, nemogućnosti njene zamene, želje da se izvrši zadatak po svaku cenu, pri čemu se zanemaruju neka pravila pri upotrebi, i niza drugih faktora, može se reći da je problem bezbednosti tehničkih sistema u toku njihove eksploatacije dobio globalni značaj.

Radi toga veoma je važna razrada metodologije upravljanja bezbednošću tehničkih sistema u eksploataciji.

Primena teorije bezbednosti tehničkih sistema, u našoj vojsci, mogla bi da ima korisne efekte u preventivi udesa,

odnosno vanrednih događaja, pogotovo onih sa teškim posledicama (prvenstveno smanjenju vanrednih događaja sa smrtnim posledicama, povredama i velikim materijalnim štetama).

U radu su korišćene sledeće oznake i skraćenice:

FMECA – analiza vrste i kritičnosti otkaza,

G – gotovost,

K – kritičnost otkaza,

M(N) – matematičko očekivanje broja nepoželjnih događaja,

n – specifično srednje vreme nepoželjnih događaja,

N – broj nepoželjnih događaja,

NNE – narušavanje normalne eksploatacije,

RIZ – rizik,

R_{pr} – granica rejtinga NNE za verovatnoću poverenja veću od 0,5,

R(t) – verovatnoća ispravnog rada (pouzdanost),

SUO – stanje u otkazu,

SUR – stanje u radu,

T – vreme do otkaza.

Razvoj teorije bezbednosti proizvoda

Teorija bezbednosti proizvoda, a prema tome i tehničkih sistema, kao samostalna naučna disciplina, formirana je šezdesetih i sedamdesetih godina 20. veka, sa razvojem naučnotehničke revolucije. Treba napomenuti da je u oblasti ostvarivanja bezbednosti proizvoda dugo vladala koncepcija „apsolutne bezbednosti“, kod koje se pretpostavljalo da se determinističkim proračunom, uz analizu najgorih varijanti udesa, i uzimanjem u obzir rezerva

ve pri projektovanju, postiže bezbednost objekta u upotrebi. Međutim, time je ignorisan slučajni karakter incidenata uslovljenih nizom malo verovatnih uzroka koji nisu uzimani u obzir u toku proračuna. Tome je doprinelo nekoliko uzroka.

Najpre, po pravilu, u analizama mogućih scenarija udesa nisu uzimani u obzir mogući načini prerastanja poremećaja normalne eksploatacije u udes, već samo najgora moguća varijanta. Smatralo se da nastupanje i te najgore varijante neće imati posledice veće od predviđenih projektom, tj. iako se proizvod (objekat) nije mogao smatrati potpuno bezbednim, ipak je smatrano da će posledice biti ograničene. Ovakav pristup praksa je opovrgla. Drastičan primer su udesi do kojih je došlo u Černobilu i pri lansiranju Čelindžera.

Takođe, za većinu tehničkih sistema nisu bili definisani pokazatelji bezbednosti, a zbog toga nisu bili predviđeni ni ciljevi upravljanja i prikupljanja neophodnih informacija o bezbednosti. Osim toga, dugo vremena se smatralo neprikladnim da se rizik uzima u obzir kao pokazatelj bezbednosti, što je, u krajnjem, vodilo ignorisanju principa da se odluka donosi na osnovu činjenica.

Spoznaja o slučajnom karakteru uzroka udesa dovela je do promene pristupa ostvarivanju bezbednosti, pa je danas, u svetu, prihvaćena koncepcija *prihvatljivog rizika*, u čijoj su osnovi metode analize bezbednosti zasnovane na matematičkoj statistici i teoriji verovatnoće.

Norme (kriterijumi) rizika zavise od stepena ekonomskog razvoja. Što je viši nivo ekonomskog razvoja i kulture bezbednosti, to su viši zahtevi za bezbednost potencijalno nebezbednih proizvoda, a time niži nivoi prihvatljivog rizika.

Može se reći da je uvođenje rizika od udesa, kao univerzalne karakteristike bezbednosti, predstavljalo jednu vrstu revolucije u pristupu upravljanju bezbednošću. Takav pristup već je dao značajne rezultate, i omogućio predviđanje udesa i konačno formiranje teorije bezbednosti. Metode teorije pouzdanosti mogu se primeniti i u teoriji bezbednosti, ali pored proračuna verovatnoće otkaza treba proceniti i posledice tih otkaza.

Tokom razvoja teorije bezbednosti, po pravilu, analizirana je bezbednost proizvoda, npr. tehničkog sistema. Međutim, bezbednost je važna karakteristika kvaliteta, ne samo proizvoda već i usluga, kao što je održavanje tehničkih sistema. U [6] se koristi zajednički naziv „proizvod“¹, koji se definiše kao „rezultat procesa“, a u napomeni se kaže da postoje četiri generičke kategorije proizvoda: usluge (npr. transport); softver (npr. računarski program, rečnik); hardver (npr. mehanički deo mašine) i procesni materijali (npr. sredstvo za podmazivanje). Praksa pokazuje da su i mnoge usluge potencijalni izvori opasnosti, pa ih treba analizirati sa aspekta bezbednosti. Za to se mogu koristiti i već poznate metode u teoriji pouzdanosti, npr. FMECA (analiza vrste i kritičnosti otkaza) [1], koja analizira uticaj tehnoloških operacija na bezbednost sredstva koje se održava, odnosno remontuje, ali i uticaj operacija na bezbednost samog procesa održavanja (nepridržavanje nekih od operacija može imati kritične posledice po proces održavanja – uticaj na sredstvo pri tome se ne uzima u obzir).

¹ Mnogi proizvodi sadrže elemente koji pripadaju različitim generičkim kategorijama proizvoda. Od dominantnog elementa zavisi da li će se neki proizvod nazvati usluga, softver, hardver ili procesni materijal.

Primena teorije bezbednosti u eksploataciji proizvoda (naoružanja i vojne opreme, tehničkih sistema i sl.), u vojsci ima veliki značaj, posebno u smanjenju tzv. vanrednih događaja.

Bezbednost tehničkih sistema

U domaćoj literaturi koriste se različiti termini za pojam bezbednost. Tako se, u prevodu naslova [1], koristi termin sigurnost, koji potiče od engleskog *safety*, odnosno ruskog *bezopasnost*.

Međutim, u [5] je engleski termin *safety*, preveden kao bezbednost i ima značenje „odsustvo neprihvatljivih rizika od štete“, pri čemu se u napomeni dodaje: „U standardizaciji² bezbednost proizvoda, procesa ili usluga uglavnom ima za cilj optimalnu uravnoteženost niza faktora, uključujući i netehničke faktore kao što je ljudsko ponašanje, da bi se rizici i štete (koji se mogu izbeći) ljudima i dobrima otklonili do prihvatljivog nivoa“.

Analiza sadržaja pokazuje da je u [1] ruski termin *bezopasnost* korišćen upravo u smislu kako je definisan u [5] pod nazivom bezbednost.

U [6], u delu za termine koji se odnose na karakteristike kvaliteta, definisan je pojam *sigurnost funkcionisanja* (engl. *dependability*) u značenju „skup svojstava koji opisuje raspoloživost i faktore koji na nju utiču: pouzdanost, pogodnost održavanja i logistička podrška održavanju“. U napomeni se kaže: „Sigurnost funkcionisanja koristi se samo za opšte opisivanje i nije kvantitativnog karaktera“. Pri tome se poziva na IEC 60050-191:1990.

² Standardizacija prema [5] predstavlja aktivnost na utvrđivanju odredbi za opštu i višekratnu upotrebu, u odnosu na stvarne ili potencijalne probleme, radi postizanja optimalnog nivoa urednosti u datom kontekstu.

Pojam bezbednost, u smislu kao u ovom radu, koristi se i u [2, 8]. U [2] piše: „U praksi se često, pored pojma pouzdanost, sreće i pojam bezbednost. Bezbednost podrazumeva čuvanje ljudskih života i njegovih efektivna i razmatra moguće tipove, razloge i efekte otkaza koji utiču na ličnu bezbednost osoblja koje koristi ili održava sisteme. Često se i bezbednost prikazuje kao verovatnoća da se neće dogoditi otkaz sistema koji dovodi do ugrožavanja života ljudi. Ovakvi otkazi su kritični otkazi. Kako se u okviru pouzdanosti analiziraju svi otkazi i efekti otkaza i određuje verovatnoća otkaza, to znači da pouzdanost šire i sveobuhvatno razmatra problematiku otkaza, a bezbednost uže i samo u vezi sa otkazima koji utiču na sigurnost ljudi“.

Tako su prevagnuli razlozi da se u ovom radu koristi termin bezbednost umesto sigurnost. Uostalom, autor je termin bezbednost, u značenju kao u ovom radu, već koristio u [2].

Osnovni pojmovi iz oblasti bezbednosti tehničkih sistema

U osnovi pojmova koji se odnose na bezbednost je prvenstvo koje se daje zaštiti čoveka kao društvene jedinice, odnosno o ljudskim pravima, što je u skladu sa međunarodnim dokumentima, kao što je Rezolucija Generalne skupštine Ujedinjenih nacija iz aprila 1985. godine broj 39/248. Tu se bezbednost razmatra kao tehnoe ekonomska osobina proizvoda, i kao osnovni koristi se pojam *šteta*, pod kojim se podrazumeva pripadajuća karakteristika stanja proizvoda, koja odražava proces pogoršanja kvaliteta proiz-

voda [1]. Iz tog pojma logično se izvode dve osobine proizvoda:

- nebezbednost proizvoda – osobina proizvoda koja karakteriše njegovu sposobnost da nanese štetu;

- bezbednost proizvoda – osobina proizvoda koja karakteriše njegovu sposobnost da spreči nastanak štete ili ograniči njenu veličinu.

Prema tome, sva moguća stanja proizvoda celishodno je razdvojiti na bezbedna i nebezbedna. S obzirom na to da praktično neprekidno postoje uzroci koji mogu dovesti do nebezbednog stanja, a prema tome i štete, potrebno je odrediti veličinu štete do koje se smatra da je objekat bezbedan, u skladu sa odgovarajućim kriterijumom (tehničkim, ekonomskim ili društvenim).

Zbog toga se uvodi pojam *prihvatljiva šteta*, koja označava krajnju veličinu štete nakon koje kvalitet proizvoda pada ispod dozvoljene vrednosti. Na osnovu nje lako se definišu pojmovi:

- nebezbedno stanje, kao stanje koje nastupa kada je šteta premašila vrednost prihvatljive štete,

- bezbedno stanje, kao stanje kada je šteta ispod vrednosti prihvatljive štete.

Dalje pogoršanje stanja proizvoda, usled delovanja uzroka nebezbednosti, može se dovesti u vezu sa nivoom štete koji se može nazvati *dozvoljenom štetom*.

Stanje proizvoda koje nastaje kada šteta premaši veličinu dozvoljene štete može se nazvati *udes* ili *havarija*.

Stanje proizvoda kada je on sposoban da ispunjava zahtevane funkcije naziva se *ispravno stanje* ili *stanje u radu* – *SUR* [2]. Sa stanovišta bezbednosti objekat može iz stanja u radu preći u stanje u otkazu (*SUO*) koje može biti bezbedno

ili nebezbedno. Prelaz proizvoda iz stanja u radu u bezbedno stanje u otkazu može se nazvati *poremećaj* (*narušavanje*) *normalne eksploatacije (NNE)*. Sa stanovišta pouzdanosti prelaz proizvoda iz stanja u radu u stanje u otkazu naziva se *otkaz*. Prema tome, *NNE* može biti povezano sa otkazom nekog dela (elementa) sistema.

Međutim, ne dovode samo otkazi do *NNE*. Do *NNE* može dovesti i nepredvideni nepravilni postupak čoveka-operatora, ili propust da se preduzme potreban pravilni postupak, što se naziva *greška čoveka*.

Prelaz proizvoda iz *SUR* u nebezbedno *SUO* naziva se *nezgoda*, a prelaz iz *SUR* u havarijsko stanje *udes*.

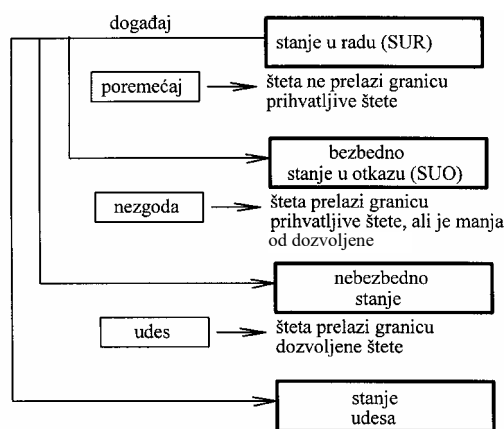
Svi događaji u vezi sa nebezbednošću mogu se nazvati *incidenti*.

Klasifikacija događaja i stanja proizvoda u vezi sa bezbednošću prikazana je na slici 1.

Incident (*NNE*, *nezgoda* i *udes*) karakteriše se uzročnim (incidentnim) događajem, tokom nastanka i posledicama (veličinom štete). Uzročni događaji mogu biti otkazi elemenata proizvoda, greške čoveka ili spoljni (u odnosu na objekat) događaji – požari, udari groma, poplave, itd.

Radi klasifikacije otkaza elemenata proizvoda, sa stanovišta njihovog uticaja na bezbednost, uvodi se pojam *kritičnosti otkaza*, pod kojim se podrazumeva skup karakteristika koje karakterišu posledice otkaza. Za kriterijum klasifikacije mogu se uzeti direktni ili indirektni gubici izazvani otkazom (uključujući i gubitke izazvane uništenjem samog proizvoda). Po kritičnosti, otkazi se dele na:

- kritične, čije posledice dovode do prelaska proizvoda u stanje udesa,



Sl. 1 – Klasifikacija osnovnih događaja i stanja pri analizi bezbednosti proizvoda

- važne, koji pri prelasku proizvoda u nebezbedno ili bezbedno stanje u otkazu imaju za posledicu samo znatne ekonomske gubitke (štete),

- nevažne (sporedne), ako su posledice prelaska proizvoda u bezbedno stanje u otkazu samo neznatni ekonomski gubici.

Prema tome, pri analizi bezbednosti treba prvenstveno analizirati kritične otkaze. U tome je suština povezanosti pouzdanosti i bezbednosti proizvoda.

Pokazatelji i indikatori bezbednosti

Pokazatelj je veličina koja predstavlja kvantitativnu karakteristiku odgovarajuće osobine proizvoda. Kako je i bezbednost osobina proizvoda, celishodno je formirati skup pokazatelja koji kvantitativno karakterišu tu osobinu.

Formiranje pokazatelja bezbednosti zasniva se na primeni odgovarajućih principa izbora pokazatelja, kao što su neophodnost (međusobna nezavisnost pokazatelja), dovoljnost, usklađenost sa

definicijom osobine koju karakterišu [1]. Ako se pođe od toga da se udes karakteriše sa tri faktora: uzročni događaj, tok dešavanja udesa i konačno stanje proizvoda posle udesa (posledice), primenom ovih principa mogu se uvesti i tri grupe pokazatelja bezbednosti:

– pokazatelji koji karakterišu uzročne događaje (na primer, učestalost uzročnih događaja);

– pokazatelji koji karakterišu tok dešavanja udesa (na primer, srednje vreme dešavanja udesa);

– pokazatelji koji karakterišu konačno stanje proizvoda posle udesa (na primer, srednja veličina štete).

Pokazatelji se mogu odnositi samo na jednu grupu (pojedinačni), ali i na više grupa (složeni). Međutim, mogu se odnositi samo na specifičnost jednog proizvoda (posebni) ili primeniti na više proizvoda (univerzalni). Od univerzalnih pokazatelja osnovni su sledeći: – pouzdanost, – gotovost, – operativna gotovost, – kritičnost otkaza, – specifično srednje vreme nepoželjnih događaja i rizik.

Pouzdanost se definiše kao verovatnoća ispravnog rada $R(t)$ i često je u direktnoj vezi sa posebnim pokazateljima.

Gotovost G definiše se za ustaljeno stanje, a ne uzimaju se u obzir intervali kada se planski ne predviđa korišćenje proizvoda (vreme za preventivno održavanje, remont, planirano skladištenje ili transport).

Operativna gotovost G_o može se odrediti izrazom:

$$G_o = G \cdot R(t_z) \quad (1)$$

gde je: – $R(t_z)$ pouzdanost za koju se smatra da ne zavisi od prethodnog vremena t , već samo od zadatog intervala t_z ,

a do intervala vremena t_z smatra se da gotovost ima vrednost G . Prethodni izraz podrazumeva da vreme rada do otkaza podleže eksponencijalnoj raspodeli.

Kritičnost otkaza K podrazumeva neki broj iz unapred zadatog opsega (bezdimenzionalna veličina) koji karakteriše posledice otkaza. Što je veća vrednost K , to su posledice otkaza veće. Kritičnost otkaza može karakterisati pouzdanost ili bezbednost. Ako je otkaz važan ili nevažan (samo u ekonomskom smislu) kritičnost otkaza karakteriše pouzdanost proizvoda, a ako je otkaz kritičan odgovarajuća vrednost K karakteriše bezbednost proizvoda.

Specifično srednje vreme nepoželjnih događaja n predstavlja matematičko očekivanje broja nepoželjnih događaja (otkaza, NNE, nezgoda, udesa) i definiše se relacijom:

$$n = \frac{M(N)}{T} \quad (2)$$

gde je $M(N)$ matematičko očekivanje broja nepoželjnih događaja N (otkaza, NNE, nezgoda, udesa) koji se dešavaju za vreme rada do otkaza T . Ovaj pokazatelj važi za objekte istog tipa.

Rizik RIZ je verovatnoća nastanka unapred predviđenih neželjenih posledica (na primer, udesa sa predviđenom štetom). Što je rizik veći objekat je manje bezbedan. U opštem slučaju rizik se izračunava relacijom [1]:

$$RIZ = \text{verovatnoća (šteta} > \text{dozvoljene štete)} \quad (3)$$

Međutim, prema savremenim postavkama teorije rizika, rizik se računa kao [9, 10]

$$RIZIK = \text{verovatnoća} \times \text{posledice} \quad (3a)$$

Na osnovu prethodnih relacija očigledno je da mere bezbednosti proizilaze iz analize udesa (pretpostavljenih ili onih koji su se već dogodili).

Indikator, za razliku od pokazatelja bezbednosti, karakteriše ne samo bezbednost proizvoda, već odražava i stepen uticaja organizacije projektovanja i eksploatacije proizvoda na njegovu bezbednost.

Pokazatelji i indikatori bezbednosti treba da karakterišu bezbednost proizvoda u bilo kojoj fazi njegovog životnog ciklusa. Zbog toga se može govoriti o projekt-nim, eksploatacionim i sl. pokazateljima (indikatorima) bezbednosti, što omogućava da se analiziraju tendencije promene pokazatelja bezbednosti u toku projektovanja i proizvodnje proizvoda. Međutim, dok su pokazatelji bezbednosti nezavisni od faze životnog ciklusa (menja se samo njihova brojna vrednost), indikatori bezbednosti su bitno zavisni. Na primer, u fazi projektovanja kao indikator bezbednosti može se koristiti broj dorada na crtežima posle sprovedenih kontrola ili kritičnih neslaganja u projektnoj dokumentaciji.

Na izbor pokazatelja utiče i mogućnost da se oni proračunaju, pa se često oni koje nije moguće proračunati (zbog nedovoljno podataka) izostavljaju. Zavisno od osnove proračuna, pokazatelji bezbednosti mogu su podeliti i na determinističke i statističke, a od toga kako njihova vrednost utiče na nivo bezbednosti – na pozitivne i negativne. Pozitivni su oni kod kojih povećanje vrednosti pokazatelja daje viši nivo bezbednosti, a kod negativnih je suprotno. Prema tome, pokazatelji kao što su rizik i kritičnost spadaju u statističke složene univerzalne negativne pokazatelje bezbednosti. Klasifikacija pokazatelja (indikatora) bezbednosti prikazana je na slikama 2, 3 i 4.

Pokazatelji bezbednosti, po karakteru određivanja, spadaju u grupu statističkih. Stoga je i osnovni matematički aparat matematička statistika i teorija verovatnoće, pa se i proračun pokazatelja i analiza bezbednosti proizvoda naziva statističkom analizom bezbednosti.

Osnovni principi ostvarivanja bezbednosti tehničkih sistema

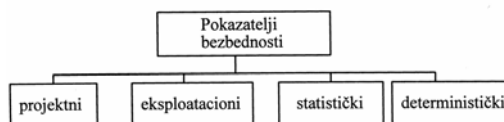
Do sada su u svetu razrađeni opšti univerzalni principi ostvarivanja bezbednosti potencijalno opasnih proizvoda. Zavisno od konkretnog sistema, ti principi mogu se dopunjavati i/ili adaptirati. Dok se došlo do tih principa svet je platio veliku cenu, jer su oni rezultat analize udesa i nezgoda koji su se desili, ali i iskustava iz upotrebe potencijalno nebezbednih proizvoda. Osnovni principi su [1]: princip duboko ešelonirane zaštite i princip reagovanja na pojedinačni otkaz.



Sl. 2 – Vrste karakteristika bezbednosti



Sl. 3 – Klasifikacija pokazatelja bezbednosti



Sl. 4 – Klasifikacija pokazatelja bezbednosti u zavisnosti od faze životnog ciklusa i načina proračuna

Princip *duboko ešelonirane zaštite* ima posebno mesto među osnovnim principima i pretpostavlja formiranje niza uzastopnih nivoa zaštite od mogućih otkaza elemenata proizvoda i grešaka čoveka, među kojima su:

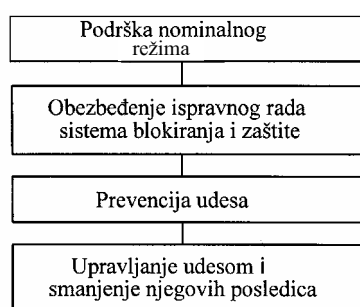
– postavljanje niza fizičkih prepreka (barijera) na putu prostiranja energije ili radi otklanjanja mogućnosti dolaska u dodir sa opasnim delovima proizvoda;

– preduzimanje tehničkih i administrativnih mera radi zaštite celovitosti i efektivnosti³ tih prepreka.

Pouzdanost barijera se, kao i pouzdanost proizvoda, ugrađuje u toku projektovanja, obezbeđuje u toku proizvodnje i podržava u toku eksploatacije. Tehničko stanje barijere kontroliše se u toku upotrebe, a ako nije u skladu sa zahtevima upotreba sistema, u kome se ona koristi preki-da se do uspostavljanja ispravnog stanja.

Ispravnost barijera i bezbednost proizvoda ostvaruje se nizom tehničkih i administrativnih mera [1].

Princip duboko ešelonirane zaštite, sa stanovišta bezbednosti, primenjuje se u skladu sa situacijom (slika 5).



Sl. 5 – Primena principa duboko ešelonirane zaštite

³ U [6] u delu za termine koji se odnose na menadžment (3.2), efektivnost (engl. effectiveness) definiše se kao „Mera realizacije planiranih aktivnosti i planiranih rezultata“.

Princip *reagovanja na pojedinačan otkaz* sastoji se u tome da sistem blokiranja i zaštite treba da ispunjava svoje funkcije kad god je to potrebno, i nezavisno od toga da li je otkazao neki element sistema blokiranja i zaštite. Sistem zaštite se uključuje pri otkazu elementa proizvoda ili pri grešci čoveka – operatora. U praksi se to ostvaruje rezerviranjem elemenata sistema zaštite. Da bi se obezbedila primena ovog principa, preduzimaju se različite mere rezerviranja i zaštite od otkaza, među kojima su, na primer, fizičko razdvajanje rezerviranih elemenata, različitost osnovnog i rezervnog elementa (ali obavljaju istu funkciju), itd.

Statistička analiza bezbednosti tehničkih sistema u eksploataciji na osnovu predznaka o mogućnosti nastanka udesa

Kao što je u uvodu napomenuto, zbog sve starije tehnike u upotrebi, nemogućnosti njene zamene, pa i subjektivnih razloga, pri čemu se zanemaruju neka pravila pri upotrebi, kao i niza drugih faktora, može se reći da problem bezbednosti tehničkih sistema u toku njihove eksploatacije ima ogroman značaj. Zbog toga je važna i neophodna razrada metodologije upravljanja bezbednošću tehničkih sistema u eksploataciji.

Pri analizi bezbednosti tehničkih sistema (proizvoda) sve događaje je pogodno grupisati na poremećaje, nezgode i udesa, kao što je to pokazano na slici 1.

U praksi, u toku upotrebe tehničkih sistema (TS), najčešće se registruju poremećaji, rede nezgode, a vrlo retko udesi. Broj poremećaja eksploatacije je za nekoliko redova (10 do 100 puta) veći od

ozbiljnih nezgoda i udesa. Zbog toga je logično da se operativno upravljanje bezbednošću zasnuje na rezultatima analize poremećaja. Pri tome treba imati u vidu da u uslovima ograničenih vremenskih i finansijskih resursa, mere koje će se preduzimati zavise od stepena opasnosti poremećaja. To ukazuje na potrebu da se definišu pokazatelji koji karakterišu težinu poremećaja, kao i odgovarajući metodi ocene uvedenih pokazatelja na osnovu eksploatacionih podataka.

Poremećaji sadrže dosta informacija o bezbednosti proizvoda, a njihova analiza, pa i statistička, omogućava izdvajanje faktora koji mogu dovesti do udesa.

Obični pokazatelji pouzdanosti, kojima se najčešće operiše radi analize bezbednosti u fazi eksploatacije, nisu dovoljni, jer ne karakterišu težinu poremećaja. Važna karakteristika poremećaja bila bi koliko je poremećaj blizak udesu. Zbog toga, kada se obavlja analiza bezbednosti proizvoda u eksploataciji, na primer, po broju poremećaja u jedinici vremena n , to $n_A < n_B$ ne znači i da je objekat A bezbedniji od proizvoda B, jer se može ispostaviti da su poremećaji proizvoda A bliži udesu nego poremećaji proizvoda B. Prema tome, klasični pokazatelji pouzdanosti nisu dovoljni za potpunu karakterizaciju bezbednosti proizvoda i potrebno je uvesti nove.

Da bi se korektno razmotrili pokazatelji rizika koji karakterišu bezbednost u toku upotrebe, korisno je poslužiti se modelom razvoja poremećaja, koji se može prikazati preko modifikovanog, u teoriji pouzdanosti već poznatog stabla događaja [7]. Pri tome se težina datog poremećaja ocenjuje preko verovatnoće mogućnosti da taj poremećaj preraste u

udes (uslovna verovatnoća da dođe do udesa ako se desio dotični poremećaj, pri čemu se udes može desiti kroz razne realizacije dotičnog polaznog poremećaja). Što je ta verovatnoća veća, to je teži poremećaj, i manja bezbednost proizvoda. Ako su realizacije polaznog poremećaja, koje dovode do udesa, međusobno nezavisne, onda se uslovna verovatnoća prelaska polaznog poremećaja u udes određuje kao suma verovatnoće pojedinačnih realizacija prelaska tog poremećaja u udes. On bi se mogao nazvati ukupnim rejtingom poremećaja, ukazuje na težinu poremećaja sa stanovišta verovatnoće da preraste u udes i odražava nivo bezbednosti proizvoda u datom trenutku.

Jedan od važnih aspekata sistemskog prilaza bezbednosti složenih tehničkih sredstava povezan je sa utvrđivanjem najtežih (najznačajnijih) poremećaja radi preduzimanja efikasnih korektivnih mera. To je osnovni zadatak u upravljanju bezbednošću proizvoda u uslovima ograničenih resursa. Sa tog stanovišta onaj ko upravlja bezbednošću (organ ili lice) treba prvenstveno da predvidi sredstva za otklanjanje uzroka poremećaja koji najviše utiču na bezbednost proizvoda.

Poremećaji eksploatacije sa najvećim rejtingom nazivaju se predznaci udesa, pa se prethodni zadatak svodi na identifikaciju predznaka udesa, radi sprečavanja događanja udesa. Taj prilaz je potpuno u skladu sa idejom stalnog poboljšanja i upravljanja, zasnovanom na činjenicama, kako je to predviđeno standardom ISO 9000:2000.

Operativno upravljanje bezbednošću industrijskih proizvoda, na osnovu identifikacije predznaka udesa, može se ostvariti sledećim nizom aktivnosti [1]:

1. prikupljanje podataka o poremećajima u eksploataciji proizvoda za određeni period eksploatacije;

2. proračun rejtinga svakog poremećaja;

3. izdvajanje (identifikacija) predznaka udesa;

4. analiza bitnih uzroka predznaka udesa;

5. uvođenje korektivnih mera za uklanjanje bitnih uzroka predznaka udesa;

6. provera efektivnosti korektivnih mera.

Analiza poremećaja normalne eksploatacije industrijskih proizvoda pokazuje da predznaci udesa imaju, po pravilu, nekoliko osobina:

– nastaju mnogo ređe od običnih poremećaja (u zavisnosti od tipa sredstva na jedan predznak udesa dolazi 10 do 100 običnih poremećaja);

– karakterišu se razgranatim stablom realizacije događaja sa velikim brojem mogućih krajnjih stanja;

– realni i mogući događaji u predznacima udesa obuhvataju i greške čoveka, koji čine do 40% od ukupnog broja događaja u poremećajima;

– trajanje razvoja predznaka udesa, u proseku, prelazi trajanje razvoja običnog poremećaja.

Mora se istaći da to nisu obavezne osobine svakog predznaka udesa. Zbog toga je za svaku vrstu tehničkog sredstva neophodno prikupljati, sistematizovati i analizirati podatke o karakterističnim nagoveštajima o predznacima udesa, što će omogućiti da se operativnije i bez posebnih metoda analiza identifikuju predznaci udesa.

S obzirom na to da nema neke poznate granične vrednosti za rejting poremećaja, nije moguće jednostavno defini-

sati pravilo za identifikaciju predznaka udesa koje bi se zasnivalo na poređenju dobijene vrednosti rejtinga sa tom graničnom vrednošću. Zbog toga se kao zamena za tu nepoznatu graničnu vrednost može uzeti vrednost R_{pr} koja se proračunava na osnovu težine zapaženih poremećaja.

Očigledno da je eksploatacija nekog proizvoda (sredstva), čak i sa visoko pozdanim elementima, dobrim uputstvima za upotrebu i kvalifikovanim ljudstvom, neizbežno praćena slučajnim poremećajima, od kojih se svaki može okarakterisati određenom vrednošću rejtinga $R(t_j)$ u trenutku t_j , koji se kreće u određenim granicama. Te promene vrednosti rejtinga imaju slučajni karakter, ako se pretpostavi da se sistematski uzroci promene rejtinga ne menjaju.

Neka vrednosti rejtinga $R(t_1), R(t_2), \dots, R(t_r)$, koji odgovaraju trenucima t_1, t_2, \dots, t_r , predstavljaju skup vrednosti rejtinga (uzorak) iz neograničenog skupa. Pri normalnoj raspodeli rejtinga R može se, na osnovu srednje vrednosti rejtinga R_{sr} i disperzije $D(R)$, koje odgovaraju tom skupu, odrediti granična vrednost rejtinga R_{pr} , za koju se sa verovatnoćom poverenja $\gamma > 0,5$ može smatrati da će većina vrednosti rejtinga biti u granicama $[0, R_{pr}]$. Vrednosti koje se ne uklapaju u taj interval zadovoljavaju uslov $R(t_j) > R_{pr}$, gde je $j > r$. Prema tome, sa velikom verovatnoćom γ može se smatrati da se poremećaj u trenutku t_j može smatrati predznakom udesa, jer se njegova vrednost $R(t_j)$ značajno izdvaja iz ostalih vrednosti rejtinga čije su vrednosti (sa $P > 0,5$) ispod vrednosti R_{pr} .

Vrednost R_{pr} određuje se relacijom [1]:

$$R_{pr} = R_{sr} + k\sqrt{D(R)} \quad (4)$$

gde je k koeficijent tolerancije koji se određuje relacijom:

$$k \approx U_p \left[1 + \frac{U_\gamma}{\sqrt{2r}} + \frac{(5U_\gamma^2 + 10)}{12r} \right] \quad (5)$$

gde je:

U_p – kvantil normalne raspodele za verovatnoću P ,

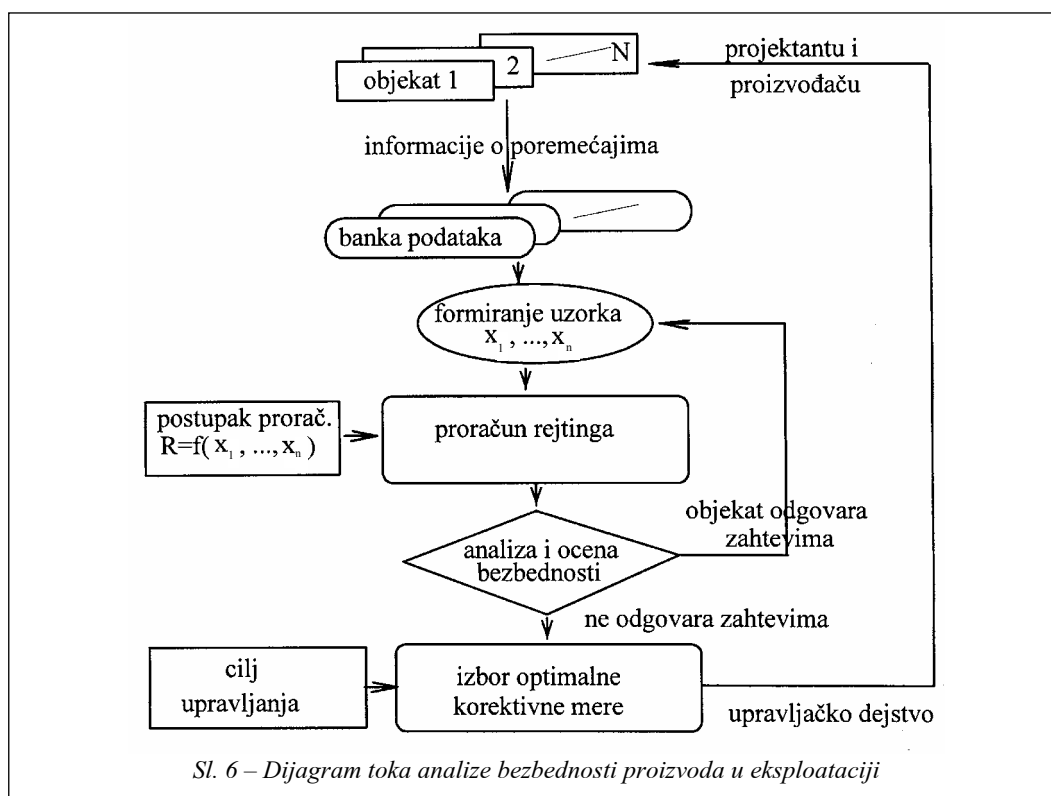
U_γ – kvantil normalne raspodele za verovatnoću γ ,

r – veličina uzorka rejtinga.

Izbor vrednosti P i γ zavisi od konkretnog zadatka analize bezbednosti. Kod analize bezbednosti tehničkih sistema te vrednosti se obično uzimaju u granicama 0,95 do 0,99.

Prikupljeni podaci o nizu poremećaja mogu se, po vremenskom redosledu, naneti na koordinatnu mrežu, što predstavlja kontrolnu kartu bezbednosti, slično kontrolnim kartama kod tehnoloških procesa. Redosled rada sa kontrolnom kartom je sledeći (slika 6):

- za svako sredstvo formira se kontrolna karta koja se popunjava po nastupanju svakog poremećaja i proračunava odgovarajuća vrednost rejtinga;
- kontrolna karta se skladišti u odgovarajućoj banci podataka;
- proračunava se vrednost R_{pr} koja se nanosi na kontrolnu kartu;
- poremećaji kod kojih rejting prelazi vrednost R_{pr} sa velikom verovatnoćom ($P \gg 0,5$) smatraju se predznacima udesa;



– na zahtev organa ili lica zaduženog za operativno upravljanje bezbednošću, koji donosi odluku, kontrolna karta se daje na uvid (odštampana ili na ekranu).

Formiranje banke (pregleda) predznaka udesa omogućava naučno zasnovano donošenje odluka o korektivnim merama radi povećanja bezbednosti proizvoda, ocenjivanje efektivnosti tih mera i neprekidno praćenje bezbednosti proizvoda. Osim toga, kontrolne karte omogućavaju procenu da li se proces eksploatacije nalazi u stanju upravljivosti.

U praksi je važan problem izbor perioda posmatranja T (ili broja poremećaja), neophodnih za proračun R_{pr} . To je više inženjerski nego matematički problem. Naime, treba izabrati period eksploatacije T_e na kojem poremećaji (sa inženjerske tačke gledišta) imaju slučajni a ne sistematski karakter. Zbog toga je potrebno obaviti inženjersku analizu poremećaja radi utvrđivanja njihovog karaktera.

Zaključak

U radu su izložene osnove teorije bezbednosti tehničkih sistema. Dat je kratak prikaz razvoja teorije bezbednosti proizvoda, analiziran je odnos pojma pouzdanost i pojma bezbednost proizvoda, kao i drugih pojmova koji se koriste u istom smislu. Navedene su definicije i odnosi osnovnih pojmova iz oblasti bezbednosti tehničkih sistema, kao i pokazatelja i indikatora bezbednosti tehničkih sistema. Takođe, analizirani su osnovni principi ostvarivanja bezbednosti tehničkih sistema. Detaljnije su razrađeni osnovni statističke analize bezbednosti tehničkih

sistema u eksploataciji na osnovu predznaka o mogućnosti nastanka udesa, pri čemu je predstavljena metodologija identifikacije predznaka o mogućnosti nastanka udesa.

Posebna pažnja posvećena je povezanosti teorije bezbednosti tehničkih sistema i teorije pouzdanosti tehničkih sistema, s obzirom na to da je teorija pouzdanosti kod nas poznata i primenjena naučna disciplina, koja se izučava i na osnovnim studijama na nekim fakultetima, a i u Vojnoj akademiji. Procena bezbednosti proizvoda, pored proračuna verovatnoće otkaza, što je jedan od zadataka procene pouzdanosti, zahteva i procenu posledica otkaza, odnosno štete od nastalog otkaza, posebno kada se radi o mogućnosti udesa koji može imati velike društveno-ekonomske i ekološke posledice različitih razmera.

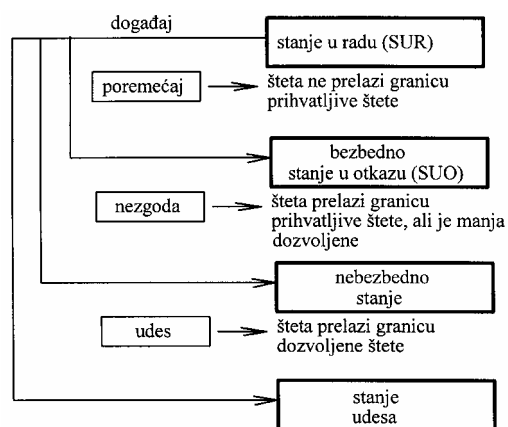
Primena teorije bezbednosti tehničkih sistema u Vojsci, mogla bi imati korisne efekte u preventivi udesa, odnosno vanrednih događaja, pogotovo onih sa teškim posledicama (prvenstveno smanjenju vanrednih događaja sa smrtnim posledicama, povredama i velikim materijalnim štetama).

Sa stanovišta proizvođača, jasno je da je pouzdaniji i bezbedniji proizvod i konkurentniji na tržištu, a da je rizik (politički, ekonomski, tehnički) od ulaganja u nebezbedne proizvode sve veći.

Prikazana metodologija mogla bi se, uz određena prilagođavanja, primeniti ne samo na rad sa tehničkim sistemima, nego i u drugim oblastima, kao što je rad sa ljudima, službe obezbeđenja objekata, posebni oblici nastave, logorovanja, vežbe i slično.

Literatura:

- [1] Aronov, I. Z.: Inženjerstvo bezopasnosti, Istraživački centar za upravljanje kvalitetom i pouzdanošću, Čačak, 2004.
- [2] Pokorni, S.: Pouzdanost i održavanje tehničkih sistema, Vojna akademija, Beograd, 2002.
- [3] IEC 60300-1, Menadžment sigurnošću funkcionisanja – Deo 1: Menadžment programom sigurnosti funkcionisanja.
- [4] Uputstvo o vanrednim događajima.
- [5] JUS ISO/IEC Uputstvo 2: 2001, Standardizacija i srodne aktivnosti – Opšti rečnik, Savezni zavod za standardizaciju, Beograd.
- [6] JUS ISO 9000:2001: Sistemi menadžmenta kvalitetom – Osnove i rečnik, Savezni zavod za standardizaciju, Beograd.
- [7] Pokorni, S.: Inženjerska primena stabla otkaza u oceni pouzdanosti i raspoloživosti sistema, Istraživački centar za upravljanje kvalitetom i pouzdanošću, Čačak, 2004., str. 77–89, u Papić L.J. (redaktor): Metode analize otkaza sistema – knjiga 2, Analiza stabla otkaza, teorijski i praktični aspekti.
- [8] Zeljković, V.: Pouzdanost u praksi, LOLA Institut, Beograd, 2000.
- [9] Haimes, Y.: Risk Modelling, Assesment and Management, John Willey and Sons, New York, 1998.
- [10] Todorović, J.: Razvoj nauke o održavanju tehničkih sistema, Vojnotehnički glasnik, 2/2003.



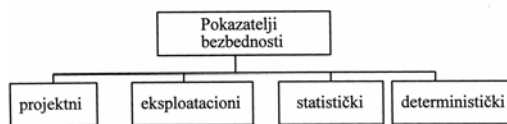
Sl. 1 – Klasifikacija osnovnih događaja i stanja pri analizi bezbednosti proizvoda



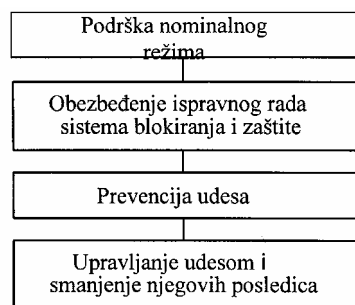
Sl. 2 – Vrste karakteristika bezbednosti



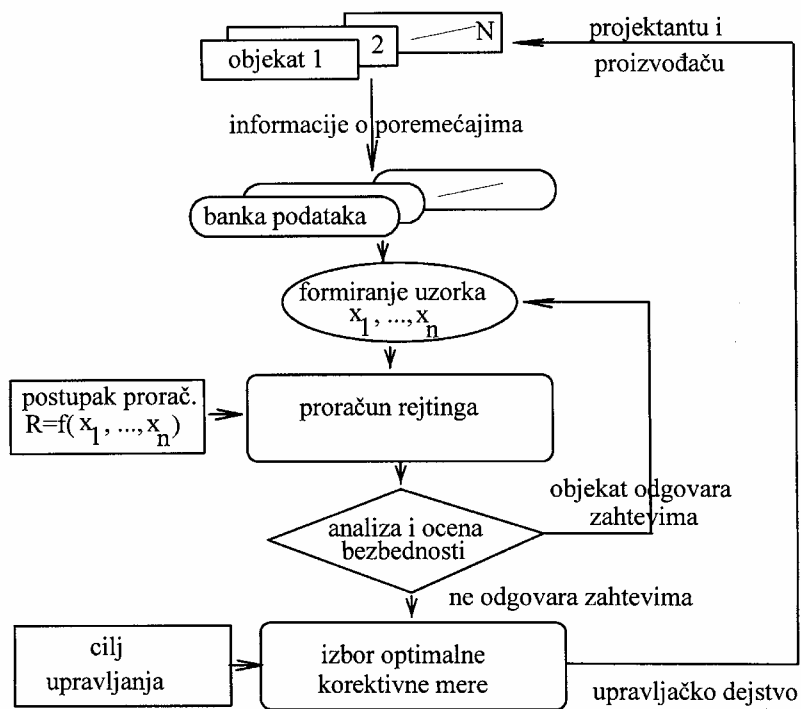
Sl. 3 – Klasifikacija pokazatelja bezbednosti



Sl. 4 – Klasifikacija pokazatelja bezbednosti u zavisnosti od faze životnog ciklusa i načina proračuna



Sl. 5 – Primena principa duboko ešelonirane zaštite



Sl. 6 – Dijagram toka analize bezbednosti proizvoda u eksploataciji

Mr Nikola Pekić,
poručnik, pilot
VP 3020,
Batajnica

REZULTATI MODELIRANJA BORBENOG MANEVRA NAPADA AVIONA NA ZEMALJSKI CILJ IZ OŠTROG OBRUŠAVANJA

UDC: 519.711 : 629.7.072 : 623.746.3

Rezime:

U ovom radu prikazani su rezultati matematičkog modeliranja kretanja aviona u borbenom manevru pri napadu na zemaljski cilj iz oštrog obrušavanja. Kretanje aviona razmatrano je kao kretanje materijalne tačke u prostoru. Takođe, prikazane su prednosti aviona sa otklonom vektora potiska i njegove primene u manevru u odnosu na avion sa klasičnom pogonskom grupom i klasičnim aerodinamičkim upravljačkim površinama.

Ključne reči: oštro obrušavanje, otklon vektora potiska, normalno opterećenje, smanjenje visine leta.

THE RESULTS OF COMBAT ATTACK MANEUVER MODELLING ON GROUND TARGET USING AIRCRAFT STEEP DIVING

Summary:

This paper presents the results of mathematical modeling of aircraft movement in combat maneuver during attack on ground target using steep diving. Aircraft movement is considered as movement of a material point in space. Also, the advantages of aircraft with thrust vector deflection and its applications during maneuver when compared to the aircraft with classical engines and classical aerodynamic controls.

Key words: combat aircraft, combat maneuver, steep diving, thrust vector deflection, normal load, steady aircraft lowering.

Uvod

Visoka pokretljivost (manevrabilnost) i veliki specifični potisak savremenih aviona lovačobombarderske avijacije, u kombinaciji sa izborom odgovarajućeg naoružanja, obezbeđuju njihovo efektivno korišćenje za bombarderska dejstva po različitim ciljevima na zemlji. Obrušavanje, kao etapa borbenog leta aviona, koristi se pri napadu na zemaljski cilj. Ono predstavlja kretanje aviona, približno po pravolinijskoj putanji u intervalu Δt_p , koji je potreban za dovođenje avio-naoružanja na cilj. Oštro obrušava-

nje karakteriše se velikim uglovima nagiba trajektorije, koji su, po modulu, veći od 40 do 45°.

Oštro obrušavanje aviona

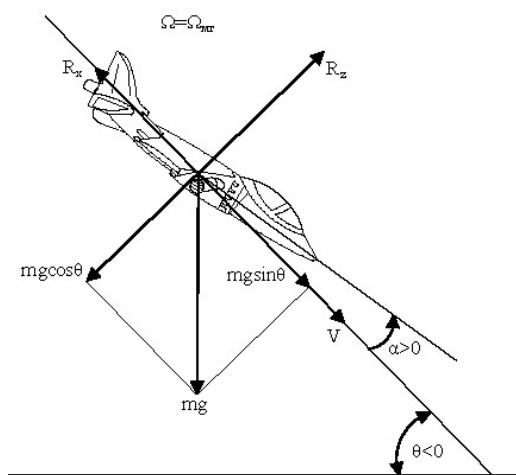
Savremeni avioni sa motorima bez zakretnih sistema (bez otklona vektora potiska) izvršavaju obrušavanje obično pri frekvenciji obrtanja rotora motora koja odgovara režimu malog gasa Ω_{mg} . Pri tom je potisak motora zanemarljiv, i iznosi $P_{MG} \cong 0$. Minimalan potisak motora je neophodan radi smanjenja tangencijalnog ubrzanja aviona u obrušavanju. Rast brzi-

ne leta dovodi do „neprijatnog“ (za pilota) uvećanja minimalno dozvoljene daljine otvaranja vatre, po uslovima preleta zone rasturanja parčadi, kao i do udaljavanja od cilja tačke početka uvođenja aviona u obrušavanje [1]. Prema tome, moguće je prekoračenje maksimalno dozvoljene brzine leta. Radi povećanja sile otpora aviona, pri obrušavanju se preporučuje korišćenje vazdušnih kočnica, ako njihovo izvlačenje ne dovodi do promena po napadnim uglovima i uglovima klizanja, tj. do usložavanja dovođenja aviona na cilj.

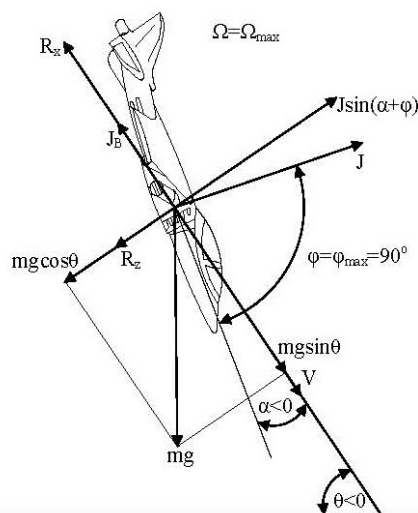
Na slici 1 prikazana je šema sila, koje deluju na avion u obrušavanju, sa motorima bez zakretnih sistema. Napadni ugao je pozitivan $\alpha > 0$ a koeficijent normalnog opterećenja n_z je u funkciji ugla nagiba putanje i iznosi $n_z = \cos\theta$.

Koeficijent tangencijalnog opterećenja zavisi od sile otpora aviona pri uspostavljanju obrušavanja $n_x = \sin\theta$.

Šema sila, koje deluju pri obrušavanju na avion sa otklonom vektora potiska motora nagore u odnosu na uzdužnu osu aviona prikazana je na slici 2.



Sl. 1 – Šema sila koje deluju na avion u obrušavanju sa motorima bez vektorisanja potiska, napadni ugao je pozitivan ($\alpha > 0$)



Sl. 2 – Šema sila koje deluju na avion, pri obrušavanju, sa otklonom vektora potiska motora nagore u odnosu na uzdužnu osu aviona

Vektor sile na izlazu iz motora J otklonjen je na maksimalan ugao $\phi = \phi_{\max} = 90^\circ$ radi upravljanja normalnim i tangencijalnim ubrzanjem aviona. Sila na ulasku u usisnik J_v i čeonu otpor R_x usmereni su na kočenje aviona. Sila J_v pri maksimalnom režimu rada motora Ω_{\max} doprinosi održanju zadate brzine leta u toku oštrog obrušavanja aviona. Ravnoteža normalnih sila (slika 2) u toku obrušavanja izražava se na sledeći način:

$$-J \sin(\alpha + \varphi) + R_z + mg \cos\theta = 0 \quad (1)$$

gde je:

J – sila potiska;

α – napadni ugao;

φ – ugao otklona vektora potiska;

R_z – sila uzgona;

mg – masa aviona;

θ – ugao nagiba putanje.

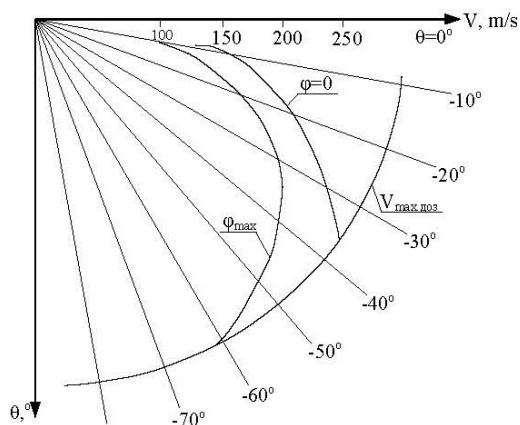
Dakle, kod aviona sa velikim specifičnim potiskom $\mu = \frac{J}{mg}$, ova ravnoteža

se obezbeđuje silom uzgona R_z sa negativnim napadnim uglom α .

Polarni dijagram ustaljenog smanjenja visine leta, u manevru, aviona bez otklona ($\phi=0$) i sa otklonom vektora potiska motora ($\phi \neq 0$) prikazan je na slici 3.

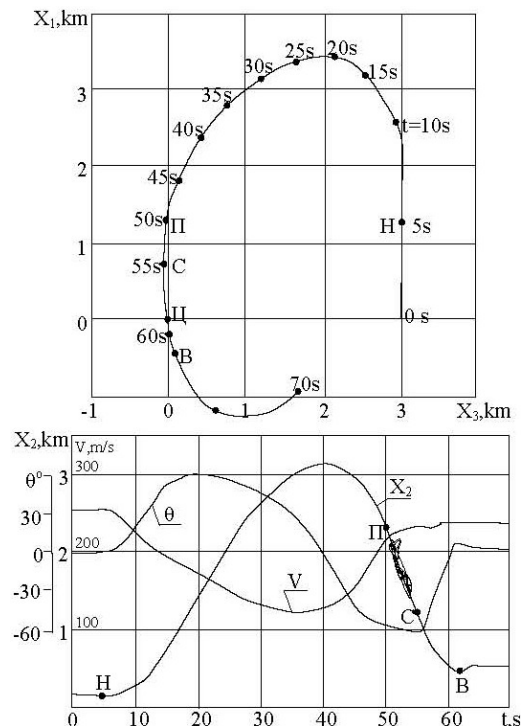
Osnovne aerodinamičke i taktičko-tehničke karakteristike razmatranog aviona odgovaraju dozvučnom jurišniku A-10: startni specifični potisak $\mu_0 = 0,55$ i specifično opterećenje krila $p_0 = 3600$ N/m². Kod jurišnika bez otklona vektora potiska ($\phi = 0$) sa izvučenim vazдушnim kočnicama maksimalni ugao ustaljenog snižavanja ne prelazi 35°. Sa otklonom vektora potiska motora na ugao $\phi_{max} = 90^\circ$ i bez izvlačenja vazдушnih kočnica, ugao snižavanja (obrušavanja) jurišnika dostiže vrednost od 58°.

Matematički model kretanja aviona sa otklonom vektora potiska motora sačinjen je u programskom jeziku Fortran [1]. Rezultati modeliranja borbenog manevra napada na zemaljski cilj iz obrušavanja, avionom sa otklonom vektora potiska motora, prikazani su na slikama 4 i 5. Početni uslovi manevra odgovaraju



Sl. 3 – Polarni dijagram ustaljenog smanjenja visine leta aviona bez otklona ($\phi = 0$) i sa otklonom vektora potiska motora ($\phi \neq 0$)

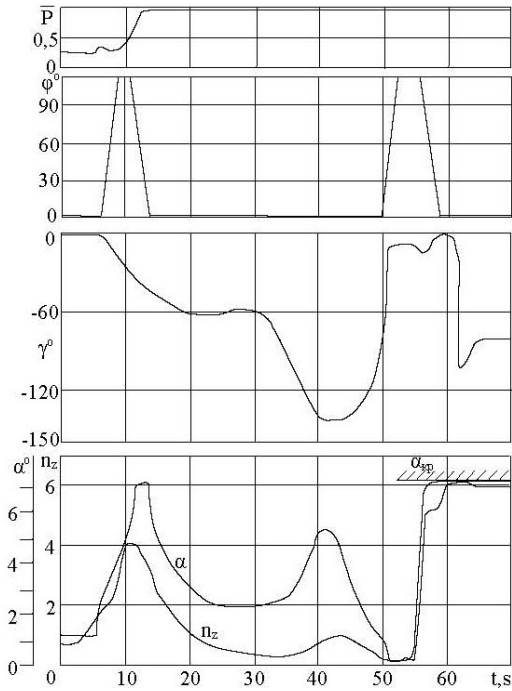
bočnoj udaljenosti aviona $x_3 = 3$ km u momentu preleta traverze zemaljskog cilja $x_1 = 0$ na visini $x_2 = 50$ m (slika 4).



Sl. 4 – Projekcija manevra u horizontalnoj i vertikalnoj ravni i promena parametara leta aviona sa vektorisanim potiskom u manevru

Na delu horizontalnog leta (ON) ugao nagiba putanje aviona je $\gamma = 0$, koeficijent normalnog opterećenja je $n_z = 1$, relativni potisak motora $\bar{P} = 0,27$ i ugao otklona vektora potiska iznosi $\phi = 0$ (slika 5). Trenutak $t = 5$ s odgovara početku (t.N) etape zalaza aviona na zemaljski cilj (NP na slici 4). U 45. sekundi avion se uvodi u tačku početka obrušavanja (P) sa uglom -60° pri brzini leta $V = 200$ m/s. Greška u pravcu vektora brzine na cilj u tački P ne prelazi 2° .

Karakter promene funkcija upravljanja u funkciji vremena prikazan je na slici 5. Vektor potiska motora otklanja se na ugao $\phi = 90^\circ$ pri uvođenju u obruša-



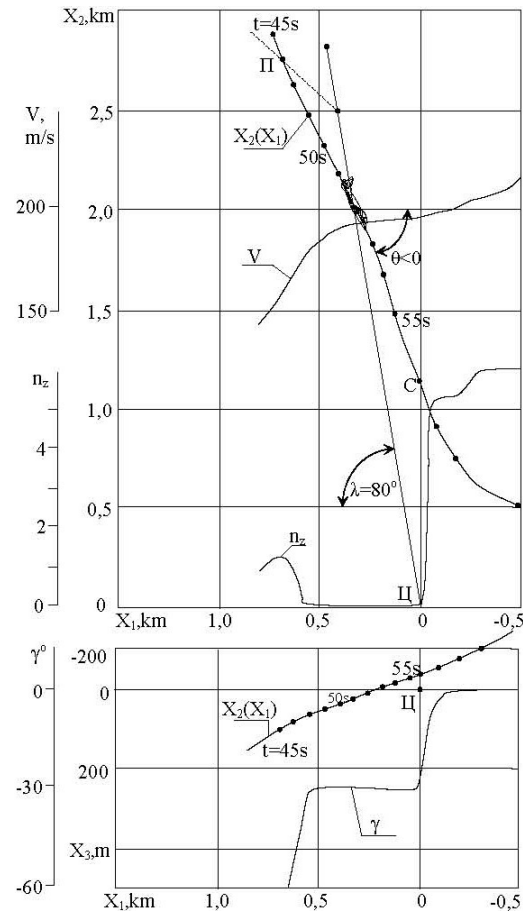
Sl. 5 – Promena parametara leta aviona sa promenom vektora potiska u manevru u funkciji vremena

vanje za povećanje normalnog opterećenja i u obrušavanju za kočenje (usporenje) aviona. Brzina aviona na kraju obrušavanja ne prelazi vrednost 230 m/s. Na etapi obrušavanja (PS) upravljanje avionom obezbeđuje se promenom napadnog ugla α i uglom bočnog nagiba γ u dijapazonu: $0 \leq n_z \leq 2,0$; $|\gamma| \leq 30^\circ$. Pri pomenutim uslovima obezbeđuje se tačno dovođenje vektora brzine aviona na zemaljski cilj sa greškom u trenutku otvaranja vatre (t.S) ne većom od 5 mrad. „Vađenje“ iz obrušavanja vrši se opterećenjem, od 6 g jedinica, pri čemu napadni ugao α dostiže dozvoljenu kritičnu vrednost α_{kr} . Nakon vađenja iz obrušavanja avion obavlja zaokret na stalnoj visini sa uglom bočnog nagiba $\gamma = -80^\circ$.

Povećanje ugla obrušavanja (θ) vodi do smanjenja koeficijenta normal-

nog opterećenja aviona $n_z = \cos \theta$. Pri vertikalnom obrušavanju ugao nagiba putanje je $\theta = -90^\circ$, a koeficijent normalnog opterećenja iznosi $n_z = 0$. U tom slučaju upravljanje bočnim odstupanjem aviona od zemaljskog cilja putem promene ugla bočnog nagiba je neefikasno.

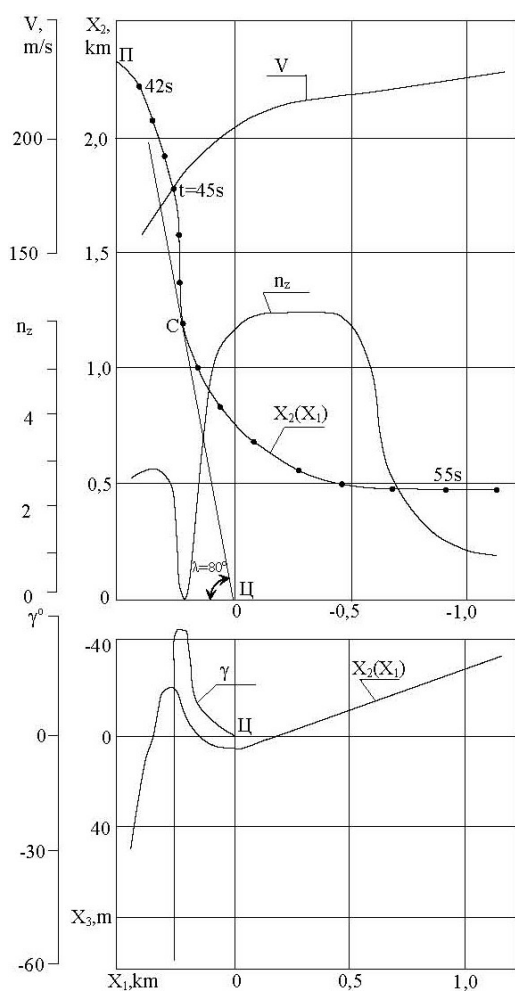
Pri oštrom obrušavanju ograničeni dijapazon promene koeficijenta normalnog opterećenja $0 \leq n_z \leq 2,0$ i ugla bočnog nagiba $|\gamma| \leq 30^\circ$ ne obezbeđuje tačno dovođenje aviona na zemaljski cilj. Zbog toga je potrebno izvršiti pariranje



Sl. 6 – Promena parametara leta aviona sa vektorisanim potiskom u obrušavanju u funkciji vremena za zadati ugao obrušavanja od -80°

spoljašnjim poremećajima, koji deluju na avion u toku obrušavanja i otkloniti greške vođenja aviona u tački početka obrušavanja po uglu pravca vektora brzine aviona na zemaljski cilj. Na slici 6 prikazani su rezultati modeliranja oštrog obrušavanja jurišnika sa otklonom vektora potiska motora. Zadati ugao obrušavanja je $\theta = -80^\circ$.

Međutim, u tačku P početka obrušavanja avion se dovodi sa nepovoljnom



Sl. 7 – Promena parametara leta aviona sa vektorisanim potiskom u završnom delu obrušavanja u funkciji vremena za zadati ugao obrušavanja od -80°

greškom po uglu nagiba putanje napada na zemaljski cilj, tj. vektor brzine odstupa više od linije nišanjenja na zemaljski cilj ($|\lambda| - |\theta_0| = 10^\circ$; slika 6). Greška po putnom uglu ne prelazi $\Delta\psi = 5^\circ$. Na etapi dužeg obrušavanja (dužeg za 10 sekundi) korišćenje graničnih funkcija upravljanja ($n_z = 0$ i $\gamma = -30^\circ$) ne obezbeđuje uskladivanje pravca vektora brzine sa linijom nišanjenja na zemaljski cilj.

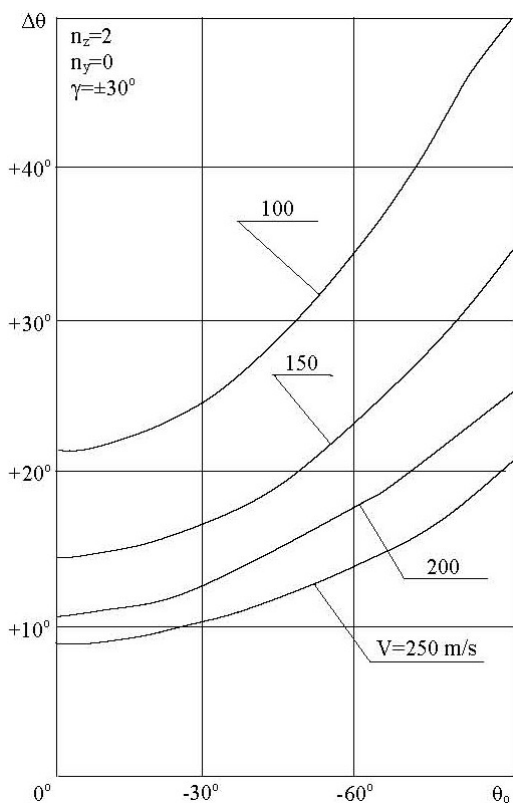
Proširenje dijapazona promene koeficijenta normalnog opterećenja i ugla nagiba putanje u obrušavanju ograničeno je uslovima radne sposobnosti pilota i karakteristikama rada nišanskog sistema. Negativno normalno opterećenje ne koristi se u skladu sa oštrom promenom karaktera upravljanja bočnom udaljenošću aviona od zemaljskog cilja putem stvaranja bočnog nagiba [3]. Zaista, pri pozitivnom normalnom opterećenju $n_z > 0$ za okret aviona udesno neophodan je pozitivan ugao bočnog nagiba $\gamma > 0$. Međutim, pri promeni predznaka opterećenja $n_z < 0$ za okret aviona udesno potreban je ugao bočnog nagiba suprotnog predznaka $\gamma < 0$. Promena karaktera upravljanja avionom, u zavisnosti od predznaka koeficijenta normalnog opterećenja, moguća je u toku nišanjenja ali realizacija takvog upravljanja moguća je samo sistemom automatskog upravljanja. Promena ugla bočnog nagiba u intervalu $\gamma = \pm 150^\circ$ pri zadržavanju uslova $n_z > 0$ obezbeđuje, kako pokazuju rezultati modeliranja, navođenje aviona na zemaljski cilj sa oštrim obrušavanjem pod uglom $\theta = -80^\circ$ (slika 7). Međutim, to navođenje ostvaruje se sa toliko oštrom i značajnom promenom ugla bočnog nagiba i koeficijenta normalnog opterećenja da u praksi ručno upravljanje avionom smanjuje verovatnoću uspešne realizacije datog manevra.

Razmotriće se mogućnost upravljanja avionom u obrušavanju pri ograničenom dijapazonu promene koeficijenta normalnog opterećenja ($0 \leq n_z \leq 2$) i ugla bočnog nagiba ($|\gamma| \leq 30^\circ$). Ocena graničnih promena putnog ugla i ugla nagiba putanje ($\Delta\psi_t$ i $\Delta\theta$) obaviće se u zavisnosti od početnog ugla obrušavanja θ_0 pri graničnim vrednostima koeficijenta opterećenja, nagiba i dužine trajanja obrušavanja koje iznosi 5 sekundi. Proračun uglova $\Delta\psi_t$ i $\Delta\theta$ izvodi se sa pretpostavkom da konstantna srednja brzina u obrušavanju iznosi $V = 100\text{--}250$ m/s.

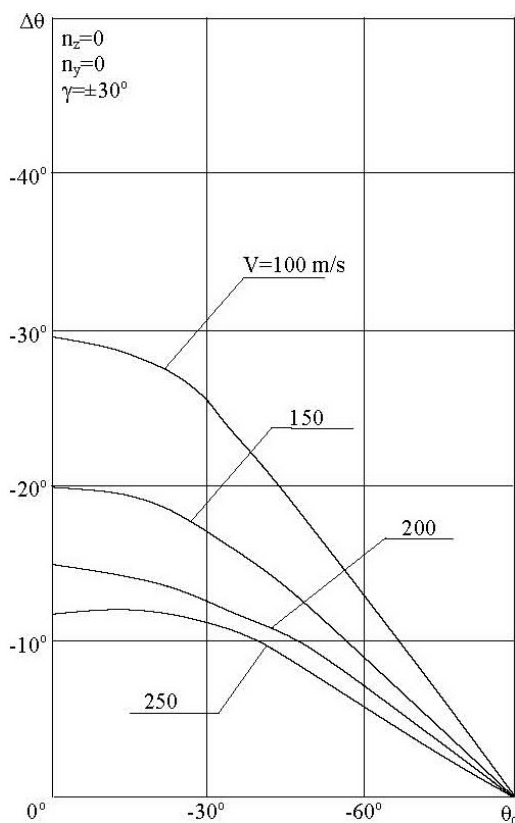
Positivan prirast ugla nagiba trajektorije $\Delta\theta > 0$, u zavisnosti od njegove početne

vrednosti θ_0 pri $n_z = 2$; $\gamma = \pm 30^\circ$ i nultog koeficijenta bočnog opterećenja ($n_y = 0$), prikazan je na slici 8. Povećanjem ugla obrušavanja vrednost koeficijenta normalnog opterećenja se smanjuje, jer je $n_{z0} = \cos\theta_0$, što dovodi do rasta rezerve koeficijenta normalnog opterećenja za upravljanje letom za vrednost $\Delta n_z = 2 - \cos\theta_0$ i do povećanja pozitivnog prirasta ugla nagiba putanje $\Delta\theta > 0$ u odnosu na početni θ_0 .

Povećanjem brzine leta V veličina $\Delta\theta$ se smanjuje. Negativan prirast ugla nagiba putanje $\Delta\theta < 0$ u odnosu na početni ugao θ_0 obezbeđuje se smanjenjem koeficijenta normalnog opterećenja do nule. Zavisnost $\Delta\theta$ (θ_0) za taj slučaj prikazana



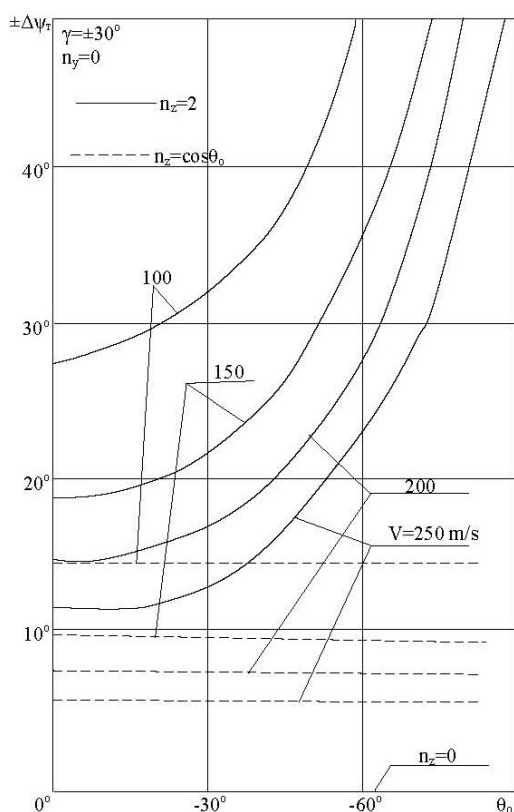
Sl. 8 – Zavisnost prirasta ugla nagiba trajektorije $\Delta\theta > 0$ od njegove početne vrednosti θ_0 pri $n_z = 2$; $\gamma = \pm 30^\circ$ i nultog bočnog opterećenja ($n_y = 0$)



Sl. 9 – Zavisnost negativnog prirasta ugla nagiba trajektorije $\Delta\theta < 0$ u odnosu na početni θ_0

je na slici 9. Povećanjem ugla obrušavanja mogućnost upravljanja avionom posredstvom normalnog opterećenja se smanjuje, $\Delta n_z = 0 - \cos\theta_0$, i promena ugla $\Delta\theta$ se smanjuje do nulte vrednosti pri $\theta_0 = -90^\circ$.

Dovođenje vektora brzine na zemaljski cilj obezbeđuje se jednovremeno po uglu nagiba putanje i po putnom uglu. Promena putnog ugla pri $\gamma = \pm 30^\circ$ i $n_z = 2$ utoliko je bolja ukoliko je veći početni ugao obrušavanja θ_0 (slika 10). U slučaju kada je koeficijent normalnog opterećenja $n_z = n_{z0} = \cos\theta_0$, dovođenjem ugla bočnog nagiba aviona na vrednost $\gamma = \pm 30^\circ$ izaziva se manja promena putnog ugla $\Delta\psi_t$ (isprekidana linija na slici 10). Naravno, pri $n_z = 0$ promena putnog ugla je $\Delta\psi_t = 0$.

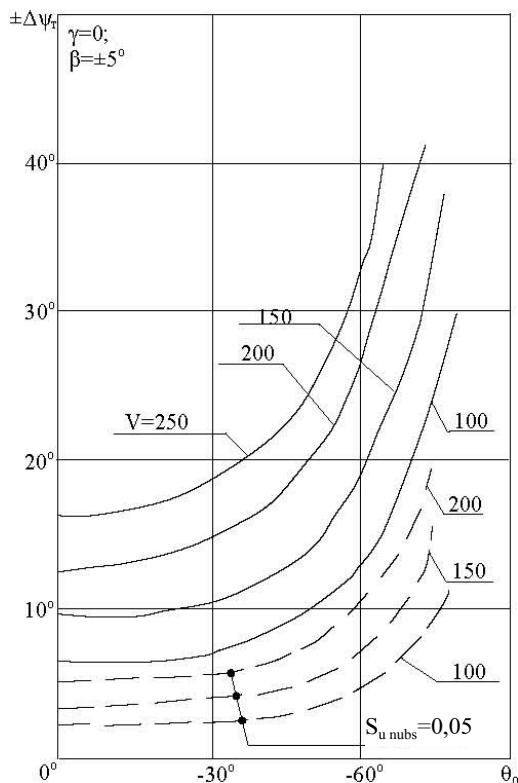


Sl. 10 – Zavisnost promene putnog ugla u funkciji ugla nagiba putanje pri različitim brzinama aviona

Dakle, za povećanje efikasnosti upravljanja avionom pri njegovom dovođenju na cilj u toku obrušavanja, korisno je dovođenje aviona u tačku početka obrušavanja s pravcem vektora brzine malo iznad cilja ($\Delta\theta > 0$). Povećanje koeficijenta normalnog opterećenja za poklapanje vektora brzine sa linijom nišanja odgovara uvećanju efikasnosti upravljanja putnim uglom promenom ugla bočnog nagiba aviona. Međutim, u procesu dovođenja aviona na cilj, po uglu promene uzdužnog položaja, moguće je njegovo dovođenje na nulte vrednosti normalnog opterećenja. Upravljanje putnim uglom menjanjem nagiba u tom slučaju nije efikasno. Zbog toga je u toku obrušavanja potrebno koristiti druge funkcije upravljanja, odnosno druge načine stvaranja bočnih sila. Na primer, korišćenje organa neposrednog upravljanja bočnim silama ili promenu ugla klizanja za stvaranje bočnih sila.

Na slici 11 punim linijama prikazane su zavisnosti promene putnog ugla od ugla obrušavanja, koje se obezbeđuju uglom klizanja $\beta = \pm 5^\circ$ avionom sa izvodom koeficijenta bočne sile C_y^β koji iznosi $-0,025$ 1/step. Ugao bočnog nagiba aviona pri tom iznosi 0; koeficijent bočnog opterećenja n_y na subsoničnim brzinama ne prelazi 1.

Isprekidanim linijama na slici 11 prikazana je analogna zavisnost promene putnog ugla $\Delta\psi_t$ od ugla nagiba trajektorije θ_0 , koja se obezbeđuje za pet sekundi obrušavanja otklonom organa neposrednog upravljanja bočnim silama. Pri tom je: $\beta = 0$, $\gamma = 0$, $n_z = 0$. Efikasnost neposrednog upravljanja bočnim silama karakteriše se koeficijentima bočne sile $S_{u,nubs} = 0,05$.



Sl. 11 – Zavisnost promene putnog ugla u funkciji ugla nagiba putanje pri različitim brzinama aviona i pri otklonu organa neposrednog upravljanja bočnim silama

Efikasnost upravljanja bočnim kretanjem aviona ocenjuje se veličinom promene putnog ugla $\Delta\psi$, pri stvaranju bočnih sila klizanjem ili organima neposrednog upravljanja bočnim silama. Ona ne zavisi od predznaka normalnog opterećenja, tj. dozvoljava stvaranje negativnih opterećenja bez promene karaktera upravljanja uglom klizanja ili organom neposrednog upravljanja bočnim silama. Takođe, povećava se sa rastom početnog

ugla obrušavanja, kao i sa povećanjem brzine leta aviona.

Zaključak

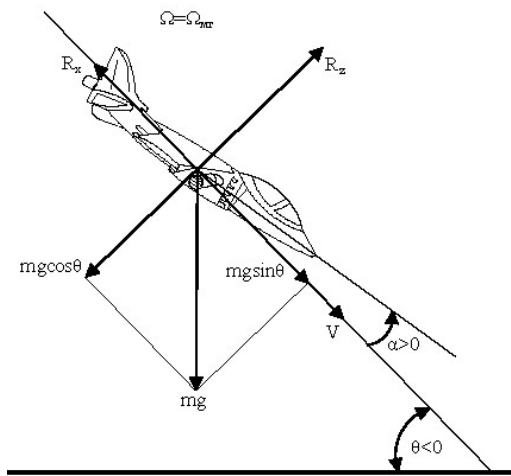
Uglovi ustaljenog smanjenja visine leta aviona u manevru veći su pri otklonu vektora potiska motora nagore i radu motora na maksimalnom režimu, nego pri izvlačenju vazдушnih kočnica i radu motora na režimu „malog gasa“. Otklonom vektora potiska motora obezbeđuje se oštro obrušavanje aviona na cilj, sve do vertikalnog, bez prekoračenja maksimalno dozvoljene brzine.

Smanjenje normalnog opterećenja sve do nulte vrednosti u procesu upravljanja uglom nagiba trajektorije pri obrušavanju aviona praćeno je gubitkom efikasnosti upravljanja putnim uglom na račun promene ugla bočnog nagiba aviona.

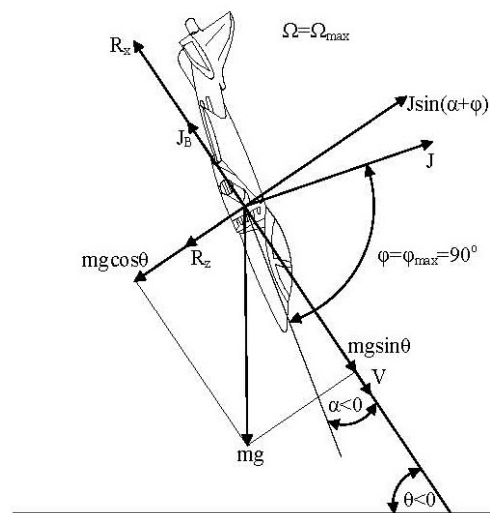
Upravljanje putnim uglom pri oštrom obrušavanju aviona obezbeđuje se promenom ugla klizanja ili otklonom organa neposrednog upravljanja bočnim silama, čija efikasnost ne zavisi od normalnog opterećenja aviona u obrušavanju.

Literatura:

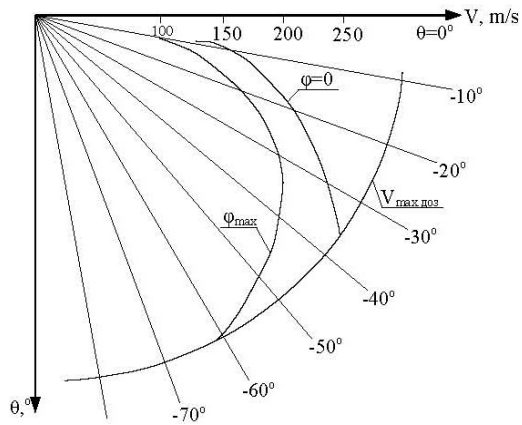
- [1] Pekić, N.: Optimizacija manevra aviona lovačko bombarderske avijacije pri napadu na tačkaste zemaljske ciljeve, magistarski rad, Mašinski fakultet, Beograd 2004.
- [2] Неплобов, А. И.: Лётные характеристики и боевое маневрирование летательных аппаратов. Выпуск 1. Математическое моделирование движения летательных аппаратов. ВВИА им. Н. Е. Жуковского, 1985.
- [3] Тарасенков, А. М.; Брага, В. Г.; Тараненко, В. Т.: Динамика полёта и боевого маневрирования летательных аппаратов. ВВИА им. Н. Е. Жуковского, 1985.



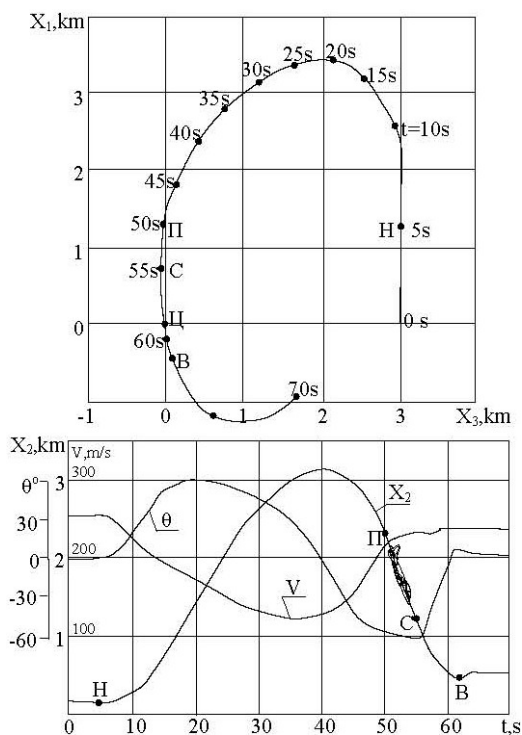
Sl. 1 – Šema sila koje deluju na avion u obrušavanju sa motorima bez vektorisanja potiska, napadni ugao je pozitivan ($\alpha > 0$)



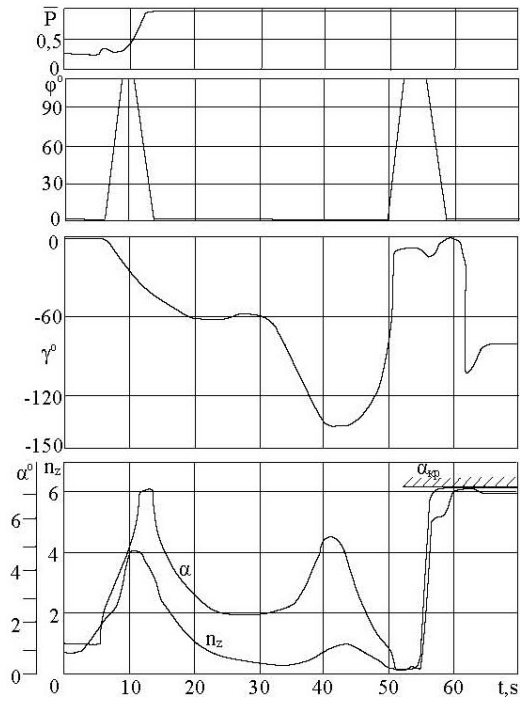
Sl. 2 – Šema sila koje deluju na avion, pri obrušavanju, sa otklonom vektora potiska motora nagore u odnosu na uzdužnu osu aviona



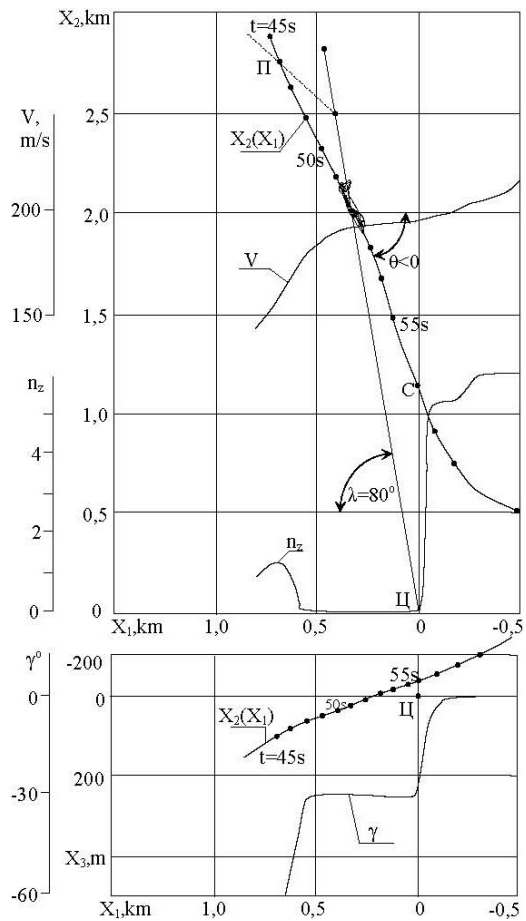
Sl. 3 – Polarni dijagram ustaljenog aviona bez otklona ($\phi = 0$) i sa otklonom vektora potiska motora ($\phi \neq 0$)



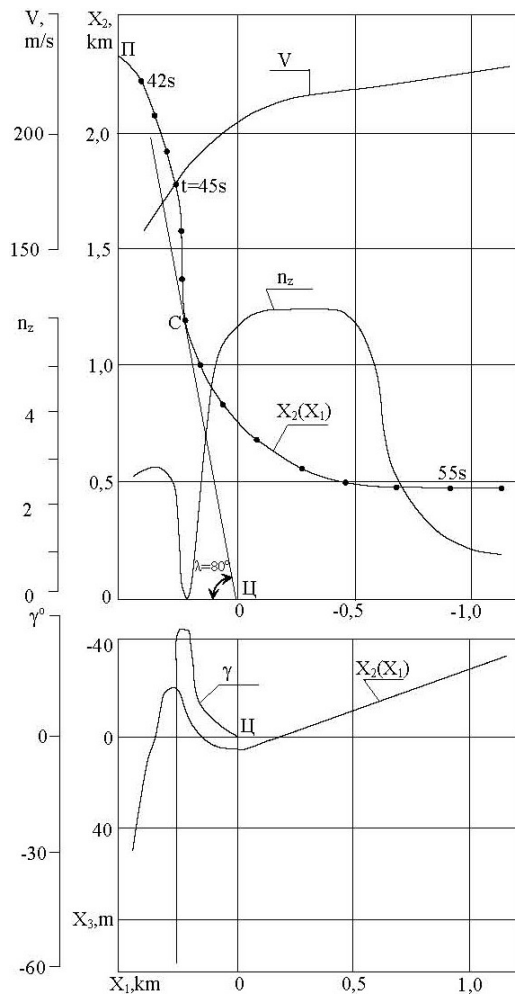
Sl. 4 – Projekcija manevara u horizontalnoj i vertikalnoj ravni i promena parametara leta aviona sa vektorisanim potiskom u manevaru



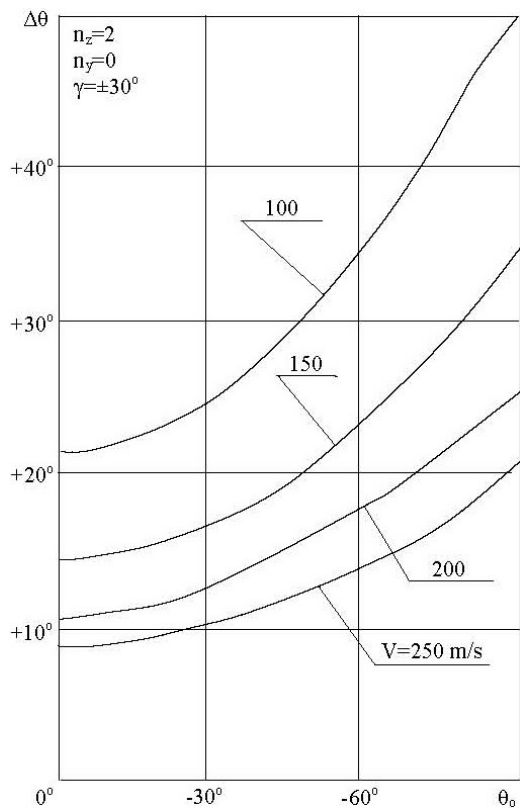
Sl. 5 – Promena parametara leta aviona sa promenom vektora potiska u manevru u funkciji vremena



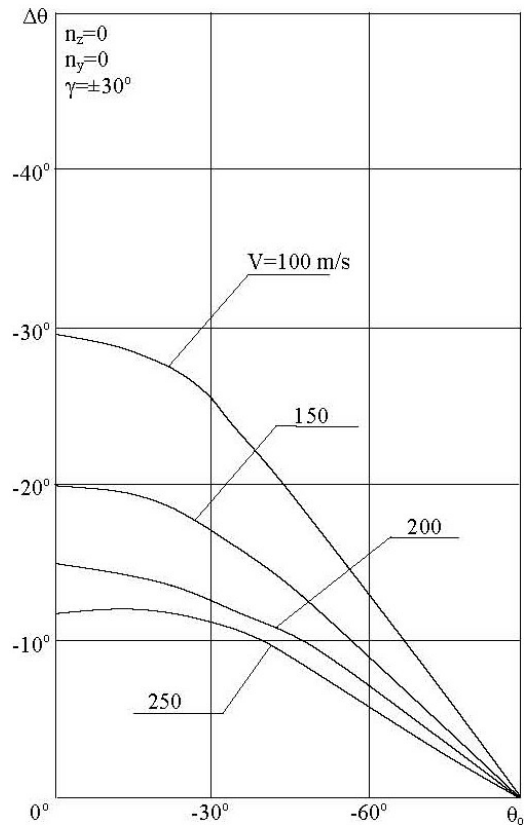
Sl. 6 – Promena parametara leta aviona sa vektorisanim potiskom u obrušavanju u funkciji vremena za zadati ugao obrušavanja od -80°



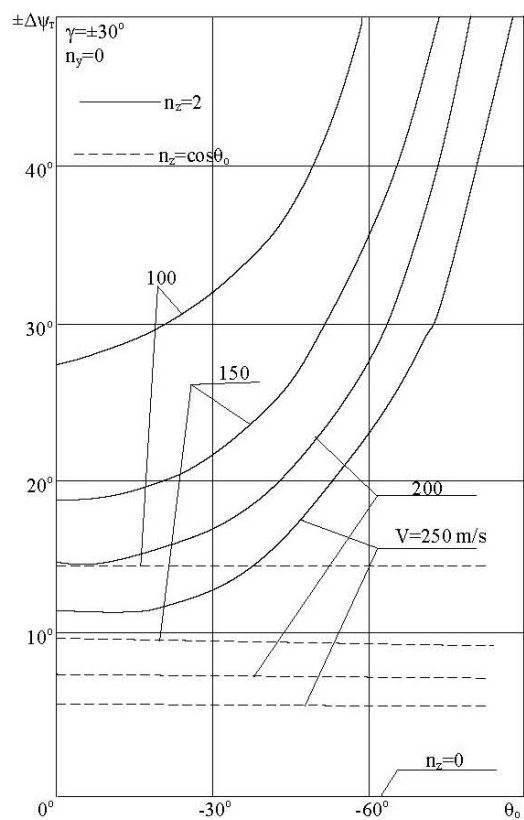
Sl. 7 – Promena parametara leta aviona sa vektorisanim potiskom u završnom delu obrušavanja u funkciji vremena za zadati ugao obrušavanja od -80°



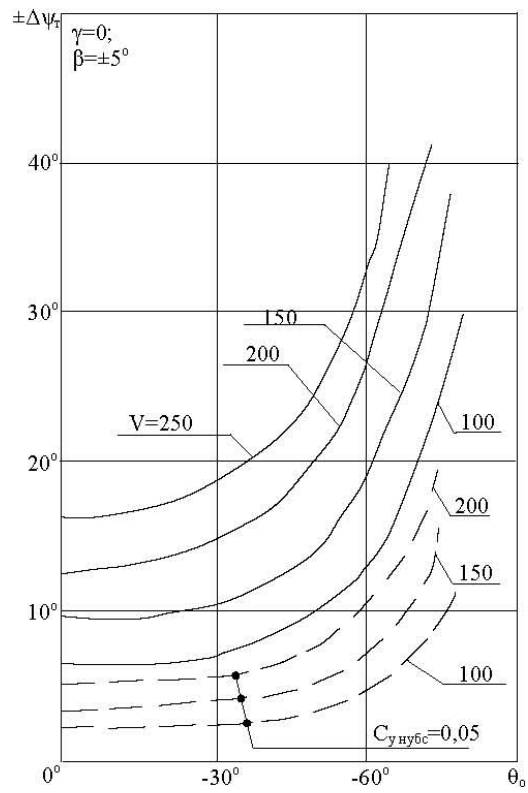
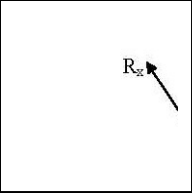
Sl. 8 – Zavisnost prirasta ugla nagiba trajektorije $\Delta\theta > 0$ od njegove početne vrednosti θ_0 pri $n_z = 2$; $\gamma = \pm 30^\circ$ i nultog bočnog opterećenja ($n_y = 0$)



Sl. 9 – Zavisnost negativnog prirasta ugla nagiba trajektorije $\Delta\theta < 0$ u odnosu na početni θ_0



Sl. 10 – Zavisnost promene putnog ugla u funkciji ugla nagiba putanje pri različitim brzinama aviona



Sl. 11 – Zavisnost promene putnog ugla u funkciji ugla nagiba putanje pri različitim brzinama aviona i pri odklonu organa neposrednog upravljanja bočnim silama

Mr Miroslav Glišić,
kapetan I klase,
Institut ratne veštine,
Beograd

STANDARDIZACIJA MATERIJALNIH SREDSTAVA U SEVERNOATLANTSKOM SAVEZU

UDC: 006.42 : 623 : 327.51 (1-15)

Rezime:

U radu je prikazan proces standardizacije materijalnih sredstava u Severnoatlantskom savezu kroz sagledavanje njegovog mesta i uloge u okviru zajedničke standardizacije, koja se realizuje radi dostizanja interoperabilnosti između vojnih snaga zemalja uključenih u evroatlantske integracije.

Ključne reči: standardizacija, interoperabilnost, Konferencija direktora za nacionalno naoružanje, Agencija NATO za konsultacije, komandovanje i kontrolu, Severnoatlantski savez.

MATERIEL STANDARDIZATION IN NORTH ATLANTIC TREATY ORGANISATION

Summary:

This paper presents a process of materiel standardization in the North Atlantic Treaty Organization through analysis of its place and role in common standardization process that should achieve interoperability between allied forces.

Key words: standardizacion, interoperability, North Atlantic Treaty Organization, National Armaments Directors Conference, NATO Consultation, Command and Control Agency.

Uvod

Opređenje državne zajednice Srbija i Crna Gora za pristupanje evroatlantskim integracijama nameće potrebu za dostizanjem interoperabilnosti njenih vojnih snaga sa snagama Severnoatlantskog saveza – NATO. Proces zajedničke standardizacije unutar NATO predstavlja osnovno sredstvo dostizanja interoperabilnosti. Ona se realizuje na operativnom, materijalnom i administrativnom polju. Za standardizaciju materijalnih sredstava odgovorna je *Konferencija direktora za nacionalno naoružanje* i *Agencija NATO za konsultacije, komandovanje i kontrolu*. Navedene organizacije u okviru svojih organizacionih celina formiraju privremene

radne grupe za izradu novih i reviziju postojećih dokumenata o standardizaciji. U radu tih grupa učestvuju eksperti iz zemalja članica NATO i iz zemalja partnera. Po pristupanju programu *Partnerstvo za mir* državna zajednica Srbija i Crna Gora steći će mogućnost da učestvuje u radnim grupama za izradu dokumenata o standardizaciji.

Definisanje standardizacije i interoperabilnosti u Severnoatlantskom savezu

NATO rečnik termina i definicija zajedničku standardizaciju unutar Saveza definiše kao: „...razvoj i implementaciju koncepta, doktrina, procedura i planova koji-

ma se obezbeđuje i održava potreban nivo kompatibilnosti, zamenljivosti ili zajedništva na operativnom, materijalnom i administrativnom polju radi dostizanja interoperabilnosti“ [1]. Dakle, zajednička standardizacija unutar NATO osnovno je sredstvo dostizanja interoperabilnosti, koja se definiše kao: „...sposobnost snaga NATO i kada je potrebno, snaga zemalja partnera i ostalih ne-NATO zemalja za zajedničkom obukom, vežbama i uspešnim radom u realizaciji poverenih misija i zadataka“ [1]. Dostizanje interoperabilnosti realizuje se na operativnom, materijalnom i administrativnom polju. Posebno važni objekti dostizanja interoperabilnosti su vojne procedure i postupci, borbena tehnika, sistemi za konsultacije, komandovanje i kontrolu, logistika i terminologija.

Zajednička standardizacija unutar Severnoatlantskog saveza

Osnovna uloga procesa standardizacije u NATO je razvoj i implementacija dokumenata o standardizaciji radi dostizanja interoperabilnosti. Dokumenta o standardizaciji predstavljaju *ugovori o standardizaciji (Standardization Agreements – STANAGs)* i *savezničke publikacije o standardizaciji (Allied Publications – APs)*.

Ugovori o standardizaciji definišu se kao „zapis o dogovoru između nekoliko ili svih država članica kojim usvajaju istu ili sličnu vojnu opremu, municiju, sisteme snabdevanja i skladištenja, kao i operativne, logističke i administrativne procedure. Takođe, prihvatanje Savezničke publikacije o standardizaciji od strane svih država, a koju je objavila Agencija NATO za standardizaciju, može se smatrati ugovorom o standardizaci-

ji“ [1]. *Saveznička publikacija o standardizaciji* je zvaničan dokument o standardizaciji koji neke ili sve članice NATO saglasno koriste kao zajednički punovažni dokument. Publikacija je namenjena za direktnu upotrebu korisnicima u ministarstvima odbrane i vojskama saveznika i partnera, tako da nije neophodno da se te informacije objavljuju posebno u svakoj državi. Postoje tri vrste *savezničkih publikacija o standardizaciji* [2]:

- savezničke publikacije o standardizaciji koje sadrže samo činjenične informacije i ne zahtevaju postojanje odgovarajućeg *ugovora o standardizaciji*;

- savezničke publikacije o standardizaciji koje upućuju na radnje koje treba da se preduzmu u određenim situacijama. Ova vrsta publikacija zahteva odobrenje države članice u obliku ratifikacije odgovarajućeg *ugovora o standardizaciji*;

- savezničke publikacije o standardizaciji koje su kombinacija prethodne dve, odnosno činjeničnih informacija (koje ne zahtevaju ratifikaciju) i zahteva – instrukcija koje su direktivne po prirodi i zahtevaju odobrenje pojedinačne države u vidu ratifikacije odgovarajućeg *ugovora o standardizaciji*. Nadležni organi imaju zadatak da obezbede da činjenične informacije budu jasno identifikovane, obično u vidu dodatka u posebnom aneksu *savezničke publikacije o standardizaciji*.

Dokumenta o standardizaciji razvijaju se i implementiraju kroz tri potfunkcije standardizacije: operativnu; materijalnu i administrativnu [3].

Operativna standardizacija razvija i implementira dokumenta koja se tiču budućih i/ili aktuelnih vojnih postupaka i procedura. Ona mogu biti primenjena za usaglašavanje pitanja koja se odnose na koncepte,

doktrine, taktiku, logistiku, vežbe, organizaciju, izveštaje, obrasce, planove i šeme.

Standardizacija materijalnih sredstava razvija i implementira dokumenta koja se tiču karakteristika budućih i/ili sadašnjih materijalnih sredstava, kao što su sistemi za komandovanje, kontrolu i komunikaciju, sistemi naoružanja, razni podsistemi, komponente, rezervni delovi i potrošni materijal (uključujući municiju i gorivo).

Administrativna standardizacija razvija i implementira dokumenta koja se prvenstveno odnose na terminologiju koja se primenjuje na operativnom i na materijalnom polju. Pored toga, administrativna standardizacija razvija i implementira dokumenta koja olakšavaju NATO administraciju u oblastima koje nemaju direktnu vojnu primenu (npr. izveštavanje o ekonomskim statistikama, izrada strategijskih pregleda odbrane i slično).

Nivoi standardizacije definisani su na sledeći način [1]:

- kompatibilnost – prikladnost zajedničke upotrebe proizvoda, procesa ili usluga pod određenim uslovima, radi dostizanja relevantnih zahteva bez izazivanja neprihvatljivih interakcija;

- zamenljivost – mogućnost da se jedan proizvod, proces ili usluga koristi umesto nekog drugog kako bi se ispunili isti zahtevi;

- zajedništvo – stanje koje se postiže kada se koriste iste doktrine, procedure ili oprema.

Stručni organi standardizacije materijalnih sredstava u Severnoatlantskom savezu

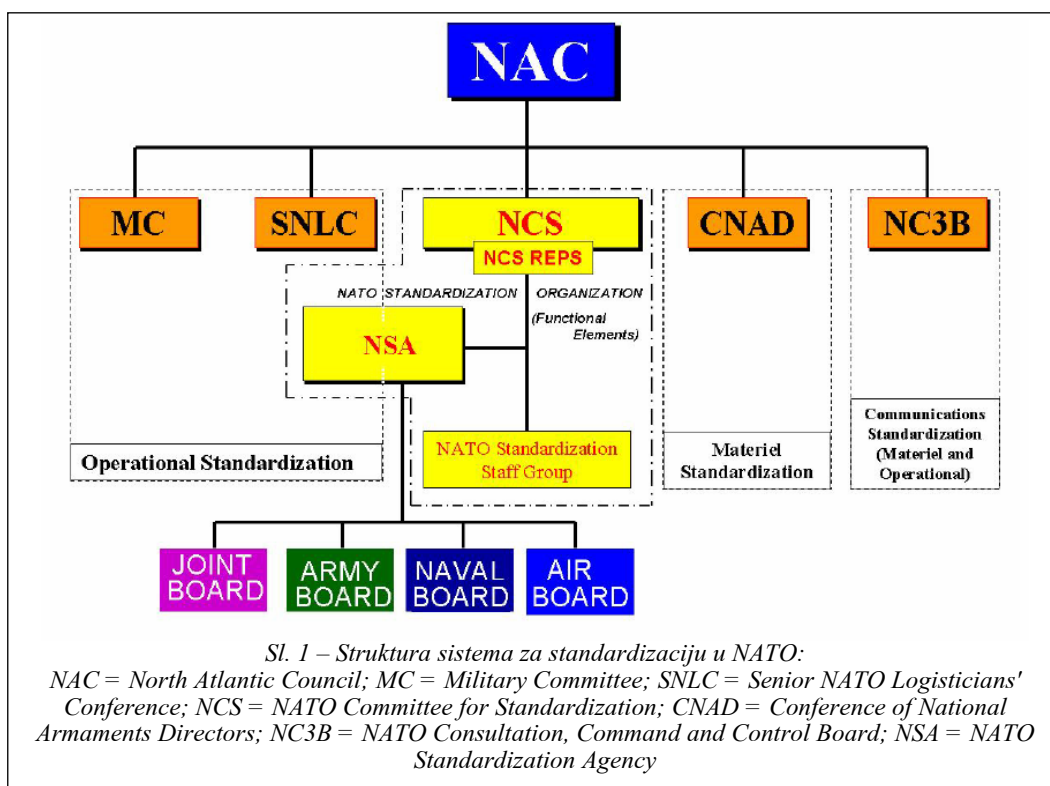
Struktura sistema za zajedničku standardizaciju unutar NATO sastoji se od elemenata prikazanih na slici 1 [3].

Severnoatlantski savet je najviše telo NATO, u kojem su države članice predstavljene na ambadorskom nivou. Odgovoran je za sveukupnu politiku NATO, pa samim tim i za proces zajedničke standardizacije.

Vojni komitet odgovoran je Severnoatlantskom savetu, Komitetu za planiranje odbrane i Grupi za nuklearno planiranje za realizaciju svih vojnih poslova u NATO. Direktno ili preko svojih potčinjenih strategijskih komandi (Saveznička komanda za operacije i Saveznička komanda za transformaciju) učestvuje u identifikaciji standardizacionih zahteva – nedostataka za potrebe njihovog rada.

Organizacija NATO za standardizaciju sastavljena je od Komiteta NATO za standardizaciju, Štabne grupe NATO za standardizaciju i Agencije NATO za standardizaciju. Ona predstavlja osnovni subjekat standardizacije u Savezu i zadužena je za poboljšanje koordinacije i obezbeđenje realizacije aktivnosti koje se odnose na standardizaciju.

Agencija NATO za standardizaciju, Viša konferencija za NATO logistiku, Konferencija direktora za nacionalno naoružanje i Komisija NATO za konsultacije, komandovanje i kontrolu zaduženi su, preko svojih potčinjenih tela, za razvoj i implementaciju dokumenata o standardizaciji unutar njihovih nadležnosti. Ta tela razvijaju nova i prilagođavaju stara dokumenta o standardizaciji. Agencija NATO za standardizaciju i Viša konferencija za NATO logistiku odgovorne su za potfunkciju operativne standardizacije, Konferencija direktora za nacionalno naoružanje za potfunkciju materijalne standardizacije, a Agencija NATO za konsultacije, komandovanje i kontrolu za



potfunkcije materijalne i operativne standardizacije u oblasti komunikacija. Administrativnu standardizaciju realizuju sve navedene organizacione celine u svojim oblastima.

Operativnu, materijalnu i administrativnu standardizaciju prikazani sistem realizuje kroz [4]:

- identifikaciju standardizacionih zahteva – nedostataka, koju realizuju Vojni komitet sa strategijskim komandama, članice NATO i zemlje partneri (pristup odozgo na dole) i privremeno formirane specijalizovane ekspertske grupe članica NATO i zemalja partnera, koje rade u okviru organizacionih tela sistema za standardizaciju (pristup odozdo na gore). Kroz identifikaciju standardizacionih zahteva – nedostataka određuju se oblasti

u kojima treba dostići interoperabilnost primenom procesa standardizacije;

- formulisanje i usaglašavanje prioriteta ciljeva standardizacije u odnosu na već uočene standardizacione zahteve – nedostatke;

- razvoj novih i prilagođavanje starih dokumenata o standardizaciji. S obzirom na širok spektar oblasti za koje se ta dokumenta propisuju, navedenu aktivnost realizuju sve organizacione celine sistema za standardizaciju u NATO;

- ratifikovanje dokumenata o standardizaciji od svake države ponaosob. Imajući u vidu da se funkcija standardizacije realizuje na dobrovoljnoj osnovi, države članice mogu ispoljiti rezervu u odnosu na predloženi dokument o standardizaciji. Zemlje partneri ne učestvuju

u procesu ratifikacije dokumenata o standardizaciji, već ta dokumenta dobrovoljno usvajaju radi implementacije kroz instrumente partnerstva;

– objavljivanje dokumenata o standardizaciji, što se realizuje nakon njihove ratifikacije, a u nadležnosti je predsedavajućeg Agencije NATO za standardizaciju;

– implementiranje usaglašenih dokumenata o standardizaciji, što je u nadležnosti članica NATO i zemalja partnera. Međutim, pomoć državama članicama i zemljama partnerima pri implementaciji dokumenata o standardizaciji mogu pružiti organizacione celine sistema za standardizaciju u NATO;

– verifikovanje implementiranih dokumenata, čime se implementirana dokumenta o standardizaciji prihvataju, prilagođavaju ili povlače iz upotrebe.

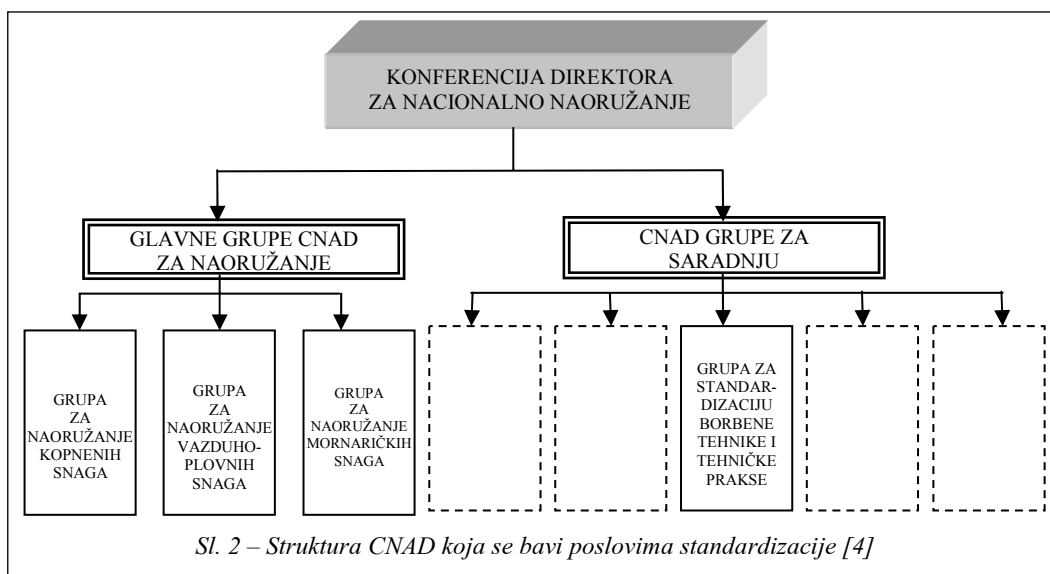
Realizacija navedenih aktivnosti omogućava dostizanje i održavanje nivoa kompatibilnosti, zamenljivosti i zajedništva radi obezbeđenja interoperabilnosti. Operativna i administrativna standardizacija obezbeđuju prvenstveno nivo zajedništva, dok standardizacija materijalnih sredstava obezbeđuje sva tri zadata nivoa. Kompatibilnost se, prvenstveno, odnosi na komandno-informacione sisteme i borbenu tehniku, zamenljivost streljačke i artiljerijske municije, goriva i sistema za snabdevanje i servisiranje multinacionalnih snaga, a zajedništvo na doktrine i procedure, kao i na zajednički razvoj ratne tehnike (oklopna borbena vozila, avioni, brodovi i sistemi naoružanja) [4].

Uporedo sa donošenjem odluka o stvaranju unapređenog i operativnijeg partnerstva, doneta je odluka i o aktivnom učešću partnera u procesu standardi-

zacije u NATO čime im je omogućeno da unapređuju svoju interoperabilnost u odnosu na zemlje članice [5]. U stvari, učešćem u radnim telima prikazanih organizacija za standardizaciju, partneri od samog početka učestvuju u razvoju dokumenata o standardizaciji koje će radi dostizanja interoperabilnosti kroz instrumente partnerstva kasnije implementirati na svoje snage.

Kao što je već prikazano za potfunkciju standardizacije materijalnih sredstava, unutar NATO odgovorna je Konferencija direktora za nacionalno naoružanje i Agencija NATO za konsultacije, komandovanje i kontrolu. Konferencija direktora za nacionalno naoružanje za sada u procesu zajedničke standardizacije učestvuje sa 29%, odnosno od postojećih 1248 usvojila je 358 ugovora o standardizaciji, a Agencija NATO za konsultacije, komandovanje i kontrolu sa 3% jer je razvila ukupno 34 ugovora.

Konferencija direktora za nacionalno naoružanje (Conference of National Armaments Directors – CNAD, AC/259) odgovorna je za usmerenje i koordinaciju zajedničkih aktivnosti unutar NATO koje se odnose na saradnju u istraživanju, razvoju i proizvodnji naoružanja i vojne opreme. Ona je glavni nosilac standardizacije materijalnih sredstava. Konferencija se sastaje na plenarnim sednicama dva puta godišnje, kada predsedava generalni sekretar NATO, dok je pomoćnik generalnog sekretara za podršku odbrane stalni predsedavajući. Konferencija okuplja visoke zvaničnike odgovorne za opremanje naoružanjem i vojnom opremom oružanih snaga država članica NATO i zemalja partnera, predstavnike Voj-



nog komiteta i strategijskih komandi NATO, predstavnike privremeno formiranih radnih grupa CNAD i druge civilne i vojne vlasti odgovorne za različite aspekte proizvodne logistike [4]. Navedenu ulogu Konferencija direktora za nacionalno naoružanje ostvaruje realizacijom sledećih zadataka [4]:

- usklađivanje vojnih zahteva za razvoj i proizvodnju naoružanja i vojne opreme unutar NATO;
- unapređenje interoperabilnosti na bojnom polju;
- unapređenje prilika i uslova za transatlantsku saradnju u razvoju i proizvodnji naoružanja i vojne opreme;
- razvoj kritičnih tehnologija odbrane kroz široku tehnološku saradnju zemalja članica NATO i zemalja partnera.

Struktura CNAD koja se bavi poslovima standardizacije radi dostizanja interoperabilnosti, sastoji se od nekoliko organizacionih celina [4].

Glavne grupe CNAD za naoružanje (CNAD Main Armaments Groups) obu-

hvataju aktivnosti koje se odnose na razvoj i proizvodnju naoružanja i vojne opreme za ratovanje na kopnu, moru i u vazдушnom prostoru, a to su:

- grupa za naoružanje kopnenih snaga (NATO Army Armaments Group – NAAG, AC/225);
- grupa za naoružanje vazduhoplovnih snaga (NATO Air Force Armaments Group – NAFAG, AC/224);
- grupa za naoružanje mornaričkih snaga (NATO Naval Armaments Group – NNAF, AC/141).

U okviru glavnih grupa CNAD za naoružanje formiraju se privremene radne grupe koje rade na razvoju novih ili reviziji postojećih dokumenata o standardizaciji.

Grupa za naoružanje kopnenih snaga odgovorna je za unapređenje saradnje i standardizacije u oblastima naoružanja i vojne opreme kopnene vojske, realizacijom zajedničkih aktivnosti i razmenom informacija. Radi realizacije navedene funkcije, koordinaciono telo grupe za na-

oružanje kopnene vojske koordinira radom deset neposredno potčinjenih radnih grupa a to su [6]:

- grupa KoV 2 – oklopna vozila u bliskoj borbi (Land Group 2 on Close Combat Armour),

- grupa KoV 3 – pešadija u bliskoj borbi (Land Group 3 on Close Combat Infantry),

- grupa KoV 4 – zemaljska artiljerija (Land Group 4 on Surface to Surface Artillery),

- grupa KoV 5 – PVO kopnenih trupa (Land Group 5 on Army Air Defense),

- grupa KoV 6 – izvidanje, otkrivanje ciljeva, noćno osmatranje i zaštita od izvidanja – elektronsko ratovanje (Land Group 6 on STANOC-EW),

- grupa KoV 7 – zajednička nuklearno-hemijsko-biološka odbrana (Land Group 7 on Joint NBC Defense),

- grupa KoV 9 – inženjersko uređenje bojnog polja (Land Group 9 on Battlefield Engineering),

- grupa KoV 10 – borbeni helikopteri (Land Group 10 on Battlefield Helicopters),

- tematska grupa 1 – interoperabilnost sistema za modernizaciju opreme vojnika (Topical Group 1 on Soldier System Interoperability),

- tematska grupa 2 – taktičke bespilotne letelice (Topical Group 2 on Tactical UAVs).

Grupa za naoružanje vazduhoplovnih snaga odgovorna je za obezbeđenje saradnje i standardizacije u oblasti vazduhoplovnog naoružanja realizacijom zajedničkih aktivnosti i razmenom informacija. Koordinacioni odbor grupe za

naoružanje vazduhoplovnih snaga trenutno koordinira radom sedam neposredno potčinjenih radnih grupa a to su [7]:

- grupa RV 1 – vazduhoplovi sa ljudskom posadom, obuka i simulacija (AIR Group 1 on Manned Aircraft, Training and Simulation),

- grupa RV 2 – vazduhoplovno naoružanje (AIR Group 2 on „Air Weapons“),

- grupa RV 3 – vazduhoplovni aspekti komandovanja i kontrole u uslovima elektronskog ratovanja (AIR Group 3 on „Air aspects of Command and Control Warfare“),

- grupa RV 4 – vazduhoplovni aspekti obaveštajne delatnosti, nadgledanja i izvidanja (AIR Group 4 on „Air Intelligence, Surveillance and Reconnaissance“),

- grupa RV 5 – avionski sletni sistemi (AIR Group 5 on „Avionics Landing Systems“),

- grupa RV 7 – bespilotne letilice (AIR Group 7 on „Unmanned Aerial Vehicle“).

Grupa za naoružanje mornaričkih snaga preko svojih potčinjenih radnih grupa odgovorna je za obezbeđenje saradnje i standardizacije u oblasti mornaričkog naoružanja realizacijom zajedničkih aktivnosti i razmenom informacija. Koordinaciono telo grupe za naoružanje mornaričkih snaga koordinira radom pet neposredno potčinjenih radnih grupa a to su [8]:

- grupa RM 1 – grupa za ratovanje na vodi (NG/1 on Above Water Warfare),

- grupa RM 2 – grupa za ratovanje pod vodom (NG/2 on Undersea Warfare),

- grupa RM 3 – grupa za minsko i protivminsko ratovanje (NG/3 on Mines and Mine Countermeasures),

– grupa RM 4 – grupa mornaričke avijacije (NG/4 on Maritime Air),

– grupa RM 6 – grupa za razvoj brodova (NG/6 on Ship Design).

Navedene grupe realizuju aktivnosti standardizacije definisanjem zahteva za standardizaciju i razvojem dokumenata o standardizaciji koja se odnose na razvoj naoružanja i vojne opreme za koje su date grupe nadležne i unapređenjem saradnje između država u istraživanju, razvoju i proizvodnji naoružanja i vojne opreme.

Jedna od CNAD grupa za saradnju (CNAD Cadre Group), koje su zadužene za saradnju u razvoju, proizvodnji i upotrebi naoružanja i vojne opreme je i *Grupa za standardizaciju borbene tehnike i tehničke prakse (Group on Standardization of Materiel and Engineering Practices, AC-301)* namenjena da obezbedi standardizaciju na polju borbene tehnike i tehničke prakse (tehničke procedure i postupci koji se koriste prilikom proizvodnje i održavanja borbene tehnike i prilikom vođenja tehničke dokumentacije) [2]. Radi toga *grupa za standardizaciju borbene tehnike i tehničke prakse* realizuje aktivnosti u sledećim oblastima [2]:

– identifikovanje i razmatranje dokumenata o standardizaciji koji se odnose na standardizaciju borbene tehnike i tehničke prakse;

– razmatranje međunarodnih standarda koji se odnose na standardizaciju borbene tehnike i tehničke prakse radi njihovog usvajanja i primene na sistem naoružanja i vojne opreme;

– razvoj novih dokumenata o standardizaciji u oblastima gde međunarodni standardi nisu dostupni ili su neadekvatni

za primenu na određenim sistemima naoružanja i vojne opreme;

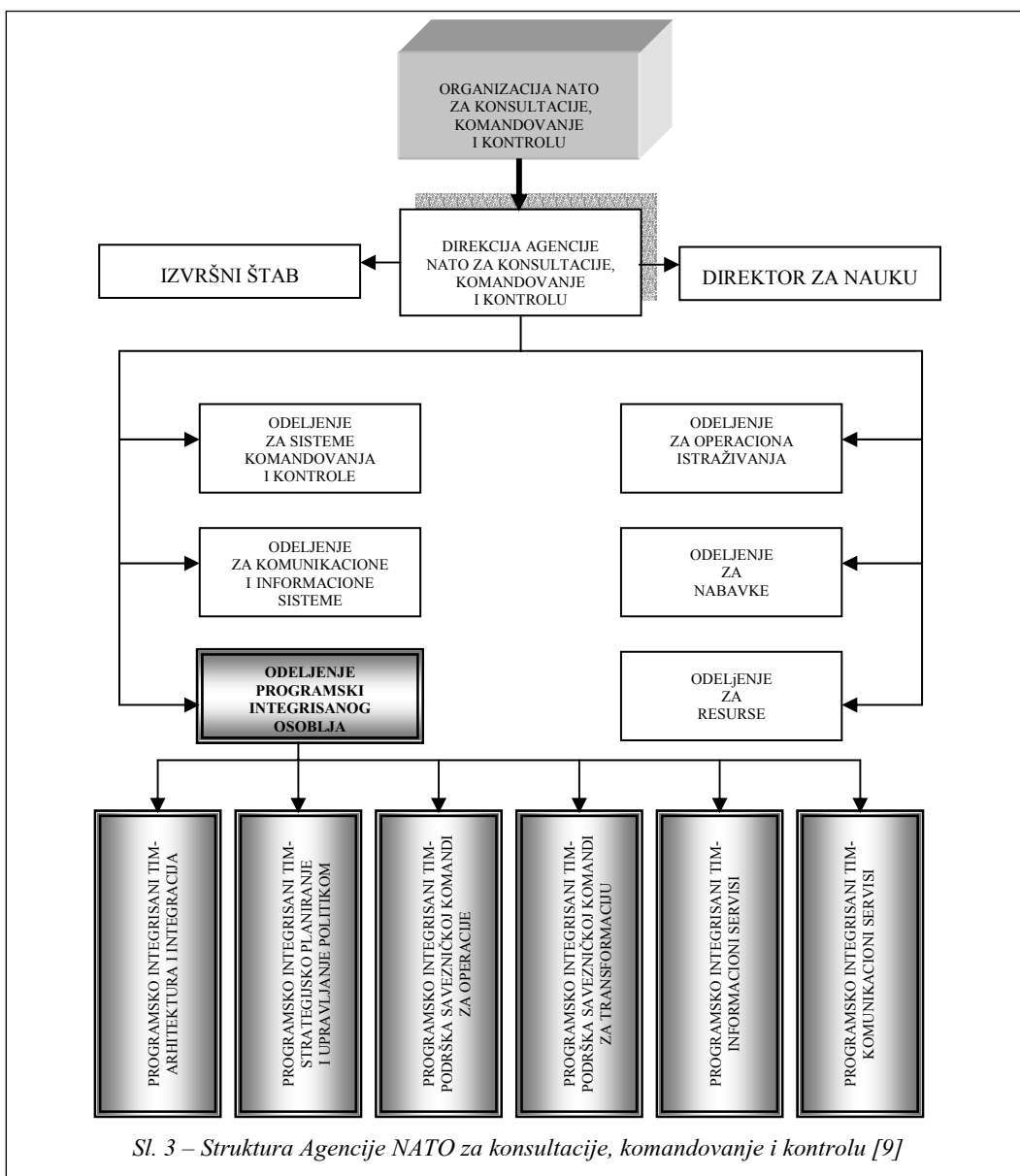
– uspostavljanje saradnje sa ostalim organizacionim celinama NATO radi obezbeđenja koordiniranog pristupa standardizaciji borbene tehnike i tehničke prakse.

Rukovodeće telo Grupe za standardizaciju borbene tehnike i tehničke prakse je Glavna grupa, koja je povezana sa Agencijom NATO za standardizaciju i ostalim organizacionim celinama NATO koje se bave poslovima standardizacije. Glavnu grupu čine visoki predstavnici ministarstava odbrane zemalja članica i zemalja partnera koji su odgovorni za planiranje, implementaciju, nadgledanje i kontrolu poslova koje realizuju radne podgrupe.

Oblasti standardizacije u kojima se angažuju privremeno formirane radne podgrupe su: elektrotehničke – elektronske komponente; materijali; mašinske komponente; vozila; tehnička dokumentacija, procedure i postupci; borbena odeća i oprema; ambalaža; zaštita životne sredine [2].

Na osnovu odluke CNAD-a, u okviru praktičnih mera za implementiranje unapređenog i operativnijeg partnerstva, proširena je saradnja unutar Grupe za standardizaciju borbene tehnike i tehničke prakse sa zemljama partnerima, koje na osnovu toga mogu uzeti učešće u svim radnim podgrupama. Time je obezbeđena tehnička podrška koja će doprineti ostvarenju interoperabilnosti između partnerskih snaga i snaga saveznika [2].

Organizacija NATO za konsultacije, komandovanje i kontrolu (NATO Consultation, Command and Control Organi-



zation – NC3O) formirana je 1996. godine radi obezbeđenja mera za unapređenje rentabilnosti, interoperabilnosti i bezbednosti sistema za konsultacije, komandovanje i kontrolu (C3 sistemi) kao i radi obezbeđenja servisiranja tih sistema [9]. Organizaciono telo Organizacije NATO

za konsultaciju, komandovanje i kontrolu koje se bavi aktivnostima standardizacije i obezbeđenjem interoperabilnosti C3 sistema je *Agencija NATO za konsultacije, komandovanje i kontrolu (NATO Consultation, Command and Control Agency – NC3A)*. Ta agencija odgovorna je za raz-

voj i opremanje NATO sistemima za konsultaciju, komandovanje i kontrolu. Oblasti angažovanja NC3A su [9]:

- politika konsultacija, komandovanja i kontrole – koncept i arhitekture;
- operaciona istraživanja;
- komunikacioni i informacioni sistemi;
- sistemi za komandovanje i kontrolu;
- poslovi nabavke.

S obzirom na prikazane oblasti angažovanja, NC3A je organizovana u šest odeljenja, to su [9]:

- odeljenje programski integrisanog osoblja (Division of Integrated Programme Staff), koje se bavi pitanjima obezbeđenja standardizacije i interoperabilnosti sistema za konsultacije, komandovanje i kontrolu;

- odeljenje za sisteme komandovanja i kontrole (Division of Command and Control Systems), odeljenje komunikacionih i informacionih sistema (Division of Communication and Information Systems), odeljenje za operaciona istraživanja (Division of Operations Research) i odeljenje za nabavke (Division of Acquisition), koja se bave isključivo poslovima proizvodnje C3 sistema;

- odeljenje za resurse (Division of Resources) koje se bavi poslovima unutrašnje podrške.

Imajući u vidu odgovornosti prikazanih organizacionih celina NC3A, za proces materijalne standardizacije u oblasti komunikacija najznačajnije je odeljenje programski integrisanog osoblja, u čijem radu je moguće i učešće zemalja partnera.

Odeljenje programski integrisanog osoblja sastoji se od šest programski in-

tegrisanih timova (Integrated Programme Teams – IPT) [9]:

- arhitektura i integracija (Architecture and Integration – IPT 1),
- strategijsko planiranje i upravljanje politikom (Strategic Planning and Policy Management – IPT 2),
- podrška Savezničkoj komandi za operacije (ACO Support – IPT 3),
- podrška Savezničkoj komandi za transformaciju (ACT Support – IPT 4),
- informacioni servisi (Information Services – IPT 5);
- komunikacioni servisi (Communications Services – IPT 6).

Ovi timovi zaduženi su za ostvarenje sadejstva, koordinacije i integracije, u i van NC3A, radi obezbeđenja standardizacije i dostizanja interoperabilnosti C3 sistema kroz realizaciju aktivnosti koje se odnose na:

- definisanje zahteva za standardizaciju i razvoj dokumenata o standardizaciji koja se odnose na razvoj sistema za komunikacije;

- unapređenje saradnje između država u istraživanju, razvoju i proizvodnji sistema za komunikacije.

Zaključak

Standardizacijom materijalnih sredstava unutar NATO razvijaju se i implementiraju *dokumenta o standardizaciji* koja se tiču karakteristika budućih i/ili sadašnjih materijalnih sredstava, kao što su sistemi za komandovanje, kontrolu i komunikaciju, sistemi naoružanja, razni podsistemi, komponente, rezervni delovi i potrošni materijal (uključujući municiju

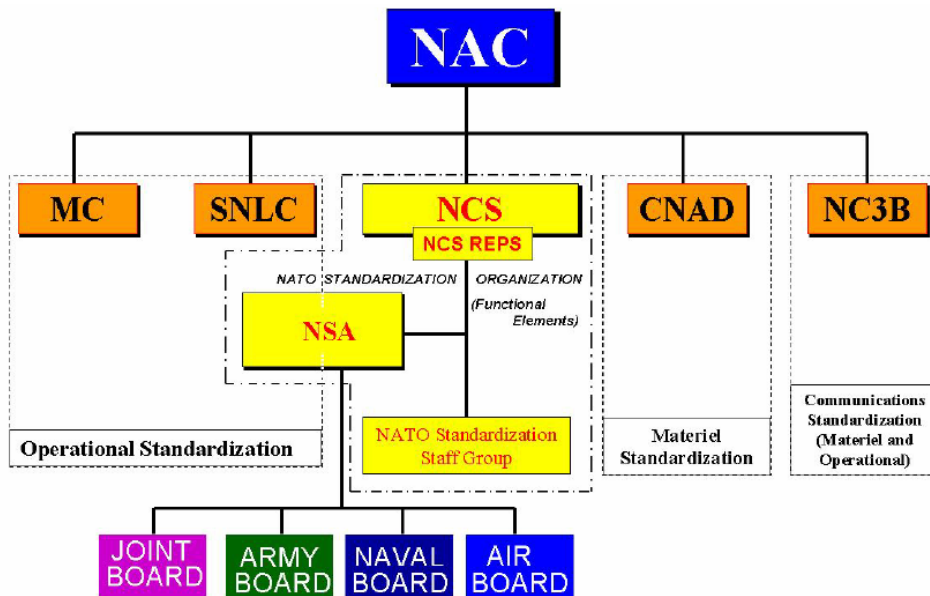
i gorivo). Nosioi ove standardizacije unutar NATO su *Konferencija direktora za nacionalno naoružanje* i *Agencija NATO za konsultacije, komandovanje i kontrolu*. Ova standardizacija realizuje se na nivou kompatibilnosti za komandno-informacione sisteme i borbenu tehniku, na nivou zamenljivosti za streljačku i artiljerijsku municiju, gorivo i sisteme za snabdevanje i servisiranje multinacionalnih snaga i na nivou zajedništva pri zajedničkom razvoju ratne tehnike. U organizacionim celinama i privremeno formiranim radnim grupama navedenih organizacija učestvuju eksperti iz zemalja članica NATO i zemalja partnera pri izradi novih i revizije postojećih dokumenata o standardizaciji.

Imajući u vidu opredeljenje državne zajednice Srbija i Crna Gora za pristupanje evroatlantskim integracijama, realno

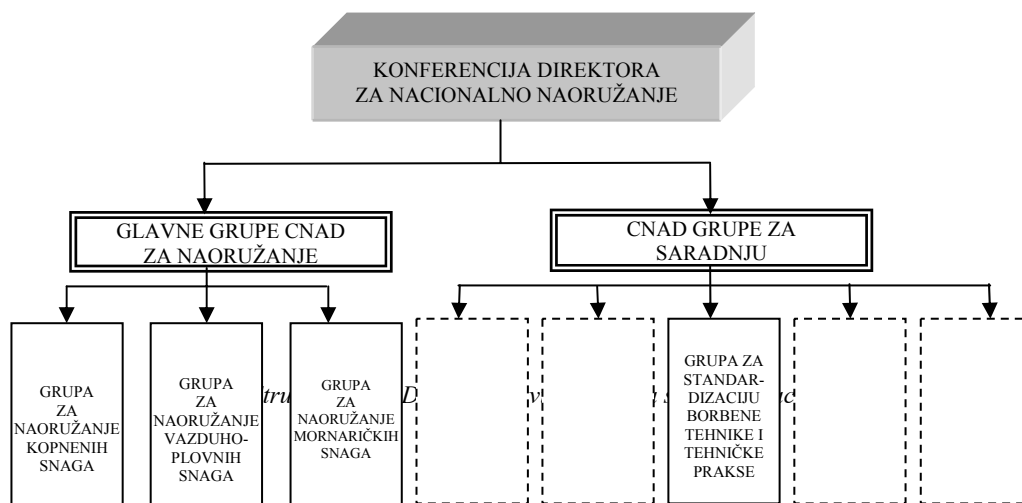
je očekivati i njeno buduće učešće u radu organizacionih celina sistema za standardizaciju materijalnih sredstava, ali isto tako i operativnu i administrativnu standardizaciju unutar NATO.

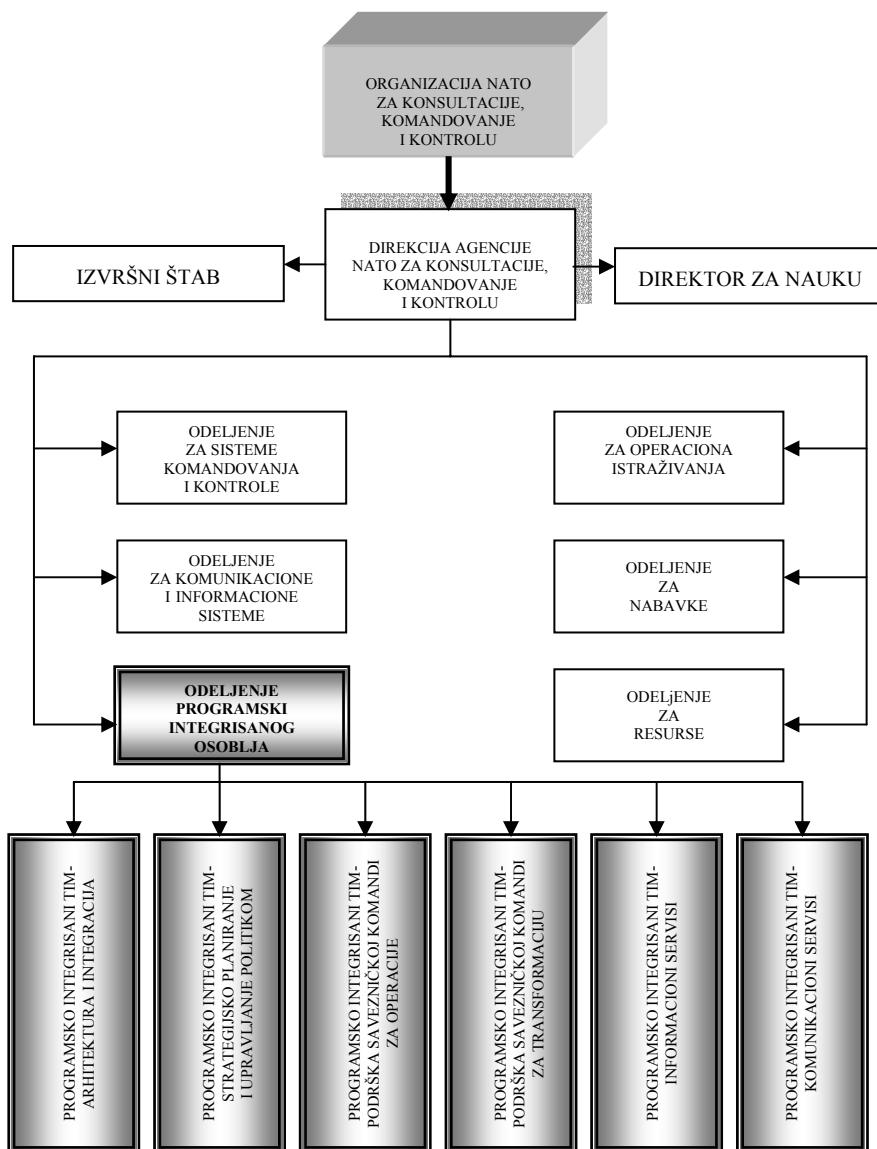
Literatura:

- [1] NATO glossary of terms and definitions – AAP-6, NATO Standardization Agency, Brussels, 2003.
- [2] Standards for Defence, part I, MOD UK Standardization policy, organizations and implementation, Ministry of Defence United Kingdom, 1999.
- [3] Staffing Guide for Allied Joint Publications, Directorate for Operational Plans and Joint Force Development (J-7), Joint Staff, Washington, 2002.
- [4] NATO Logistics Handbook, NATO Office of Information and Press, Brussels, 1997.
- [5] NATO Handbook, NATO Office of Information and Press, Brussels, 2001.
- [6] <http://www.nato.int/structur/AC/225/225ENG/naaghome.htm>, Veb sajt Grupe za naoružanje kopnenih snaga.
- [7] <http://www.nato.int/structur/AC/224/home.htm>, Veb sajt Grupe za naoružanje vazduhoplovnih snaga.
- [8] <http://www.nato.int/structur/AC/141/index.htm>, Veb sajt Grupe za naoružanje mornaričkih snaga.
- [9] <http://www.nc3a.nato.int/organization/index.html>, Veb sajt Agencije NATO za konsultacije, komandovanje i kontrolu.



Sl. 1 – Struktura sistema za standardizaciju u NATO:
 NAC = North Atlantic Council; MC = Military Committee; SNLC = Senior NATO Logisticians' Conference; NCS = NATO Committee for Standardization; CNAD = Conference of National Armaments Directors; NC3B = NATO Consultation, Command and Control Board; NSA = NATO Standardization Agency





Sl. 3 – Struktura Agencije NATO za konsultacije, komandovanje i kontrolu [9]

Rezime:

Preslikavanje parametara kvaliteta usluga (Quality of Service – QoS) jedan je od bitnih elemenata u koncepciji ATM (Asynchronous Transfer Mode) širokopoljnih mreža. U radu su opisani parametri QoS-a (verovatnoće pogrešnih ramova i ćelija, propusni opseg, kašnjenje ćelija, varijacija kašnjenja) koji se preslikavaju na protokole ATM mreža. Preslikavanje se izvodi između korisničkog i aplikacionog QoS-a, a aplikacioni QoS se preslikava na QoS prenosa i komutacije, odnosno na ATM protokole, tzv. protokole ATM adaptacionog sloja i, konačno, preslikava se (mapira) na ATM mrežne performanse (ATM sloj). Analiza procesa preslikavanja parametara kvaliteta usluga značajna je sa stanovišta korisnika usluga ATM mreža pri izboru klase usluga koje će koristiti u komunikaciji preko date ATM mreže.

Ključne reči: kvalitet usluga (QoS), preslikavanje, asinhroni način transfera (ATM), protokoli, ATM telekomunikacione mreže, QoS parametri, protokoli ATM-a.

QUALITY OF SERVICE MAPPING TO ATM NETWORK PROTOCOLS

Summary:

Quality of service mapping is one of the crucial elements in ATM concept of wide networks. In this paper QoS parameters mapping to ATM network protocols are described. Mapping is made between QoS user and QoS application, and application QoS is mapped to QoS transfer and commutation i.e. to ATM protocols – ATM adaptation layer protocols and finally it is mapped to ATM network performances. Analysis of this QoS mapping parameters process is very important for ATM users when they are choosing classes of service that can be used in communication process through ATM network.

Key words: Quality of Service (QoS), mapping, Asynchronous Transfer Mode (ATM), protocols, ATM communication networks, QoS parameters, ATM protocols.

Uvod

Telekomunikacione širokopoljne ATM (Asynchronous Transfer Mode) mreže realizuju se radi obezbeđenja istovremenog prenosa govornih, video i audio signala, tekstualnih i grafičkih poruka, mirne slike i podataka, odnosno da obezbede prenos multimedijalnih poruka. Za svaki pomenuti tip poruka od ATM mreže zahteva se određeni nivo kvaliteta usluga (Quality of Service – QoS). Multimedijal-

na komunikacija nametnula je potrebu za uvođenjem zahteva za kvalitet usluga [1]. Kvalitet usluga definisan je za digitalne komunikacije ITU-T preporukom I.350. Ovom preporukom – standardom, QoS se definiše kao združeni efekat performansi usluge koji određuje nivo zadovoljstva korisnika datom uslugom. S obzirom na to da je zadovoljstvo korisnika uslugom subjektivna veličina, potrebno je da se utvrde objektivni parametri. Ti parametri kvaliteta su kvantitativne veličine, a

moгу se neposredno meriti u tački u kojoj korisnik direktno pristupa usluzi [2].

Tehnika asinhronog načina prenosa (ATM), primenjena pri multipleksiranju, prenosu i komutaciji, omogućila je da se formiraju širokopojasne telekomunikacione mreže sa novom mrežnom arhitekturom i mogućnostima realizacije novih mrežnih usluga, uključujući multimedijalnu komunikaciju.

Arhitektura ATM protokola

Arhitektura ATM protokola, sa detaljnije predstavljenim protokolima ATM adaptacionog sloja, prikazana je na slici 1.

Funkcija fizičkog sloja jeste da omogući prenos signala, tj. ATM ćelija, preko medijuma prenosa (metalni kabl, optički kabl, radio-relejni linkovi).

ATM sloj ili protokol sadrži identifikatore virtuelnih kanala (VCI) i virtuelnih puteva (VPI), omogućava prenos, generisanje i izdvajanje zaglavlja ćelije, kao i multipleksiranje i demultipleksiranje ćelija sa različitim VPI/VCI [1].

ATM adaptacioni sloj (AAL sloj) namenjen je za realizaciju različitih usluga, prilagodavajući format korisničkih informacija strukturi ćelije. Sloj ALL sadrži više tipova protokola koji podržavaju određene klase usluga.

SVC CLASS (SVC KLASA)	A	B	C	„Y“	N/A	„X“	D
CONSTANT BIT RATE	VARIABLE BIT RATE (promenljiva bitska brzina)						
PARAMETERS (PARAMETRI)	CONNECTION ORIENTED (ORIJENTISANI VEZAMA)						CONN LESS
	TIMING PRESERVED		VARIABLE DALAY ACCEPTABLE				
HIGHER LAUER (VIŠI SLOJEVI)	ANY (bilo koji)	ANY (bilo koji)	FRAME RELAY TCP/IP	ANY (bilo koji)	Q 2931 (Q 93B)	N/A	SIP-3 OTHERS
TYPICAL USE (TIPIČNE PRIM.)	CIRCUIT EMULATION (EMULACIJA KOLA)	VBR VOICE VIDEO (GOVOR, VIDEO)	CONN OR DATA (PODACI)	AVAIL BIT RATE	SIGNALING (SIGNALIZAC.)	CELL RELAY	CONN LESS DATA
A	SSCS 1 BIT (SRTS)	IBD	FR. SSCS	IBD	SSCOP (SAAL)	NULL	CLNS (SIP 3)
A	CPCS	AAL-1	AAL-2	AAL-5		NULL	AAL-3/4
OVERHEAD (PREMAŠENJE)	1 BYTE	1-3 BYTES (PRELIM)	8 BYTES + PAD N. 48	IBD	8 BYTES + PAD N. 48	NONE	4 BYTES + 0,3PAD
SAR							
PAYLOAD (KORISNA INFOR.)	47 BYTES	45-47 BYTES	48 BYTES		48 BYTES		44 BYTES
	ATM LAYER (ATM SLOJ)						
	PHYSICAL LAYER (FIZIČKI SLOJ)						

Sl. 1 – Arhitektura ATM protokola (AAL sloj):

AAL – ATM adaptacioni sloj (ATM Adaptation Layer); A, B, C, D – klase usluga definisane ITU-T; „X“, „Y“ – klase usluga pri promenljivoj bitskoj brzini; „N/A“ – klase usluga koje se odnose na signalizaciju AAL; SVC – komutirani – virtuelni kanali ili komutirana virtuelna kola; SVC class – SVC klase usluga; VBR – promenljiva bitska brzina (Variable Bit Rate); SSCS – podsloj specifične usluge (Service Specific Convergence Sublayer); SAR – segmentacija i reasembliranje (Segmentation and Reassembly); TCP/IP – protokol upravljanja prenosom/medumrežni protokol (Transmission Control Protocol/Internet); CLNS – mrežne usluge (Connection less network services)

Protokol AAL-1 koristi se za prenos signala primarnog multipleksa E1 i T1.

Protokol AAL-2 razvijen je za prenos signala sa promenljivom bitskom brzinom, kao što su signali multimedijalnih poruka, prenos komprimovanih video i audio signala, pri čemu se koriste različite tehnike kompresije.

Protokol AAL-3/4 namenjen je za prenos podataka po uspostavljenoj vezi. AAL-3/4 podržava različite protokole, uključujući TCP/IP komplet protokola.

Protokol AAL-4 primenjuje se za prenos podataka bez prethodne uspostave veze.

Protokol AAL-5 opisuje se kao jednostavan i efikasan protokol za prenos podataka po uspostavljenoj vezi.

Za razliku od drugih telekomunikacionih mreža, širokopojasne ATM mreže omogućavaju garantovani kvalitet usluga pri prenosu multimedijalnih poruka. Kod ATM mreža QoS se definiše kao tehnika koja se odnosi na skup parametara za opisivanje ATM karakteristika, koje karakterišu saobraćaj na datom virtuelnom putu ATM mreže. U ovom slučaju parametre kvaliteta čine: verovatnoća gubitka ćelije, broj pogrešno prenetih ćelija, verovatnoća pojave pogrešno ubačenih ćelija, kašnjenje ćelija u prenosu, varijacija kašnjenja ćelija i verovatnoća bitske greške.

Karakteristike ATM saobraćaja

ATM saobraćaj čini protok ćelija kroz telekomunikacionu mrežu. Krajnje odredište ćelije navedeno je u njenom zaglavlju. To zaglavlje analizira se u svakom ATM čvoru mreže, a ćelija se usmerava u toku prenosa preko virtuelnih kanala, koji defi-

nišu put poruke od izvora do odredišta. ATM veze ne zahtevaju striktno definisan kanal već je konkretna ATM veza podržana određenim kapacitetom kanala koji je potreban u datom momentu [3].

ATM mreža dodeljuje korisniku propusni opseg za različite bitske protokole, odnosno onaj propusni opseg koji se korisniku (u zahtevanom trenutku) može staviti na raspolaganje.

Zahtev za novu vezu mreža prihvata se samo ukoliko traženi kvalitet usluge može biti osiguran, a kvalitet ranije uspostavljenih veza očuvan, tj. bez narušavanja ugovorenog kvaliteta sa drugim korisnicima.

Kašnjenje signala

Klasične digitalne mreže, zasnovane na komutaciji kola-kanala, pri prenosu govornih signala, unose kašnjenje reda 450 μ s po jednom čvoru ili manje. Pri kašnjenju većem od 25 μ s moraju se primenjivati tehnike poništavanja eha (odjeka). Kašnjenje veće od 75 μ s primetno je za učesnike u razgovoru. Kašnjenja govornih signala veća od 200 μ s unose znatno smanjenje kvaliteta govora pri prenosu, a ako su veća od 450 μ s, među sagovornicima dijalog nije moguć.

Kašnjenja u ATM mreži su reda 6 μ s za funkciju segmentacije i reasembliranja (Segmentation And Reasembling – SAR), odnosno deljenje poruke na ćelije i ponovno sastavljanje celovite poruke. Ako se koriste postupci poništavanja varijacije kašnjenja signala, unosi se dodatno kašnjenje reda 2 μ s. Takođe, kašnjenje unose i različiti medijumi prenosa ATM signala.

Zagušenje u ATM saobraćaju

Problem zagušenja u saobraćaju nastaje kada je broj dolaznih ćelija veći od kapaciteta bafera određenog komutacionog čvora ili prenosnog puta između čvorova. Formiraju se redovi čekanja, čime se unosi kašnjenje u prenosu. Problem je kako izbeći prepunjavanje redova čekanja u pristupu baferima komutacionih čvorova, onda kada protok premaši kapacitet raspoloživih kanala.

Jedan od načina rešavanja problema zagušenja jeste da se izvrši korektno dimenzioniranje kapaciteta bafera u komutacionim čvorovima. Takođe, rešenje je u kontroli i upravljanju saobraćajem, primenom mera kao što su: upravljanje pristupom mreži, oblikovanje saobraćaja, nadgledanje saobraćaja u čvorovima i kontrola zagušenja.

Brzine prenosa ATM signala

Da bi se podržale različite korisničke potrebe i zadovoljile nove komunikacione usluge, a u prvom redu multimedijalna komunikacija, ATM mreža treba da omogućiti prenos poruka različitim bitskim brzinama, odnosno protocima, kao što su:

- konstantan bitski protok CBR (Constant Bit Rate),
- promenljivi bitski protok VBR (Variable Bit Rate),
- raspoloživi bitski protok ABR (Available Bit Rate),
- neodređeni bitski protok UBR (Unspecified Bit Rate).

Svaka od navedenih bitskih brzina namenjena je za realizaciju različitih klasa usluga.

Zahtevani kvalitet

Osnovni parametri kvaliteta koje treba da obezbedi telekomunikaciona mreža, a koji se zahtevaju za prenos govora, video signala i podataka, prikazani su u tabeli 1.

Tabela 1
Zahtevani kvalitet u prenosu govora, video signala i podataka

Zahtevani kvalitet	Govorni signali	Video signali	Podaci
Propusni opseg	uzak	širok	varijabilan
Osetljivost na kašnjenje	velika	srednja	varijabilna
Osetljivost na greške	mala	relativno mala	velika
Usnopljenost poruka u prenosu	ne postoji	ne postoji	velika

Pri prenosu govorni signal zahteva uzak propusni opseg, veoma je osetljiv na kašnjenje, nije osetljiv na bitske greške i prenosi se kontinualno.

Video signal u prenosu zahteva širok propusni opseg, umereno je osetljiv na kašnjenje, a osetljivost na greške mu je relativno mala.

Podaci za prenos zahtevaju varijabilan propusni opseg, osetljivost na kašnjenje je varijabilna, dok im je osetljivost na greške velika. Poseduju osobinu naletnosti, odnosno usnopljen karakter informacija pri prenosu.

Zahtevi za kvalitet prenosa signala preko ATM mreža definisani su standardima Međunarodne unije za telekomunikacije (ITU-T), koji se odnose na širokopojasne mreže [4].

Performanse ATM mreže karakterišu sledeći mrežni parametri kvaliteta:

- verovatnoća gubitka ćelija CLR (Cell Loss Ratio) – odnos broja izgubljenih prema zbiru broja izgubljenih i uspešno prenetih ćelija;

– brzina ubacivanja ćelija CIRa (Cell Insertion Rate) – broj ubačenih ćelija (u nizu primljenih ćelija u posmatranom intervalu vremena) u jedinici vremena;

– verovatnoća ubacivanja ćelija CIR (Cell Insertion Ratio) – odnos broja ubačenih ćelija prema zbiru broja ubačenih i broja otpremljenih ćelija;

– verovatnoća prosečno pogrešnih ćelija SCR (Severely Cell Ratio) – odnos broja prosečno pogrešnih ćelija prema broju uspešno prenetih ćelija;

– kapacitet prenosa ćelija CTC (Cell Transfer Capacity) – maksimalan broj uspešno prenetih ćelija u jedinici vremena, na posmatranoj vezi;

– kašnjenje u prenosu ćelija CTD (Cell Transfer Delay) – aritmetička srednja vrednost kašnjenja određenog broja ćelija;

– varijacija kašnjenja ćelija CVD (Cell Variation Delay) – ukupno kašnjenje u prenosu i komutaciji između dva odredišta u mreži;

– verovatnoća bitske greške BER (Bit Error Rate) – odnos broja pogrešnih bita prema broju ukupno primljenih (prenetih) bita u posmatranom intervalu.

Svi navedeni parametri kvantitativno su definisani preporukama ITU-T.

Preslikavanje QoS zahteva na ATM protokole

Širokopojasne mreže od samog početka su osmišljene, definisane i projektovane tako da korisnicima omoguće različite usluge i zahteve za QoS u istoj ATM mreži. Tradicional-

no, po prirodi poruka, prenos podataka, govornih i video signala zahteva različit QoS. ATM je razvijen s ciljem da podrži sva tri tipa saobraćaja u jednoj istoj mreži. Pored različite QoS podrške, ATM omogućava veoma dobru efikasnost u korišćenju raspoloživog kapaciteta kanala i obezbeđuje dobru procenu zahtevanog kapaciteta za svaku vrstu saobraćaja. Efikasno upravljanje kvalitetom usluga osnovna je prednost ATM tehnike prenosa, multipleksiranja i komutacije. Upravljanje QoS-om ostvaruje se primenom slojevite strukture ATM adaptacionih slojeva AAL (ATM Adaptation Layer), odnosno ATM protokola, upravljanjem pristupom i uobličavanjem ponuđenog saobraćaja.

U ATM mrežama QoS se obezbeđuje korišćenjem virtuelnih kanala (VC) i virtuelnih puteva (VP) koji se uspostavljaju sistemom signalizacije No 7, pre početka prenosa poruka u formatu ćelija. Između izvora i odredišta uspostavlja se logička – virtuelna veza, preko koje se prenose sve ćelije koje pripadaju istoj poruci.

Pri uspostavi veze uzimaju se u obzir parametri kvaliteta koji se odnose na zahtevani QoS, odnosno komunikaciju u realnom vremenu. To se postiže preslikavanjem određenih klasa usluga – CoS (Class of Service) na AAL slojeve, odnosno ATM protokole.

U tabeli 2 prikazano je preslikavanje parametara QoS na odgovarajuće AAL slojeve. Za svaku klasu data su dva imena, koje je ranije definisao ITU-T i njihovi ekvivalenti koje je definisao ATM forum.

Tabela 2
Preslikavanje QoS na AAL protokole

ITU-T ATM forum	Klasa A CBR	Klasa B VRR (RT)	Klasa C VBR (NRT)	Klasa D UBR	Klasa Y ABR
Bitska brzina	konstantna	varijabilna	varijabilna	varijabilna	varijabilna
Sinhronizacija; vrem. odnosi	zahteva se	zahteva se	ne zahteva se	ne zahteva se	ne zahteva se
Tip veze	konekciono orijentisana	konekciono orijentisana	konekciono orijentisana	bez uspostave veze	bez uspostave veze
Garancija QoS	gubici, kašnjenje, prop. opseg	gubici, kašnjenje, prop. opseg	gubici, kašnjenje, prop. opseg	nema	gubici, propusni opseg
AAL protokoli	AAL-1	AAL-2	AAL-3/4 ili AAL-5	AAL-3/4 ili AAL-5	AAL-3/4 ili AAL-5

U tabeli 2 prikazane su različite klase usluga sa različitim zahtevima u pogledu QoS-a. Svaka od klasa usluga podržava određene aplikacije koje nose određene zahteve za kvalitet. Aplikacioni QoS zahtevi preslikavaju se na parametre kvaliteta koji moraju biti vidljivi i registrovani kao veličine sa kvantitativnim vrednostima, koje se mogu podešavati u određenim granicama.

Klasa CBR podržava aplikacije koje se obavljaju u realnom vremenu i imaju stoga ograničenja u pogledu kašnjenja i varijacije kašnjenja. Primeri za ovakve aplikacije su prenos govornih signala i emulacija kanala za prenos multipleksnih E1/T1 signala.

Parametri kvaliteta usluga su: kašnjenje ćelije u prenosu (CTD – Cell Transfer Delay), varijacija kašnjenja ćelija (CVD – Cell Variation Delay) i verovatnoća gubitka ćelija (Cell Loss Rate).

Za usluge klase CBR koriste se mehanizmi koje poseduje protokol AAL-1 za obezbeđenje parametara kvaliteta. On omogućava prenos signala sa konstantnom bitskom brzinom i isporuku signala na određenoj istom bitskom brzinom. Da bi protokol AAL-1 omogućio pomenute

usluge, mora da poseduje niz funkcija, kao što su: segmentacija i reasembliranje, postupci sa varijacijom kašnjenja i ubačenim ćelijama, ekstrakcija digitskog takta u prijemniku i obrada pogrešnih bita.

Protokol AAL-1 ima i druge funkcionalne performanse. Da bi obezbedio zadovoljavajuću vrednost parametara kvaliteta CTD, protokol AAL-1 poseduje funkcionalnu mogućnost koja je poznata kao strukturirani transfer podataka (STD). STD pruža mogućnost da se dolazni niz bita iz predajnika smešta u SAR PDU (Protocol Data Unit) pejlod i otprema bez čekanja da se kompletna ćelija popuni bitima. Na ovaj način stvorena je mogućnost rešavanja problema kašnjenja pri prenosu paketizovanih govornih signala.

Varijacija kašnjenja ćelija (CVD) rešava se korišćenjem bafera u prijemniku. SAR PDU pejlod skladišti se u baferu koji se stalno puni novim podacima. Pejlovi pristižu sa malom varijacijom bitske brzine. Bafer prijemnika prazni se konstantnom brzinom. Kada se isprazni AAL-1 CS mora ubacivati prazne bite, a CS mora prekidati ulaz ćelija u bafer u slučaju kada je prepunjen. U tom slučaju AAL-1 omogućava primenu dve metode koje prijemniku obezbeđuju informaciju o veličini kašnjenja, a to su metoda sinhronne rezidentne vremenske markice (SRTS) i metoda adaptivnog takta.

Svi ATM protokoli, izuzimajući AAL-5, sadrže brojač sekvence ćelija, čija je svrha da se na osnovu sadržaja brojača u prijemniku detektuje greška, odnosno gubitak ćelije. AAL-1 protokol poseduje mehanizme za korekciju pojedinačnih grešaka i otkrivanje višestrukih bitskih grešaka.

Klasa VBR ima dve potklase: RT VBR (Real-Time VBR), koja se realizuje u realnom vremenu, i NRT VBR (Non-

Real Time VBR), tj. VBR koji se ne odvija u realnom vremenu.

RT VBR je namenjen za aplikacije koje imaju stroga ograničenja u kašnjenju signala, kao što je to slučaj sa video uslugama.

QoS parametri za RT VBR su maksimalno kašnjenje ćelija u prenosu i amplituda varijacije kašnjenja ćelija.

Protokol AAL-2 namenjen je za realizaciju usluge klase B, kao što je, na primer, prenos komprimovanih audio i video signala. Ova usluga se odlikuje time što se prenos obavlja po uspostavljenoj vezi promenljivom brzinom, a postoji velika osetljivost na gubitak bitske sinhronizacije.

Zbog primenjene kompresije izvor konstantne bitske brzine postaje varijabilan, a trenutna bitska brzina zavisi od stepena kompresije signala. Na primer, ako je stepen kompresije video signala 10:1, generiše se samo 10% bita u odnosu na broj bita bez kompresije. Zato se ne mogu u potpunosti puniti SAR PDU pejlodi. Da bi se izbeglo kašnjenje zbog čekanja i potpuno napunili SAR PDU pejlodi, protokol AAL-2 mora biti opremljen mehanizmima za delimično popunjavanje polja SAR PDU. Zbog toga AAL-2 SAR PDU protokol poseduje polje L1 koje predstavlja indikator dužine. Polje L1 namenjeno je za označavanje parcijalne zauzetosti korisničkog polja ćelije, a na taj način izbegava se unošenje kašnjenja.

NRT VBR namenjen je za aplikacije koje su mnogo manje osetljive na varijaciju kašnjenja kroz mrežu. Među takve aplikacije spada usluga prenosa podataka (prenos datoteka).

QoS parametri za NRT VBR usluge su: srednja vrednost bitskog protoka, CTD – kašnjenje u prenosu ćelija i CLR – verovatnoća gubitka ćelija.

Prenos podataka je, po svojoj prirodi, osetljiv na greške, a poseduje osobinu naletnosti. Za prenos podataka preko ATM mreže koriste se protokoli AAL-3/4 i AAL-5. Protokol AAL-3/4 podržava prenos podataka sa promenljivom dužinom blokova koji se pri otpremi moraju segmentirati na ćelije, a u prijemu reasemblirati u izvorni oblik. Ovaj protokol ima mogućnost da u komunikaciji podrži više korisnika istovremeno. Protokol AAL-3/4 poseduje polje MID (identifikator multipleksa) koje omogućava multipleksiranje više istovremenih segmenata PDU pejloda – jednim AAL-3/4.

Svaki PDU promenljive dužine u AAL predajniku obeležava se sadržajima polja MID. PDU pejlodi se u isto vreme segmentiraju, kako bi se izbeglo neprihvatljivo kašnjenje nekog od pejloda koji se multipleksiraju. Korišćenjem polja MID PDU pejlodi se učešljavaju, čime se obezbeđuje njihov efikasan prenos.

Klasa ABR je relativno nova i specifična za ATM mreže. Ona podržava aplikacije koje mogu da podnesu promenu bitskog protoka bez nepovoljnog uticaja na funkcionalnost date aplikacije. Ovakav postupak prenosa obezbeđuje „best effort“ kvalitet usluge, koji obezbeđuju IP mreže.

QoS parametar za klasu ABR je verovatnoća gubitka ćelije. Za realizaciju ove klase usluga preko ATM mreže koriste se protokoli AAL-3/4 i AAL-5.

Klasa UBR je usluga slična ABR, ali je prenos ovom klasom manje pouzdan. Namenjena je za aplikacije koje su veoma tolerantne po pitanju kašnjenja, a ne izvršavaju se u realnom vremenu. Klasa UBR nema nikakvih garancija za kvalitet usluga. Za realizaciju ove klase usluga, preko ATM mreže, koriste se protokoli AAL-3/4 i AAL-5.

Preslikavanje QoS parametara na ATM mrežne performanse

Preslikavanje QoS parametara jedan je od bitnih elemenata u koncepciji širokopojsnih mreža [1]. Najpre se preslikavanje izvodi između korisničkog QoS-a i aplikacionog QoS-a. Zatim se aplikacioni QoS preslikava na QoS prenosa i komutacije, odnosno ATM protokole i konačno se preslikava (mapira) na ATM mrežne performanse.

Preslikavanjem QoS parametara na ATM mrežne performanse obezbeđuje se garantovani kvalitet usluga s kraja na kraj veze u ATM mreži. Garantovani kvalitet, u zavisnosti od tipa usluge, obezbeđuju ATM protokoli.

U tabeli 3 prikazani su različiti uzroci degradacije QoS-a, i metode koje omogućavaju da se sa komunikacionim protokolima na različitim slojevima otklone uzroci narušavanja kvaliteta usluga.

Tabela 3

Uzroci degradacije kvaliteta i metode otklanjanja uzroka

Komunikac. protokoli	Uzroci degradacije i metode poboljšanja kvaliteta				
Protokoli viših slojeva	korekcija grešaka; retransmisija	slojevito kodovanje poruka		kašnjenje pri kodovanju	džiter kodovanja
AAL protokoli		prepunjavanje bafera; odbacivanje zakas. ćelija; ubacivanje praznih ćelija	odbacivanje ubačenih ćelija	kašnjenje kod asembliranja i otpreme	džiter pri otpremi; džiter pri asembliranju ćelija
ATM sloj		prepunjavanje bafera		kašnjenje zbog čekanja u redovima	džiter zbog čekanja u redovima
Fizički sloj	bitske greške (u pejlodu)	bitske greške u zaglavlju; korekcija grešaka	odbacivanje ćelija sa greškama	kašnjenje prilikom propagacije	džiter u pristupu na UNI interfejsu
Tip otkaza	pogrešna ćelija	izgubljena ćelija	ubačena ćelija	kašnjenje ćelija	džiter ćelija

Aplikacioni podsistem obezbeđuje funkcije kao što su: upravljanje multi-medijalnim pozivom i posluživanje poziva, sinhronizacija medija, upravljanje izlazno-ulaznim modulima i obrada aplikacija.

Prenosni i komutacioni podsistem obezbeđuje upravljanje vezom, upravljanje propusnim opsegom i bitskim protokolom. Prenosni i komutacioni podsistemi čine mrežu i određuju ATM mrežne performanse, a uključuju protokol ATM sloja i ATM adaptacione slojeve, odnosno AAL protokole.

S vrha do dna arhitekture ATM protokola raspodeljene su funkcije kojima se obezbeđuje zahtevani QoS, odnosno otklanjaju uzroci koji su izazvali degradaciju kvaliteta usluga.

QoS parametri podržani AAL protokolima i njihove granične vrednosti

QoS parametri AAL-a predstavljaju QoS zahteve koji su potrebni višim nivoima protokola, odnosno uslugama koje ti protokoli podržavaju pri komunikaciji preko ATM mreže. To znači da se QoS

parametri protokola razlikuju prema vrsti usluge koju podržavaju. QoS zahtevi predstavljaju se kao granične vrednosti QoS parametara AAL-a. Zadatak AAL-a jeste da obezbedi odgovarajući traženi QoS za svaku vrstu usluge. Time će se eliminisati razlika između QoS AAL-a i QoS ATM sloja, odnosno protokola.

Konvergentni podsloj (Convergences Sublayer – CS) ATM adaptacionog sloja (AAL protokoli) podeljen je na dva podsloja, i to: konvergentni podsloj specifične usluge (Service Specific Convergence Sublayer) SS CS i zajednički deo konvergentnog podsloja (Common Part Convergence Sublayer) CP CS.

Svaki od SS CS, odnosno CP CS usmerava se prema određenom ATM adaptacionom sloju, odnosno AAL protokolu, kako je to prikazano na slici 2.

Sloj AAL protokola podeljen je na dva podsloja, i to na: podsloj segmentacije i reasembliranja – SAR i konvergentni podsloj – CS.

Podsloj CS zavisi od vrste usluge, a omogućava AAL uslugu korišćenjem AAL SAR protokola. Treba imati u vidu da poruka od viših slojeva (govor, video signal, podaci, multimedijalna poruka,

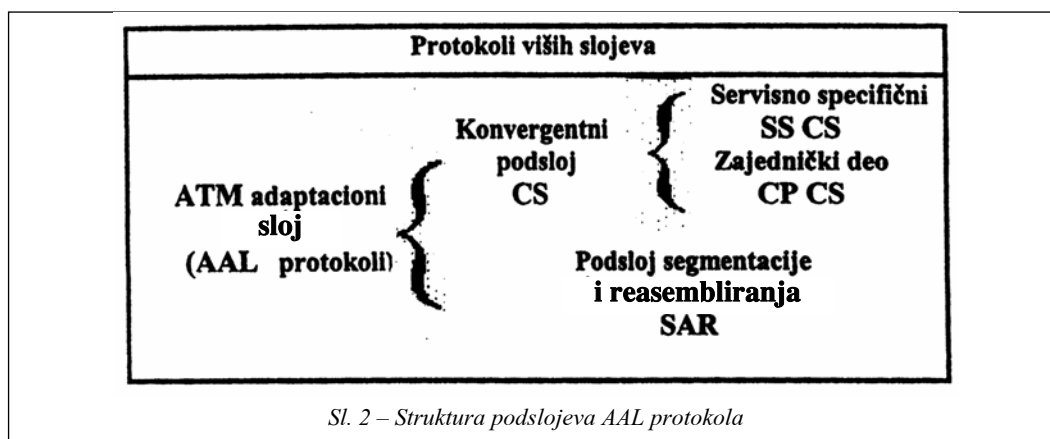
bitski niz E1/T1 signala, itd.) dolazi u formatu određenog rama (frame), koji se segmentira u smeru predaje signala preko ATM mreže, a reasemblira u smeru prijema signala od ATM mreže (slika 3). Na taj način omogućava se prenos SAR segmenata protokolom jedinice podataka (Protocol Data Unit – PDU). Jedinica podataka DU smeštena je u pejlod ATM ćelije. U zavisnosti od tipa usluge, DU ima određenu dužinu izraženu brojem bajtova koji ne može biti veći od 48.

S obzirom na to da se QoS zahtevi predstavljaju kao granične vrednosti QoS parametara AAL-a, važno je da se odrede granične vrednosti AAL QoS parametara. U principu, QoS parametri AAL-a mogu se razlikovati prema vrsti usluge koju podržavaju.

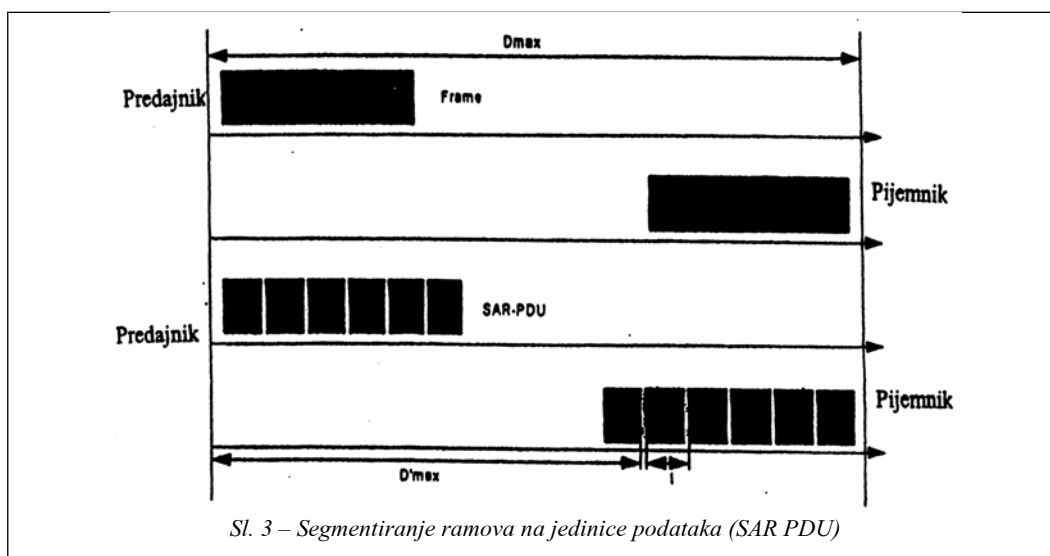
Definisanje opštih QoS parametara AAL-a

Ovi parametri kvantitativno se mogu standardizovati ili definisati za konkretnu vrstu usluge.

Granična vrednost verovatnoće pogrešnih ramova (Frame Error Ratio – FER-Bound). Ram korisničke poruke



Sl. 2 – Struktura podslojeva AAL protokola



predstavlja SDU koji je primljen od protokola višeg sloja. FER se definiše kao odnos broja ramova sa greškama R_g prema zbiru broja primljenih ramova bez grešaka R_i i broja ramova sa greškama:

$$FER = R_g / (R_g + R_i)$$

Granična vrednost FER_{max} definiše se izrazom:

$$FER \leq FER_{max}$$

gde je:

FER – verovatnoća pogrešnih ramova podržana AAL-om,

FER_{max} – granična vrednost verovatnoće pogrešnih ramova određena protokolom višeg sloja.

U ovom slučaju koristi se FER, tj. verovatnoća pogrešnih ramova umesto verovatnoće pogrešnih bita BER (Bit Error Rate) zbog toga što protokol svakog sloja upravlja svojim SDU, a QoS parametri moraju biti bazirani na jedinici podataka usluge, a ne na verovatnoći bitske greške.

PDU SAR predstavlja ram čija je dužina mnogo veća od veličine SAR

PDU, kako je to prikazano na slici 2. U procesu preslikavanja QoS parametara posmatra se SAR PDU, pa se prema tome FER odnosi na SAR ram.

Korišćenje FER može biti problematično u slučaju usluga prenosa video signala i govora, kod kojih pojava rama sa greškom može dovesti do gubitka sinhronizacije, a time i do mogućnosti ozbiljne degradacije kvaliteta video signala ili multimedijalne poruke. To se ne odnosi na slučaj kada se koristi tehnika slojevitog kodovanja video signala, kod koje se svaka komponenta video signala može prenositi odvojeno sa sopstvenim QoS zahtevima. U tom slučaju komponente signala koje sadrže informacije o sinhronizaciji mogu biti prenošene sa strožim QoS-om u odnosu na druge video signale.

Minimalna granična vrednost propusnog opsega (Throughput Bound – W_{min}) date veze predstavlja vrednost bitske brzine koja se sigurno može ostvariti datom vezom, a definiše se relacijom:

$$W \geq W_{min}$$

gde je:

W – propusni opseg obezbeđen AAL-om,
 W_{min} – granična vrednost propusnog, određena protokolom višeg sloja.

Protokol AAL mora obezbediti W_{min} višem sloju, sve vreme trajanja veze. Postoji više razloga za preslikavanje zahteva za propusni opseg. Propusni opseg koji se zahteva od korisnika usluge ne uzima u obzir premašenja koja mogu nastati zbog upravljačkih informacija, a koje zahteva skup protokola po pojedinim nivoima. Retransmisija kod prenosa podataka smanjuje efektivni propusni opseg, a zahtevani propusni opseg može biti znatno smanjen tehnikama kompresije govornih i video signala.

Granična vrednost kašnjenja ramova (Frame Delay Bound – D_{max}) definiše se relacijom:

$$D_i \leq D_{max}, \text{ za svako } i$$

gde je:

D_i – kašnjenje sa kojim je i -ti ram otpremljen od višeg nivoa i isporučen na određište,

D_{max} – najveća granična vrednost kašnjenja.

Granična vrednost varijacije kašnjenja ramova (Frame Delay Variation Bound – J_{max}) definiše se relacijom:

$$J_i = D_i - D \leq J_{max}, \text{ za svako } i$$

gde je:

D – idealno ili ciljno kašnjenje dobijeno pomoću AAL protokola,

J_i – džiter i -tog rama otpremljenog od višeg nivoa i isporučenog na određište,

J_{max} – najveća granična vrednost džitera.

QoS parametri podržani ATM slojem i njihove granične vrednosti

Na ATM sloju definišu se sledeći QoS parametri i njihove granične vrednosti:

– granična vrednost verovatnoće gubitka ćelija (Cell Loss Ratio Bound – CLR $_{max}$) specifičan je parametar ATM-a, a nastaje kao rezultat prepunjavanja bafera u ATM komutacionim sistemima. Prepunjavanje se javlja usled nagomilavanja saobraćaja;

– granična vrednost propusnog opsega (Throughput Bound – W'_{min}). Zahtevi za propusni opseg definišu se preko W_{min} parametra. U ATM sloju granična vrednost propusnog opsega definiše se kao minimalna širina propusnog opsega za datu vezu;

– granična vrednost kašnjenja i džitera (Cell Delay and Jitter Bound – D'_{max} , J'_{max}) u ATM sloju ima istu definiciju kao u AAL-u, uzimajući u obzir da se ove vrednosti odnose na ćelije, a ne na ramove;

– granična vrednost verovatnoće ubacivanja ćelija (Cell Insertion Rate Bound – CIR). Ubacivanje ćelija nastaje kao posledica grešaka koje nastaju u zaglavlju ATM ćelije. ATM komutacioni sistemi otkrivaju i odbacuju ćelije koje imaju grešku u zaglavlju, a ALL protokoli svojim funkcijama takođe otkrivaju greške u zaglavlju. CIR se obično ne tretira kao QoS parametar, zbog toga što je neznatan u poređenju sa CLR, tj. verovatnoćom gubitka ćelija.

Preslikavanje QoS parametara sa SAR podsloja na ATM sloj

AAL je podeljen na SAR podsloj i konvergentni podsloj (CS). Konvergentni

podslaj zavisi od vrste usluge i omogućava AAL uslugu u AAL SAR. Da bi se dobili uopšteni rezultati vezani za preslikavanje nezavisno od tipa AAL protokola, pretpostaviće se da AAL ne koristi CS, već ima SAR PDU. To je struktura kao kod AAL-1 protokola.

Preslikavanjem se formiraju granične vrednosti mrežnih parametara (NP) – CLRmax, W'min, D'max, J'max, korišćenjem graničnih vrednosti AAL QoS parametara – FERmax, Wmax, Dmax i Jmax. NP parametri su, u suštini, parametri ATM sloja.

Granična vrednost verovatnoće gubitka ćelija CLRmax data je sledećom relacijom:

$$CLR(SAR) = CLR(AMT) = CLR \text{ (premašenja)} \quad (1)$$

gde je:

CLR (SAR) – CLR od SAR podsloja,

CLR (ATM) – CLR na ATM sloju,

CLR (premašenje) – verovatnoća gubitka ćelije prouzrokovana prepunjavanjem bafera.

Verovatnoća pojave rama sa greškom na SAR podsloju izračunava se iz sledeće relacije:

$$FER = \sum_M P(\text{pogrešan ram } M = m)$$

$$P(M = m)$$

$$= \sum_M [1 - (1 - p_e)^m] P(M = m)$$

$$= \sum_M m p_e P(M = m),$$

$$\text{(uz pretpostavku da je } p_e \ll 1 \text{)} \quad (2)$$

$$= p_e \sum_M m P(M = m) = p_e E$$

gde je:

p_e – verovatnoća pojave greške SAR PDU na SAR podsloju,

M – slučajna promenljiva koja označava broj SAR PDU u jednom ramu,

$P(M = m)$ – verovatnoća pogrešnog rama,

E – dužina rama.

Verovatnoća greške SAR PDU nije direktno povezana sa CLR (SAR) zbog toga što se mora uzeti u obzir bilo koji mehanizam zamene SAR PDU. Tako, na primer, ako su detektovane izgubljene ćelije i zamenjene praznim ćelijama da bi se sačuvala celina broja bita, time se, takođe, unose greške u pejlotu. Zbog toga se CLR (SAR) mora uzeti sa određenim faktorom korekcije. Imajući to u vidu, verovatnoća greške SAR PDU izračunava se iz sledeće relacije:

$$p_e = CLR(SAR) + \alpha CLR(SAR) \quad (3)$$

gde je $1 < \alpha < 376$ korekcionni faktor koji zavisi od mehanizama zamene izgubljene ćelije. U slučaju video usluga α može da zavisi od primenjene tehnike kodovanja, odnosno kompresije video signala. U slučaju kada nema zamene uzima se da je $\alpha = 376$.

CLR (premašenje), koje mora garantovati ATM mreža, može se izračunati iz sledeće relacije:

$$CLRmax = CLR(\text{premašenje}) = p_e / \alpha - 376 / \alpha BER \quad (4)$$

Granična vrednost propusnog opsega W'min određuje se iz relacije:

$$W'min = 35/47 W min \quad (5)$$

Ova relacija odnosi se na protokol AAL-1 i prenos E1/T1 signala primarnog multipleksa. Ako se koristi SDH prenos, granična vrednost propusnog opsega mora biti povećana zbog premašenja koje unosi SDH ram.

Granične vrednosti kašnjenja ćelije i džitera $D'max$ i $J'max$ moraju biti garantovane ATM slojem, odnosno protokolom. S druge strane, pomenute veličine zavise od veličine prijemnog bafera prijemnika entiteta AAL-a (tzv. playout bafer). Ugovorene granične vrednosti AAL-ovim entitetima na postojećoj vezi mogu kasnije biti promenjene u strože granične vrednosti kašnjenja i manje stroge granične vrednosti džitera.

Granična vrednost kašnjenja $D'max$ u ATM sloju uslovljena je procesom formiranja SAR podsloja (slika 1), a određuje se iz relacije:

$$D'max = Dmax - I(M-1) - dmax \text{ (playout)} \quad (6)$$

gde je:

I – interval između SAR PDU-ova, kada je ram podeljen na PDU-ove,
 M – broj PDU-ova u jednom ramu,
 $dmax$ (playout) – maksimalno kašnjenje u playout baferu.

Granična vrednost za ATM NP (kašnjenje zbog obrazovanja redova čekanja) data je sledećom relacijom:

$$D'max(NP) = D'max - Dp \quad (7)$$

gde je Dp pokazatelj kašnjenja, uključujući kašnjenje propagacije, procesiranja, itd.

Granična vrednost džitera na ATM sloju $J'max$ nije uslovljena procesom SAR podsloja, što znači da se može odrediti iz izraza:

$$J'max = Jmax + Jmin \text{ (playout)} \quad (8)$$

gde je $Jmin$ (playout) minimalna vrednost džitera nastala zbog kašnjenja u playout baferu.

Granična vrednost džitera za ATM NP (džiter zbog obrazovanja redova čekanja) izračunava se iz relacije:

$$J'max = Jmax + Jmin \text{ (UNI)} \quad (9)$$

gde je sa $Jmin$ (UNI) označen maksimalni džiter ATM ćelija na interfejsu korisnika mreža (User Network Interface – UNI).

Postavlja se pitanje – kako se podržavaju parametri kvaliteta usluga koji su preslikani na ATM protokole. Rešenje se nalazi u kontroli i upravljanju saobraćajem, merama kao što su:

- upravljanje pristupom mreži (Convention Admission Control – CAC);
- oblikovanje saobraćaja (Traffic Shaping – TS);
- posluživanje saobraćaja (Traffic Policing – TP);
- kontrola zagušenja (Congestion Control – CC).

CAC funkcija odnosi se na odluku o tome da li dozvoliti formiranje traženih VPI/VCI sa zahtevanim protocima, u zavisnosti od toga da li mreža može da zadovolji QoS sa zahtevanom klasom usluga, a da se pri tome ne ugrozi QoS postojećih veza.

TS obavlja funkcije interfejsa korisnik – ATM mreža (UNI). Saobraćaj se oblikuje tako da odgovara parametrima dogovorenim u trenutku uspostavljanja veza, odnosno u skladu sa algoritmima za brzinu generisanja ćelija (Genetic Cell Rate Algorittam).

TP na ulazu u komutacioni čvor proverava da li se protok ćelija nalazi u

dogovorenim granicama. ATM komutacioni čvor ima dve mogućnosti: da odbaci ćelije koje se na ulazu ne mogu proslediti ili da njihov prioritet postavi ($CLP = 1$) na visok nivo.

CC funkcije obavljaju ATM komutacioni ćvorovi unutar mreže sa ciljem da se izbegne zagušenje saobraćaja. CC metoda zasniva se na uvođenju povratne sprege kojom se ćelije sa izlaza vraćaju na ulaz komutacionog polja.

Zaključak

U radu je analizirano preslikavanje parametara kvaliteta usluga na ATM

adaptacione protokole, kao i preslikavanje parametara kvaliteta na ATM mrežne performanse. Pomoću protokola adaptacionog sloja ATM mreže obezbeđuje se realizacija različitih klasa usluga. Pokazano je da preslikavanje QoS-a omogućava garantovani kvalitet usluga s kraja na kraj veze u ATM, odnosno B-ISDN mreži.

Literatura:

- [1] Jevtović, M.: Multimedijalne telekomunikacije; ISBN 86-903281-6-4; Grafo-Žig, Beograd, 2004.
- [2] Jevtović, M.: Kvalitet usluga telekomunikacionih mreža, ISBN 86-903281-1-4; Grafo-Žig, Beograd, 2002.
- [3] Jevtović, M.: Telekomunikacione ATM mreže, Grafo-Žig, Beograd, 2001.
- [4] Standardi Medunarodne unije za telekomunikacije, preporuke ITU-T za širokopoljasne mreže (B-ISDN).

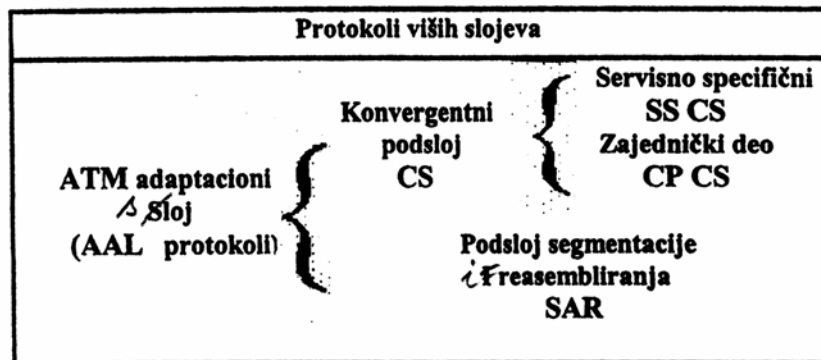
Tabela 3

Uzroci degradacije kvaliteta i metode otklanjanja uzroka

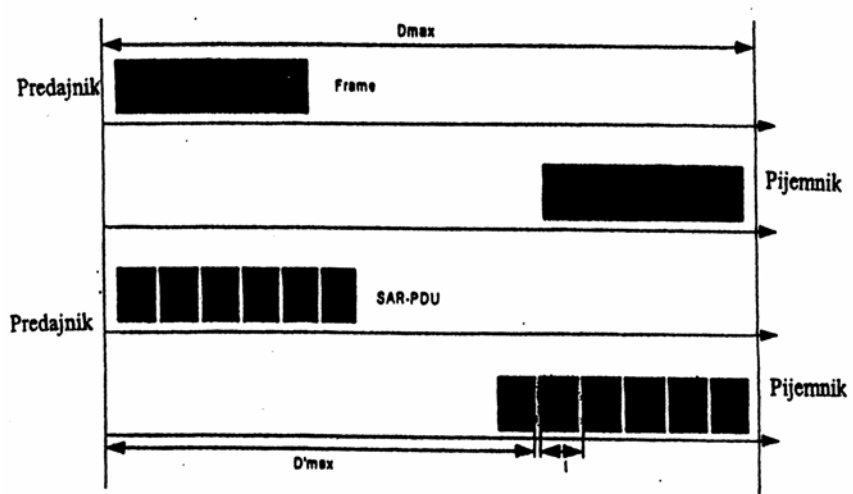
Komunikac. protokoli	Uzroci degradacije i metode poboljšanja kvaliteta				
Protokoli viših slojeva	korekcija grešaka; retransmisija	slojevito kodovanje poruka		kašnjenje pri kodovanju	džiter kodovanja
AAL protokoli		prepunjavanje bafera; odbacivanje zakas. ćelija; ubacivanje praznih ćelija	odbacivanje ubačenih ćelija	kašnjenje kod asembliranja i otpreme	džiter pri otpremi; džiter pri asembliranju ćelija
ATM sloj		prepunjavanje bafera		kašnjenje zbog čekanja u redovima	džiter zbog čekanja u redovima
Fizički sloj	bitske greške (u pejlodu)	bitske greške u zaglavlju; korekcija grešaka	odbacivanje ćelija sa greškama	kašnjenje prilikom propagacije	džiter u pristupu na UNI interfejsu
Tip otkaza	pogrešna ćelija	izgubljena ćelija	ubačena ćelija	kašnjenje ćelija	džiter ćelija

Sl. 1 – Arhitektura ATM protokola (AAL sloj):

AAL – ATM adaptacioni sloj (ATM Adaptation Layer); A, B, C, D – klase usluga definisane ITU-T; „X“, „Y“ – klase usluga pri promenljivoj bitskoj brzini; „N/A“ – klasa usluga koje se odnose na signalizaciju AAL; SVC – komutirani – virtuelni kanali ili komutirana virtuelna kola; SVC class – SVC klase usluga; VBR – promenljiva bitska brzina (Variable Bit Rate); SSCS – podsloj specifične usluge (Service Specific Convergence Sublayer); SAR – segmentacija i reasembliranje (Segmentation and Reassembly); TCP/IP – protokol upravljanja prenosom/međumrežni protokol (Transmission Control Protocol/Internet); CLNS – mrežne usluge (Connection less network services)



Sl. 2 – Struktura podslojeva AAL protokola



Sl. 3 – Segmentiranje ramova na jedinice podataka (SAR PDU)

Mr Dragan Trifković,
kapetan I klase, dipl. inž.
mr Radosav Nikolić,
pukovnik, dipl. inž.
mr Živojin Petrović,
kapetan I klase, dipl. inž.
Vojna akademija – Odsek logistike,
Beograd

REZULTATI MERENJA TORZIONIH OSCILACIJA U SISTEMU PROPULZIJE BRODSKOG DIZEL MOTORA

UDC: 629.12-843.6 : 531.781

Rezime:

U ovom radu prikazan je postupak merenja, kao i rezultati dobijeni merenjem nivoa torzionih oscilacija u sistemu prenosa snage sa broskog dizel motora na propeler. Prime-njen je princip merenja torzionog napona u funkciji broja obrtaja broskog motora upotre-bom savremene merne opreme. Proveren je položaj kritičnih brojeva obrtaja i nivo napre-zanja propelerskih vratila, i na osnovu toga data ocena tehničkog stanja sistema sa aspekta na-prezanja usled torzionih oscilacija.

Ključne reči: torzione oscilacije merenja, propelersko vratilo, napon, kritičan broj obrtaja.

THE RESULTS OF TORSIONAL VIBRATIONS MEASUREMENT IN THE SYSTEM OF DIESEL ENGINE PROPULSION

Summary:

The measuring treatment, as well as the results of torsional vibrations in the transfer from the ship diesel engine to the propeller are shown in this work. The measuring principle of torsional stress according to the function of rotation number of ship engine is applied by using of modern measurement equipment. The position of critical rotation numbers and the level of propeller shafts stress have been checked, and on the basis of these indices the evaluation of technical condition of the system has been estimated from the aspect of torsional vibrations strain.

Key words: torsional vibrations, measurement, propeller shaft, stress, critical rotation numbers.

Uvod

U trgovačkoj i ratnoj mornarici za pogon brodava najčešće se koriste dizel motori, čija se snaga na propeler prenosi mehaničkim putem. Mehanički sistem prenosa snage sastoji se od zupčastog reduktora, sistema vratila, elastičnih spoj-nica i ležajeva. Kolenasto vratilo broskog motora, zajedno sa elementima pre-nosa snage, predstavlja elastičan sistem koji torziona osciluje. Torzione oscilacije su, u najvećoj meri, posledica neravno-mernog torzionog momenta na kolena-

stom vratilu broskog motora. U slučaju da se poklopi frekvencija pobude sa frekvencijom slobodnih oscilacija sistema, javljaju se rezonantna oscilovanja. Rad sistema u rezonantnom području može izazvati smetnje i otkaze pojedinih elemenata. Da bi se sistem oslobodio kritič-nih torzionih oscilacija, u radnom pod-ručju broja obrtaja motora, neophodno je izraditi proračun sistema na torzione oscilacije. Proračunom se određuju kri-tični brojevi obrtaja i odgovarajuća na-prezanja čije vrednosti moraju biti manje od dozvoljenih. Ukoliko su izračunata

naprezanja veća od dozvoljenih, konstrukcionim i drugim merama njihove se vrednosti smanjuju. Ovaj proračun radi se u fazi projektovanja brodova, a kako podrazumeva i niz pretpostavki kojima se složen realan sistem pojednostavljuje, njegovi rezultati se proveravaju merenjem na izgrađenom brodu.

U ovom radu prikazan je postupak merenja nivoa torzionih oscilacija upotrebom savremene merne opreme, kao i rezultati koji su dobijeni merenjem na novoizgrađenom brodu Rečne ratne flotile. Kao merena veličina odabran je torzioni moment, koji je meren u funkciji vremena i broja obrtaja brodske motora za različite uslove eksploatacije i režime vožnje. Merenjem su provereni položaji kritičnih brojeva obrtaja, kao i odgovarajuća naprezanja elemenata u sistemu prenosa snage sa brodske motora na propeler. Na osnovu dobijenih rezultata data je ocena tehničkog stanja posmatranog sistema sa aspekta naprezanja na uvijanje usled torzionih oscilacija.

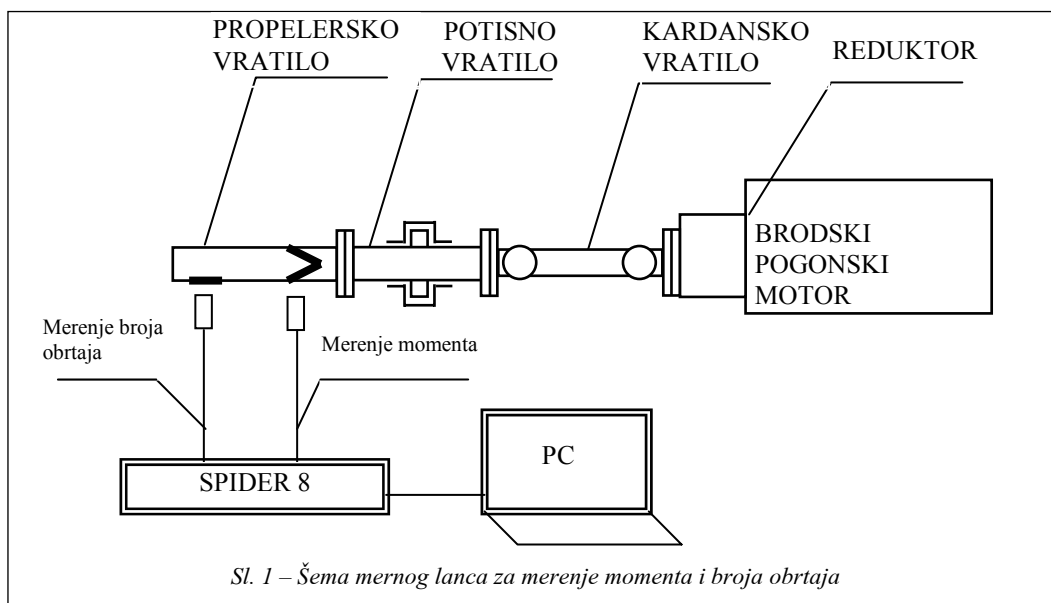
Postupak merenja torzionih oscilacija propelerskog vratila

Nakon izgradnje i porinuća broda u sklopu primopredajnih ispitivanja, pored ostalog, meri se nivo torzionih oscilacija u sistemu prenosa snage sa brodske dizel motora na propeler. Cilj ovog merenja je da se provere stvarni položaji kritičnih brojeva obrtaja motora i stvarna naprezanja elemenata sistema koja odgovaraju kritičnim brojevima obrtaja. Ukoliko se stvarne (izmerene) vrednosti razlikuju za više od 3% u odnosu na proračunate, mora se korigovati proračun. U slučaju da se u radnom području broja

obrtaja motora javljaju nedozvoljena rezonantna naprezanja, to bi u toku eksploatacije sistema moglo izazvati smetnje i otkaze u radu.

Za mehanički sistem prenosa snage sa brodske dizel motora na propeler, koji je instaliran na brodu Rečne ratne flotile tipa RML-341 i prikazan na slici 1, primenjen je princip merenja nivoa torzionih oscilacija na osnovu merenja torzionog momenta. Propulziona postrojenje ovog broda sastoji se od dva dizel motora koji preko elastičnih spojnika, zupčastih reduktora i sistema prenosnih vratila pogone po jedan trokrilni propeler sa fiksnim krilima. Zbog simetrije postrojenja, na slici 1 prikazana je šema sa jednim motorom. Torzioni moment je meren na propelerskim vratilima, imajući u vidu rezultate proračuna torzionih oscilacija, prema kojem se na propelerskom vratilu nalazi čvor oscilacija, za svaki posmatran oblik oscilovanja [4]. Na centralno mesto u formiranom mernom lancu postavljen je višekanalni mobilni meri sistem SPIDER 8 (proizvođač HBM – Hottinger Baldwin Messtechnik), koji je povezan sa odgovarajućim senzorima. Šema mernog lanca prikazana je na slici 1. Preko serijskog porta RS-232 ovaj meri sistem je povezan sa računarom, a instalirani specijalizovani softver CATMAN omogućava obradu i prikaz rezultata merenja u realnom vremenu.

Za merenje momenta korišćene su merne trake tipa 6/120 XY21 (tzv. rozete čiji je k-faktor 2), povezane u pun most, kako bi se što bolje kompenzovao uticaj temperature i savijanja na dilataciju traka. Na jednu dijagonalu mosta dovođen je napon napajanja, a sa druge vođen izlazni naponski signal. Relativnoj dilataciji trake od



1000 mm/m odgovarao je izlazni napon od 2 mV/V. Izlazni naponski signal vođen je na merni sistem SPIDER 8 pomoću beskontaktnog sistema tipa BLM, proizvođača HBM (slika 2).

Merenja su vršena na reci Dunav kod Novog Sada. Tokom merenja brod je plovio najpre nizvodno a zatim uzvodno, istovremeno sa oba motora kako bi se uporedili rezultati za ove dve vožnje.



Sl. 2 – Napajanje mernog mosta i beskontaktni prenos signala

Torzioni moment meren je u funkciji vremena i broja obrtaja motora sa brzinom uzorkovanja od 1200 Hz, i to pri kontinualnoj promeni broja obrtaja (od minimalnog do maksimalnog i obrnuto), i zadatim brojevima obrtaja (1000, 1200, 1400, 1600 o/min i maksimalni).

Prvi način merenja daje nestacionaran signal ($n = \text{const.}$), čijom se analizom proveravaju položaji kritičnih brojeva obrtaja i ponašanje sistema na prelaznim režimima. Od drugog načina merenja očekuje se kvazistacionaran signal ($n = \text{const.}$), na osnovu kojeg se određuju naprezanja vratila na uvijanje usled torzionih oscilacija na zadatom broju obrtaja motora.

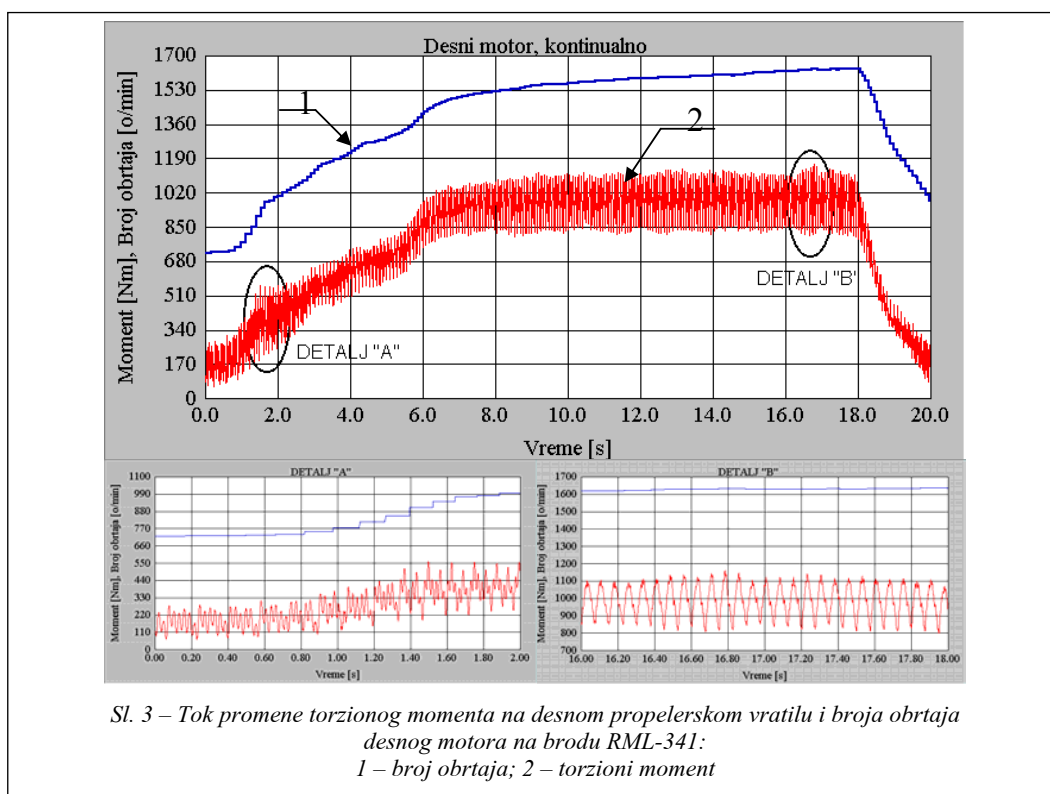
Broj obrtaja meren je pomoću optičkog mernog sistema tipa AO1, sa jedinicom DV2556 istog proizvođača. Izlazni naponski signal je, takode, vođen na merni sistem SPIDER 8.

Rezultati merenja torzionih oscilacija u sistemu propulzije brodskog dizel motora

Na slici 3 prikazani su tok promene torzionog momenta na desnom propelerskom vratilu i tok promene broja obrtaja desnog motora u funkciji vremena. Rezonantne brzine, ukoliko postoje u mernom području, mogu se uočiti na dijagramu torzionog momenta, jer im odgovaraju veće vrednosti amplituda.

Na krivoj promene torzionog momenta može se uočiti da signal poseduje jednu „dinamičku“ komponentu sličnu šumu. Ova pulziranja torzionog momenta posledica su promenljivog karaktera tangencijalnih sila na kolenima kolenastog vratila motora i prisustva torzionih oscilacija u siste-

mu prenosa snage za pogon propelera. Nešto veće amplitude torzionog momenta javljaju se u uzlaznom delu krive (detalj „A“, $n = 775$ o/min) i pri maksimalnom broju obrtaja (detalj „B“, $n_{\max} = 1636$ o/min). Upoređujući levu i desnu polovinu dijagrama (detalj „A“) očigledno je da se javlja veliki porast amplituda sa povećanjem broja obrtaja. Porast srednje vrednosti amplitude na desnoj polovini dijagrama u odnosu na levu polovinu iznosi preko 50%, što znači da se $n = 775$ o/min može smatrati prvim kritičnim brojem obrtaja. Međutim, kako je i brzina promene broja obrtaja na desnoj polovini dijagrama oko četiri puta veća u odnosu na levu polovinu, to na porast amplitude utiču i brže promene inercionog momenta pri ubrzanju torzionih masa. S druge strane, ugaona ubrza-



Sl. 3 – Tok promene torzionog momenta na desnom propelerskom vratilu i broja obrtaja desnog motora na brodu RML-341:
1 – broj obrtaja; 2 – torzioni moment

nja utiču i na promenu momenta otpora propelera u vodi.

Na izmerenom maksimalnom broju obrtaja ($n_{\max} = 1636$ o/min, detalj „B“) porast amplitude torzionog momenta ukazuje na mogućnost da se na tom broju obrtaja javlja rezonanca, pa je ovaj broj obrtaja označen kao drugi kritičan broj obrtaja. Za ova dva uočena kritična broja obrtaja potrebno je snimiti torzione momente i odrediti naprezanja koja im odgovaraju. Zbog nestabilnog rada motora na niskim brojevima obrtaja nije bilo moguće proveriti naprezanje za $n = 775$ o/min.

Dijagram toka torzionog momenta levog propellerskog vratila veoma je sličan dijagramu toka torzionog momenta desnog propellerskog vratila, a položaji kritičnih brojeva obrtaja se zanemarljivo malo razlikuju.

Da bi se proverila naprezanja propellerskih vratila na uvijanje, snimljeni su torzioni momenti pri različitim brojevima obrtaja motora i plovidbi broda uzvodno i nizvodno. Vrednosti maksimalnog tangencijalnog napona (u daljem tek-

stu tangencijalni napon) izračunate su deljenjem izmerenog torzionog momenta sa izračunatim polarnim otpornim momentom [3]:

$$\tau = \frac{M}{W_0} \quad (1)$$

gde je:

τ – tangencijalni napon [N/m^2],

M – torzioni moment propellerskog vratila [Nm],

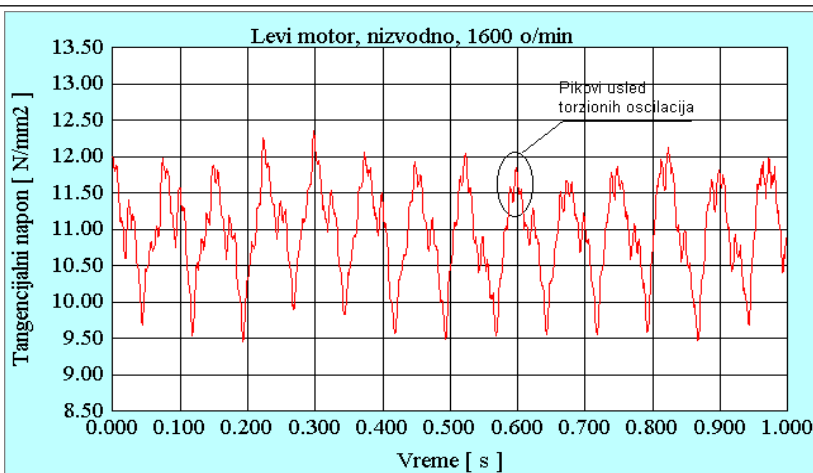
W_0 – polarni otporni moment [m^3].

Polarni otporni moment za propellersko vratilo kružnog poprečnog preseka izračunava se prema formuli:

$$W_0 = \frac{\pi d^3}{16} \approx 0,2d^3 \quad (2)$$

gde je d – prečnik vratila [m].

Na slici 4 prikazan je tok promene tangencijalnog napona na levom propellerskom vratilu, pri 1600 o/min motora i nizvodnoj plovidbi broda.



Sl. 4 – Tok promene tangencijalnog napona na levom propellerskom vratilu pri zadanom broju obrtaja levog motora

Tangencijalni napon na mernom mestu direktno je proporcionalan ukupnoj tangencijalnoj sili na kolenastom vratilu motora:

$$\tau = \frac{M}{W_0} = \frac{M_M \cdot \eta_{sp} \cdot i}{W_0} = \frac{F_T \cdot r \cdot \eta_{sp} \cdot i}{W_0} \quad (3)$$

gde je:

M_M – obrtni moment motora [Nm],
 η_{sp} – koeficijent korisnog dejstva sistema prenosa snage od motora do mernog mesta,
 F_T – ukupna tangencijalna sila na kolenastom vratilu motora [N],

funkcija već blisko periodična i može se predstaviti sumom periodičnih funkcija različitih frekvencija. Na dijagramu 2 može se uočiti da je osnovni (noseći) signal superponiran signalima sličnim šumu, koji su prouzrokovani torzionim oscilacijama.

U tabeli 1 prikazane su uporedne maksimalne vrednosti izmerenog i dozvoljenog tangencijalnog napona na propellerskim vratilima, pri zadatim brojevima obrtaja motora i uzvodnoj i nizvodnoj plovidbi broda.

Tabela 1

Uporedne maksimalne vrednosti izmerenog i dozvoljenog tangencijalnog napona na propellerskim vratilima

Zadat broj obrtaja motora (o/min)	Tangencijalni napon na propellerskim vratilima (N/mm ²)				Dozvoljena maksimalna vrednost
	Izmerene maksimalne vrednosti				
	Levo propellersko vratilo		Desno propellersko vratilo		
	Uzvodno	Nizvodno	Uzvodno	Nizvodno	
1000	6,18	6,48	7,43	7,37	140
1200	7,02	7,31	9,53	9,44	
1400	9,33	9,71	12,48	12,11	
1600	12,10	12,57	15,93	16,52	
maks.	14,07	13,96	17,29	17,28	

i – prenosni odnos zupčastog reduktora,
 r – poluprečnik kolena kolenastog vratila [m].

Kako je u izrazu (3) ukupna tangencijalna sila jedina promenljiva veličina, može se očekivati da karakter promene tangencijalnog napona odgovara karakteru promene ukupne tangencijalne sile na kolenastom vratilu motora. Zbog nejednakosti radnih ciklusa motora, tangencijalna sila, a time i tangencijalni napon, nisu periodične funkcije. Osim toga, na tok torzionog momenta na mernom mestu utiču elastični elementi (elastična spojnica, zupčasti reduktor, kardansko vratilo), kao i oscilacije trupa broda. Prema tome, osnovni signal nije periodična

Iz tabele 1 može se zaključiti da se maksimalna naprezanja propellerskih vratila javljaju na maksimalnim brojevima obrtaja, a iznose oko 10% od dozvoljenih za levo propellersko vratilo. Kod desnog propellerskog vratila ova naprezanja su veća i iznose oko 12% od dozvoljenih. Na srednjim brojevima obrtaja, na kojima inače motori najčešće rade, naprezanja vratila su i do dva puta manja. Veća naprezanja desnog propellerskog vratila posledica su nejednakog rada levog i desnog motora. Izmerene vrednosti torzionog momenta, pri istim zadatim brojevima obrtaja, znatno su veće kod desnog propellerskog vratila. Srednje vrednosti izmerenih brojeva obrtaja levog i desnog

motora, pri istim zadatim brojevima obrtaja, neznatno se razlikuju.

Očekivane razlike u naprezanjima pri plovidbi uzvodno i nizvodno nisu značajne i ne mogu se uočiti nikakve zakonitosti na naprezanje vratila. Sa aspekta naprezanja propelerskih vratila na uviđanje, na mernom mestu i pri zadatim brojevima obrtaja, može se zaključiti da oba propelerska vratila zadovoljavaju.

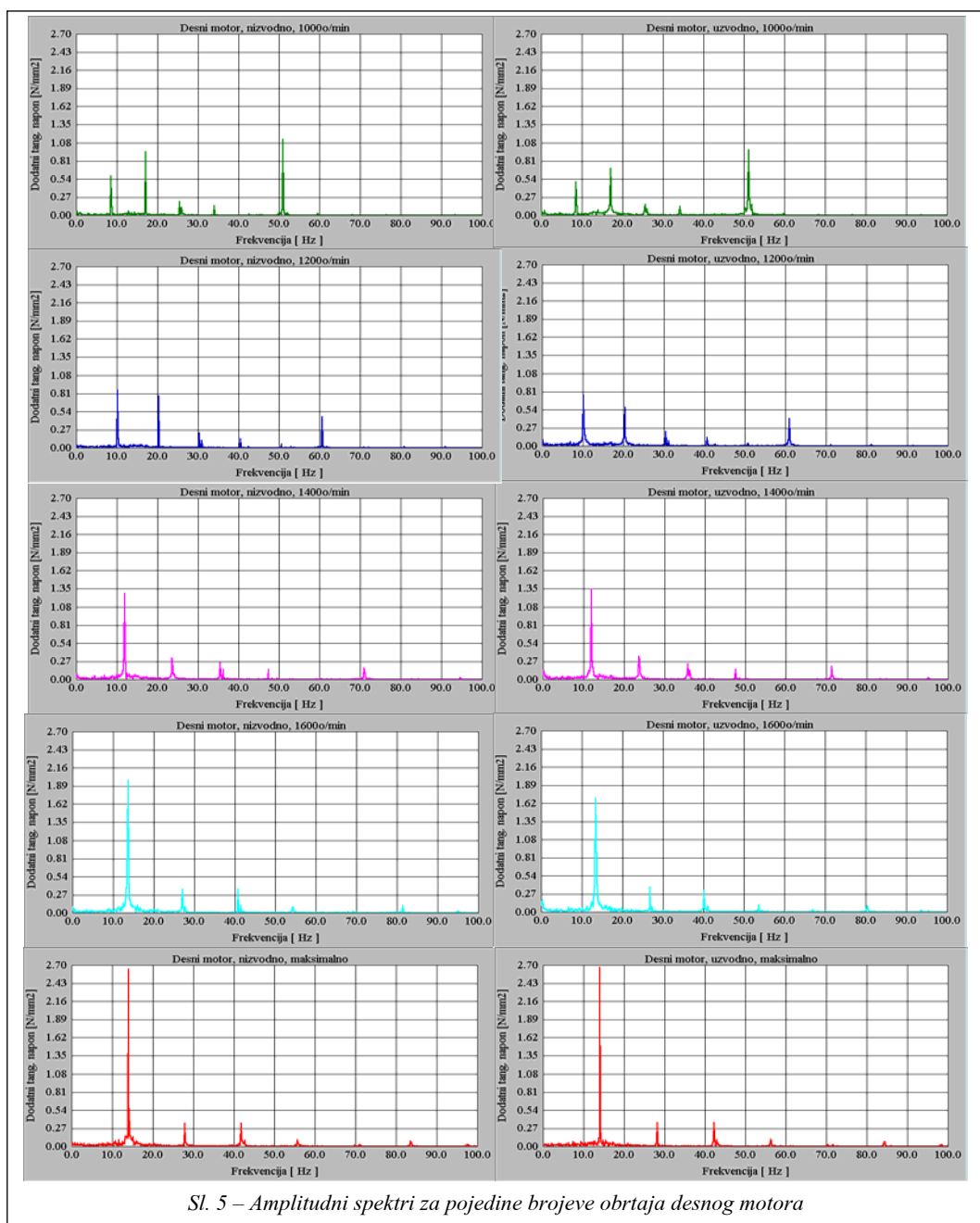
Za potrebe amplitudno-frekventne analize snimljenih signala usrednjene su vrednosti tangencijalnog napona, a razlike trenutnih vrednosti od srednje vrednosti proglašene dodatnim dinamičkim naprezanjem usled promenljivosti tangencijalne sile i prisustva torzionih oscilacija (peak to peak analysis). Za tako dobijene vrednosti dodatnog tangencijalnog napona izvršena je spektralna analiza (auto-power spectrum) u programskom paketu CATMAN. Prelaskom iz vremenskog u frekvencijski domen, složen i blisko periodičan signal rastavlja se na sumu prostoperiodičnih signala različitih amplituda i frekvencija. Rezultati spektralne analize pokazali su da je u nefiltriranim signalima prisutan veliki broj harmonika, čije frekvencije ne prelaze 600 Hz. Od tako velikog broja harmonika za dalju analizu uzeto je samo prvih šest, jer su vrednosti njihovih amplituda oko deset puta veće u odnosu na ostale harmonike. Frekvencije ovih harmonika su celobrojni umnošci osnovne frekvencije. Motorni harmonici (reda $1/2$, $3/2$, ...) imaju zanemarljivo male amplitude, verovatno zbog udaljenosti mernog mesta od kolenastog vratila motora. Amplitudni spektri za oba propelerska vratila, pri zadatim brojevima obrtaja, prikazani su na slikama 3 i 4.

Frekvencije prvih harmonika su dva puta manje od frekvencije kolenastog vratila motora, s obzirom na to da su merenja vršena iza reduktora prenosnog odnosa $i = 2$.

Kod desnog propelerskog vratila, pri nizvodnoj plovidbi broda, amplitude prvog harmonika imaju najveće vrednosti, osim pri 1000 o/min, i rastu sa porastom broja obrtaja (slika 5). Pri maksimalnom broju obrtaja postiže se i najveća vrednost amplitude koja je nekoliko puta veća od amplituda ostalih harmonika.

Ako se na kraju uporede levo i desno propelersko vratilo, može se uočiti da desno ima znatno veću vrednost amplitude prvog harmonika, naročito na maksimalnom režimu. Razlike u vrednosti amplituda, za uzvodni i nizvodni režim plovidbe, kod oba propelerska vratila su neznatne, a kako imaju i različit karakter promene nemoguće je utvrditi bilo kakvu zakonitost. Pri 1000 o/min motora šesti harmonik ima najveću amplitudu koja je skoro dva puta veća od amplitude prvog harmonika. Vrednost amplitude šestog harmonika na 1200 o/min je dva puta manja nego na 1000 o/min, a daljim porastom broja obrtaja još brže opada. Slično se menja i amplituda drugog harmonika. Treći i četvrti harmonik imaju male i ujednačene vrednosti amplitude za sve brojeve obrtaja. Karakteristika petog harmonika je zanemarljivo mala vrednost amplitude na svim režimima.

Upoređujući dijagrame za nizvodnu i uzvodnu plovidbu broda, pri zadatim brojevima obrtaja desnog motora (1000, 1200 i 1600 o/min, slika 5), moguće je uočiti da su amplitude odgovarajućih harmonika neznatno veće za nizvodnu



Sl. 5 – Amplitudni spektri za pojedine brojeve obrtaja desnog motora

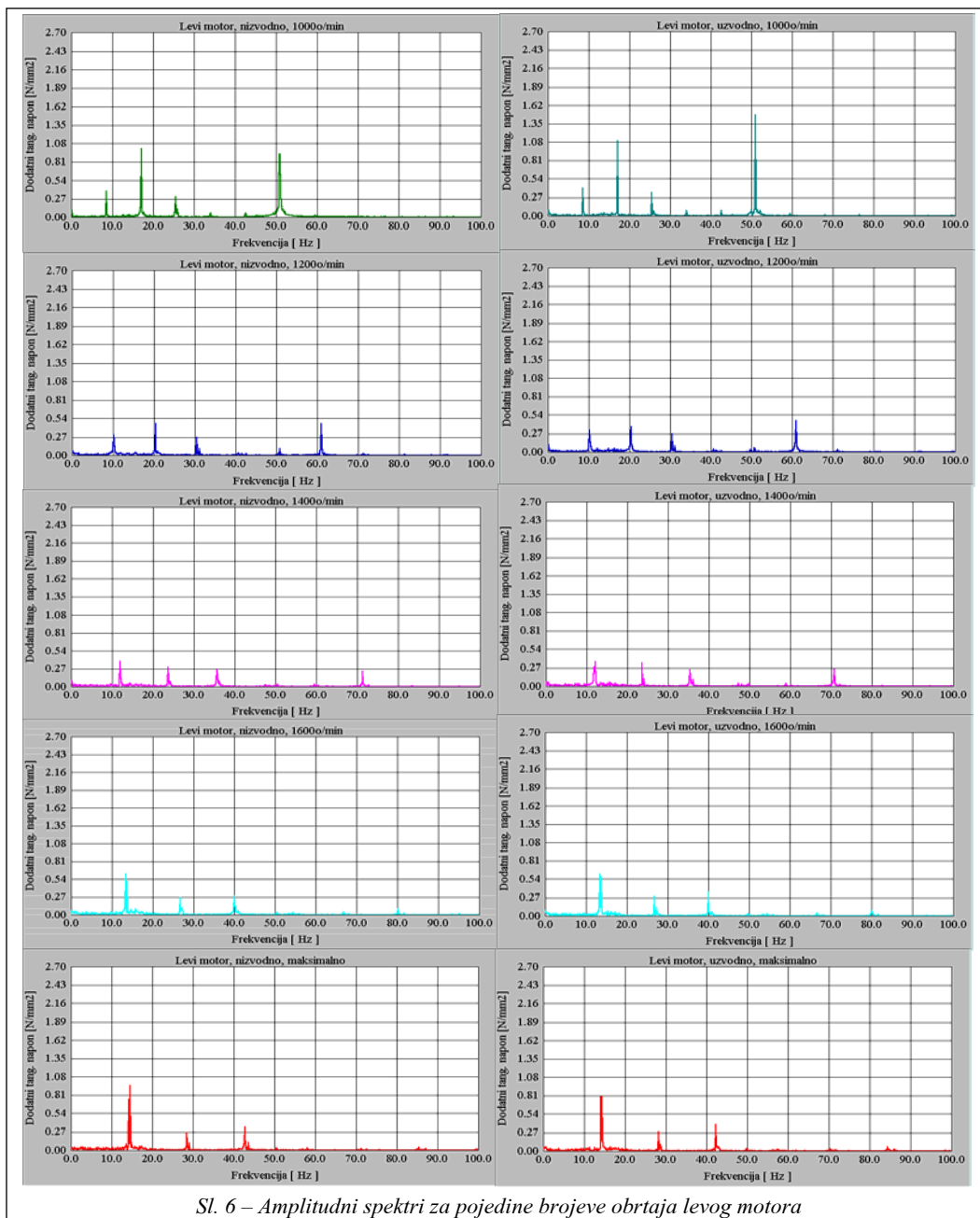
plovidbu. Na ostalim zadatim brojevima obrtaja situacija je obrnuta.

Za levo propelersko vratilo i nizvodni režim (slika 6), generalno gledano, amplitude harmonika su prilično ujedna-

čene i imaju malu vrednost. Najveće amplitude javljaju se pri minimalnom (drugi i šesti harmonik) i maksimalnom broju obrtaja motora (prvi harmonik). Na višim režimima amplitude četvrtog, petog i še-

stog harmonika skoro iščezavaju. Pri uzvodnoj plovidbi, na nižim režimima, dominantan je šesti harmonik, dok je amplituda prvog harmonika mala i značajnije poraste pri maksimalnom režimu.

Pri zadatim brojevima obrtaja (1000, 1200 i 1400 o/min, slika 6) levog motora veće su vrednosti amplituda odgovarajućih harmonika za uzvodnu plovidbu. Na ostalim brojevima obrtaja am-



plitude odgovarajućih harmonika imaju veću vrednost za nizvodnu plovidbu.

Da bi se mogao utvrditi nivo dodatnog naprezanja propellerskih vratila na mernim mestima, kao i uticaj pojedinih harmonika, u tabeli 2 uporedo su prikazane izmerene i izračunate maksimalno dozvoljene vrednosti dodatnog tangencijalnog napona. Maksimalno dozvoljene vrednosti dodatnog tangencijalnog napona τ_{doz} izračunate su prema obrascu za propellerska vratila, izrađena od čelika:

$$\tau_{doz} = \pm \left(45 - 0,4\sqrt{d} - 13 \frac{n}{n_{nom}} \right) \quad (4)$$

gde je:

τ_{doz} – dozvoljeni dodatni tangencijalni napon (N/mm²),

d – prečnik vratila (mm),

n – broj obrtaja motora (o/min),

n_{nom} – nominalan broj obrtaja motora (o/min).

Dozvoljene vrednosti tangencijalnog i dodatnog tangencijalnog napona na brodskim vratilima mogu se naći i u odgovarajućim tablicama koje propisuju registri brodova.

Iz table 2 može se zaključiti da su vrednosti amplituda posmatranih harmonika znatno manje od dozvoljenih. Najveću amplitudu kod desnog propellerskog vratila ima prvi harmonik (na maksimalnom režimu), a iznosi oko 9% od maksimalno dozvoljenog dodatnog naprezanja. Kod levog propellerskog vratila najveću amplitudu ima drugi harmonik (1000

Tabela 2

Uporedne vrednosti izmerenog i izračunatog maksimalno dozvoljenog dodatnog tangencijalnog napona

Zadat br. obrtaja motora (o/min)	Izmeren srednji br. obrtaja motora (o/min)	Desni motor, nizvodno							Izračunata maks. doz. vrednost dodatnog tang. napona (N/mm ²)
		Izmerena amplituda harmonika (N/mm ²)							
		I har.	II har.	III har.	IV har.	V har.	VI har.	Σ	
1000	1019	0,584	0,953	0,206	0,146	0,015	1,134	3,038	35,32
1200	1213	0,858	0,768	0,222	0,136	0,055	0,464	2,503	33,92
1400	1424	1,279	0,322	0,251	0,148	0,009	0,165	2,174	32,4
1600	1634	1,974	0,353	0,351	0,087	0,018	0,111	2,89	30,89
maks.	1670	2,646	0,349	0,348	0,101	0,02	0,079	3,543	30,63
Desni motor uzvodno									
1000	1019	0,495	0,703	0,162	0,131	0,022	0,979	2,492	35,32
1200	1213	0,762	0,581	0,209	0,122	0,034	0,412	2,12	33,92
1400	1424	1,343	0,35	0,228	0,148	0,005	0,193	2,267	32,4
1600	1595	1,705	0,371	0,317	0,103	0,034	0,089	2,619	31,17
maks.	1687	2,668	0,359	0,352	0,104	0,023	0,075	3,581	30,51
Levi motor nizvodno									
1000	1019	0,385	1,001	0,303	0,066	0,064	0,919	2,738	35,32
1200	1213	0,299	0,458	0,269	0,036	0,097	0,463	1,622	33,92
1400	1424	0,381	0,295	0,245	0,031	0,039	0,228	1,219	32,4
1600	1599	0,622	0,257	0,285	0,019	0,043	0,093	1,319	31,14
maks.	1740	0,947	0,255	0,34	0,034	0,016	0,026	1,618	30,12
Levi motor uzvodno									
1000	1019	0,398	1,099	0,335	0,083	0,083	1,485	3,483	35,32
1200	1213	0,307	0,363	0,263	0,042	0,054	0,457	1,486	33,92
1400	1441	0,358	0,334	0,239	0,044	0,043	0,249	1,267	32,28
1600	1599	0,609	0,295	0,346	0,031	0,046	0,083	1,41	31,14
maks.	1687	0,792	0,282	0,385	0,021	0,032	0,059	1,571	30,51

o/min), a iznosi oko 3% od maksimalno dozvoljenog dodatnog naprezanja. Da bi se ocenio sumarni uticaj pojedinih harmonika na nivo dodatnih naprezanja, sabrane su amplitude posmatranih harmonika (tabela 2). Na taj način dobijene su rezultujuće amplitude, čije su vrednosti upoređivane sa vrednostima izračunatim prema obrascu (4). Prema tome, izmerena dodatna naprezanja desnog propelerskog vratila kreću se u granicama od 6 do 12% od dozvoljenih, pri čemu najpre opadaju sa porastom broja obrtaja, a zatim rastu i dostižu maksimalnu vrednost na maksimalnom broju obrtaja. Kod levog propelerskog vratila naprezanja su niža i kreću se u granicama od 4 do 10% od dozvoljenih, imaju sličan karakter promene sa brojem obrtaja, ali se maksimalna naprezanja javljaju na najnižem broju obrtaja.

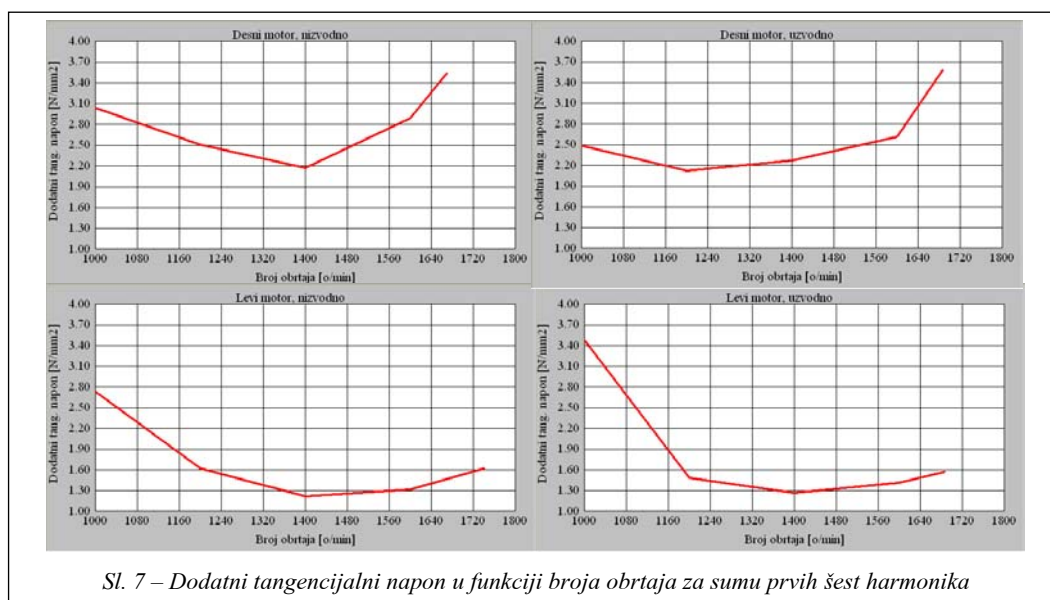
Na osnovu vrednosti iz tabele 2 mogu se nacrtati amplitude sume prvih šest harmonika u funkciji broja obrtaja (slika 7).

Može se uočiti da funkcije dodatnog tangencijalnog napona imaju minimalne vrednosti u području brojeva obrtaja u kojem posmatrani brodski motor najviše radi (od 1000 do 1600 o/min). To znači da je sistem dobro proračunat na torzione oscilacije, tj. kritični brojevi obrtaja nalaze se levo i desno od radnog područja brojeva obrtaja.

Zaključak

Na osnovu izloženog postupka i rezultata merenja naprezanja elemenata sistema prenosa snage, usled prisustva torzionih oscilacija u sistemu propulzije broskog dizel motora, može se konstatovati sledeće:

- merenjem torzionog momenta na propelerskim vratilima, pri kontinualnoj promeni broja obrtaja i pri zadatim brojevima obrtaja motora, uočena su dva kritična broja obrtaja u merenom području;
- ukupna naprezanja propelerskih vratila na uvijanje su u granicama dozvo-



ljenih, uključujući i kritičan broj obrtaja ($n = 1636$ o/min);

– zbog nestabilnog rada motora nisu proverena naprezanja za kritičan broj obrtaja $n = 775$ o/min;

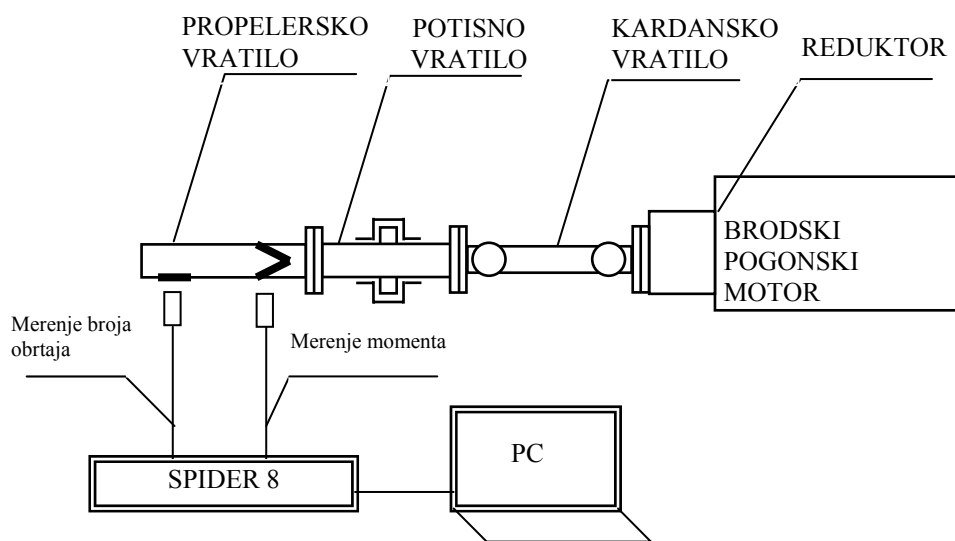
– dodatna naprezanja propelerskih vratila na mernim mestima, usled promenljivosti tangencijalne sile i prisustva torzionih oscilacija, ne predstavljaju nikakvu opasnost za sistem prenosa snage za pogon propelera na brodu RML-341;

– primenjenim načinom merenja dobija se informacija o napreznjima, ali samo na mestu gde su zalepljene merne trake. Zbog toga je potrebno izvršiti merenja, ukoliko je to moguće, i na drugim mestima gde se na osnovu rezultata proračuna sistema mogu očekivati veća naprezanja;

– postupak provere naprezanja elemenata sistema prenosa snage, usled prisustva torzionih oscilacija u sistemu propulzije brodskog dizel motora, moguće je primeniti i na druge torziona oscilatorne sisteme. Moguća ograničenja javljaju se u slučaju nepristupačnosti, prisustva maziva ili vode, kao i zbog visoke temperature na mernom mestu.

Literatura:

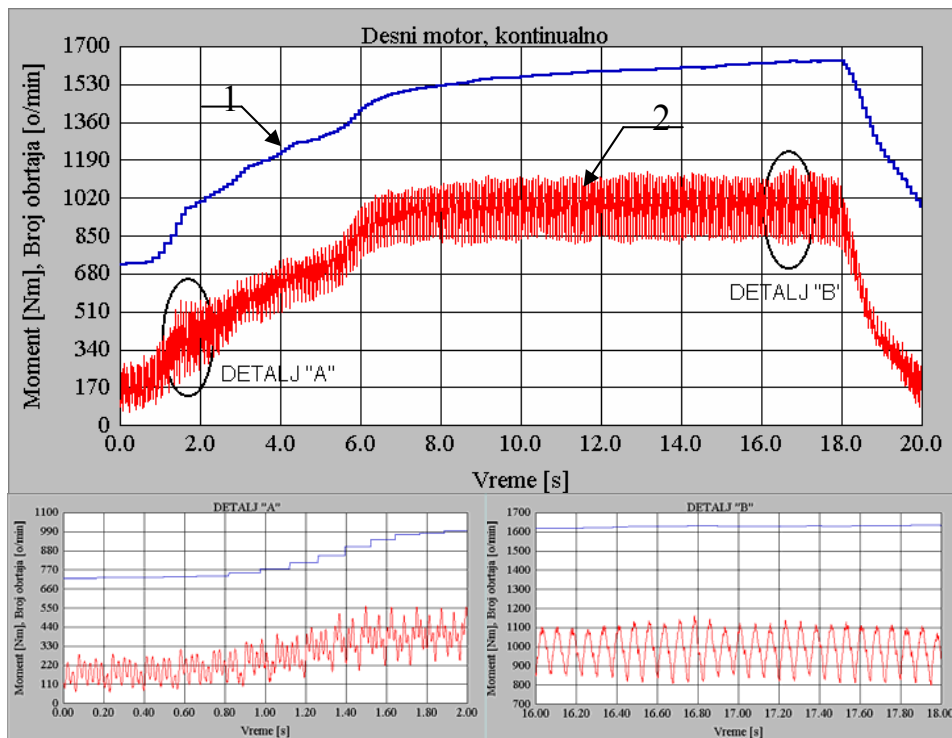
- [1] Jankov, R.: Simulacija i eksperimentalno ispitivanje torzionih oscilacija, Mašinski fakultet, Beograd, 2002.
- [2] Hoffmann, K.: An introduction to measurements using strain gages, Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH, Darmstadt, 1989.
- [3] Rašković, D.: Otpornost materijala, Građevinska knjiga, Beograd, 1990.
- [4] Trifković, D.: Istraživanje torzionih oscilacija u sistemu prenosa snage sa brodskog dizel motora na propeler, magistrski rad, Mašinski fakultet, Beograd, 2004.



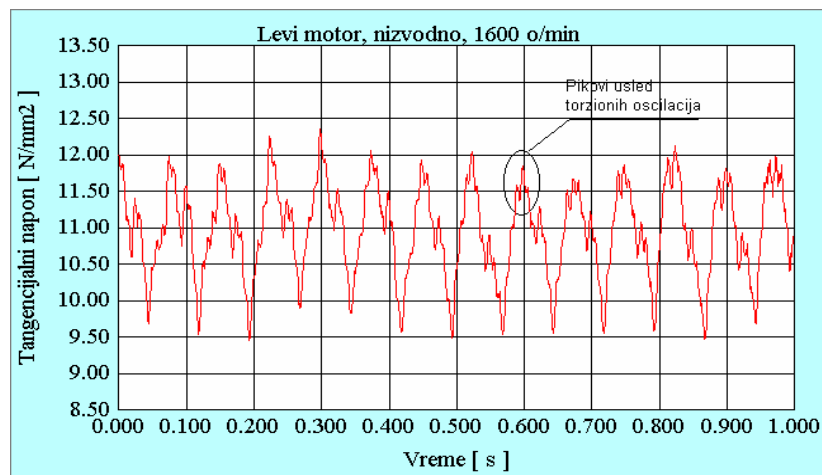
Sl. 1 – Šema mernog lanca za merenje momenta i broja obrtaja



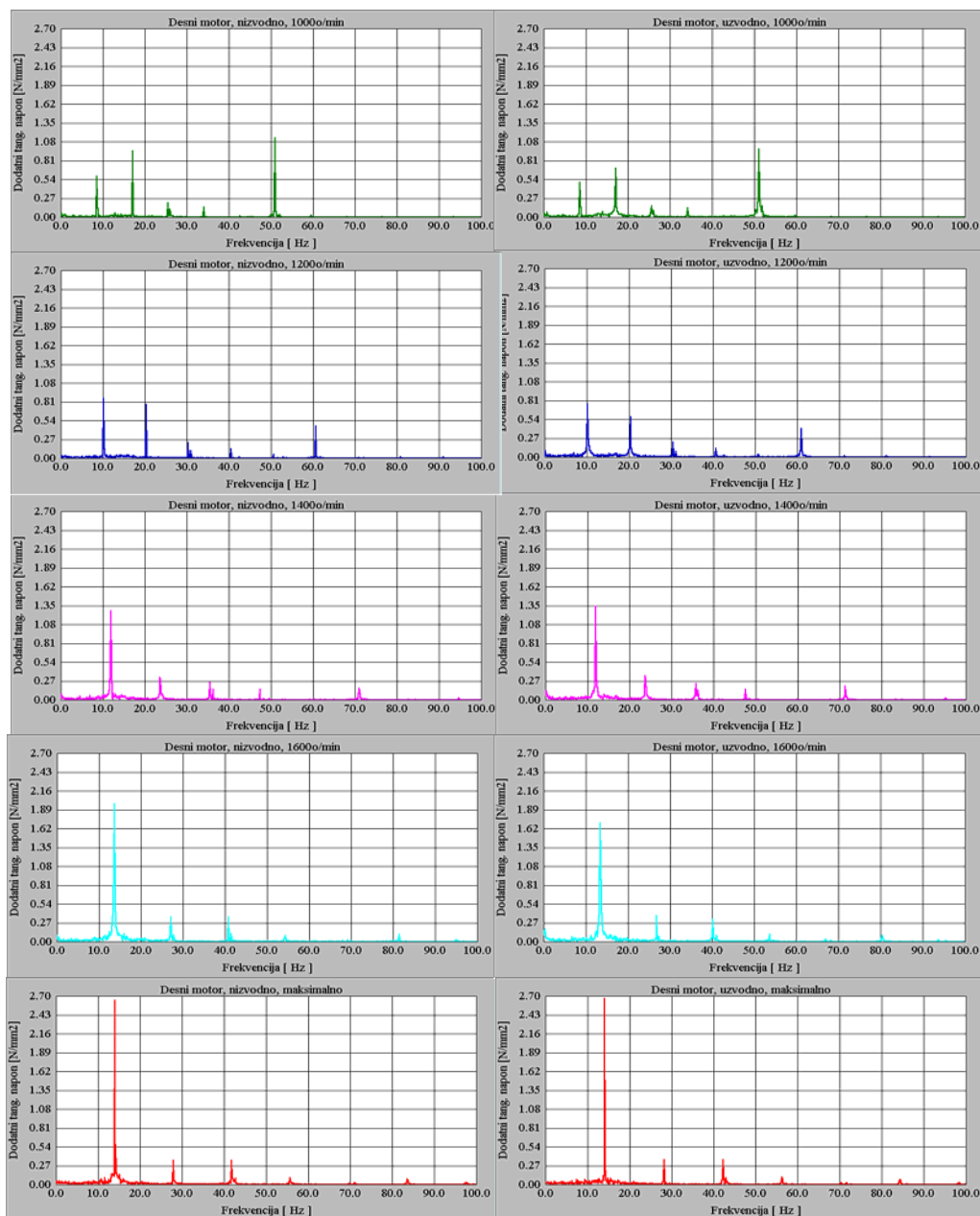
Sl. 2 – Napajanje mernog mosta i beskontaktni prenos signala



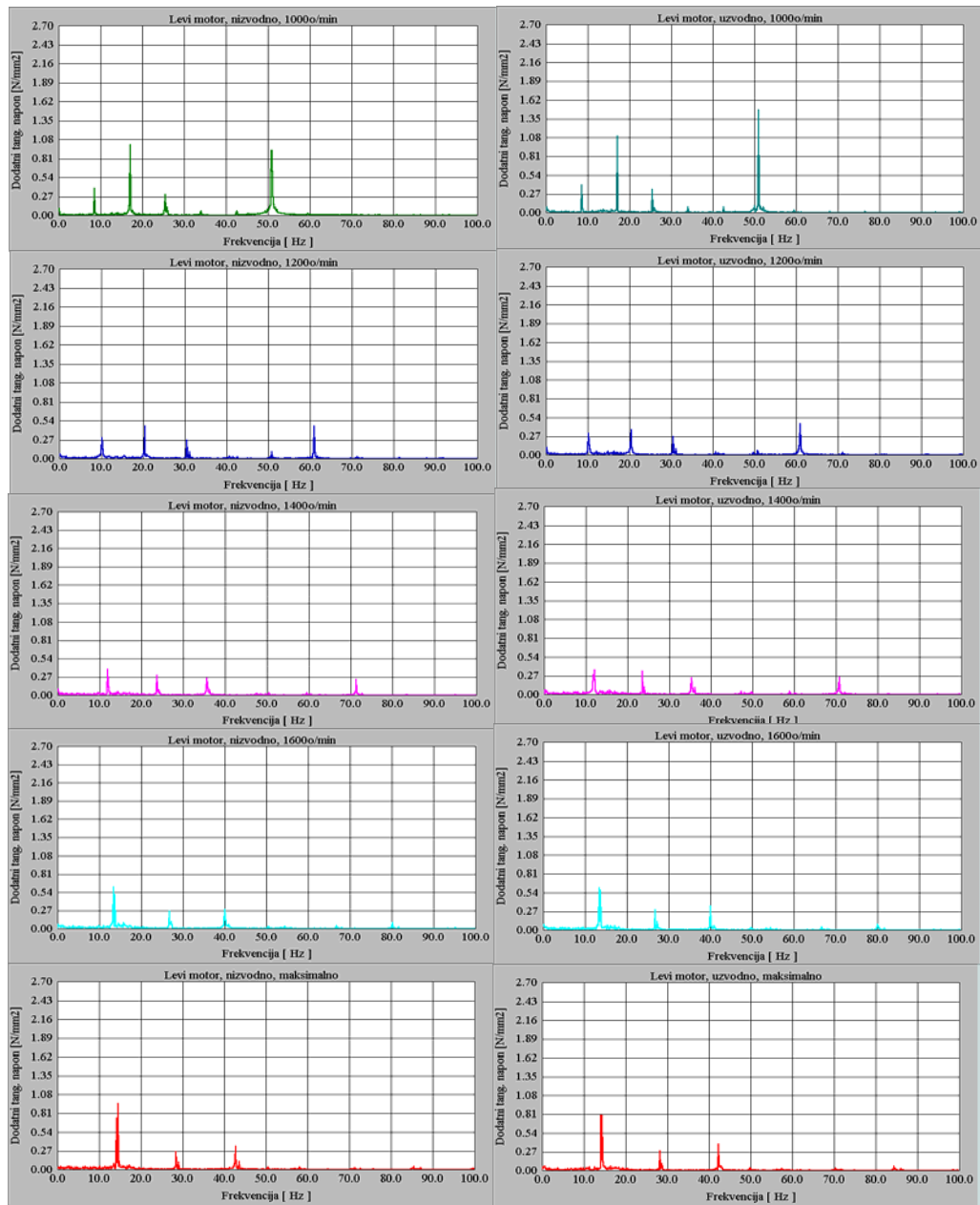
Sl. 3 – Tok promene torzionog momenta na desnom propelerskom vratilu i broja obrtaja desnog motora na brodu RML-341:
1 – broj obrtaja; 2 – torzioni moment



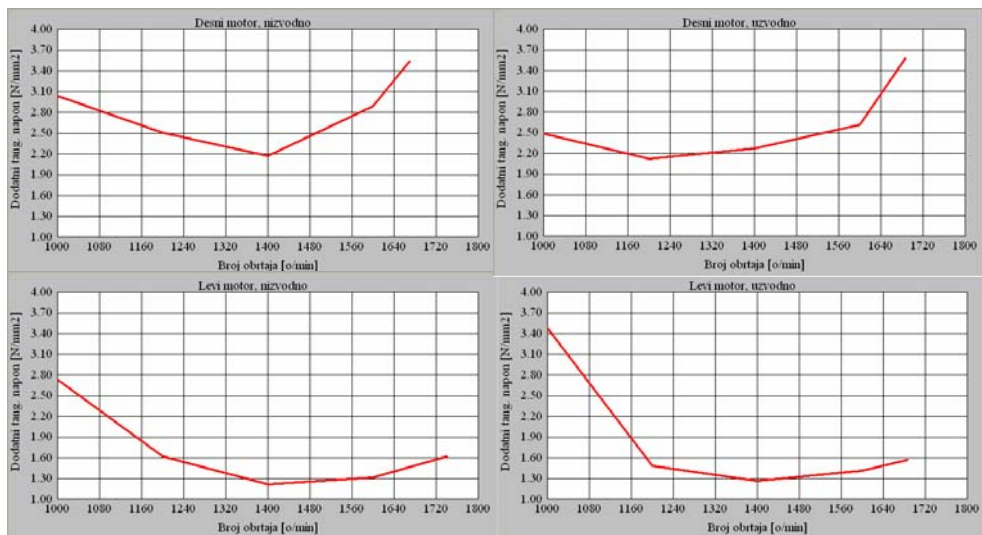
Sl. 4 – Tok promene tangencijalnog napona na levom propellerskom vratilu pri zadanom broju obrtaja levog motora



Sl. 5 – Amplitudni spektri za pojedine brojeve obrtaja desnog motora



Sl. 6 – Amplitudni spektri za pojedine brojeve obrtaja levog motora



Sl. 7 – Dodatni tangencijalni napon u funkciji broja obrtaja za sumu prvih šest harmonika

Tabela 1
Uporedne maksimalne vrednosti izmerenog i dozvoljenog tangencijalnog napona na propelerskim vratilima

Zadat broj obrtaja motora (o/min)	Tangencijalni napon na propelerskim vratilima (N/mm ²)				Dozvoljena maksimalna vrednost
	Izmerene maksimalne vrednosti				
	Levo propelersko vratilo		Desno propelersko vratilo		
	Uzvodno	Nizvodno	Uzvodno	Nizvodno	
1000	6,18	6,48	7,43	7,37	140
1200	7,02	7,31	9,53	9,44	
1400	9,33	9,71	12,48	12,11	
1600	12,10	12,57	15,93	16,52	
maks.	14,07	13,96	17,29	17,28	

Tabela 2

Uporedne vrednosti izmerenog i izračunatog maksimalno dozvoljenog dodatnog tangencijalnog napona

Desni motor, nizvodno									
Zadat br. obrtaja motora (o/min)	Izmeren srednji br. obrtaja motora (o/min)	Izmerena amplituda harmonika (N/mm ²)							Izračunata maks. doz. vrednost dodatnog tang. napona (N/mm ²)
		I har.	II har.	III har.	IV har.	V har.	VI har.	Σ	
1000	1019	0,584	0,953	0,206	0,146	0,015	1,134	3,038	35,32
1200	1213	0,858	0,768	0,222	0,136	0,055	0,464	2,503	33,92
1400	1424	1,279	0,322	0,251	0,148	0,009	0,165	2,174	32,4
1600	1634	1,974	0,353	0,351	0,087	0,018	0,111	2,89	30,89
maks.	1670	2,646	0,349	0,348	0,101	0,02	0,079	3,543	30,63
Desni motor uzvodno									
1000	1019	0,495	0,703	0,162	0,131	0,022	0,979	2,492	35,32
1200	1213	0,762	0,581	0,209	0,122	0,034	0,412	2,12	33,92
1400	1424	1,343	0,35	0,228	0,148	0,005	0,193	2,267	32,4
1600	1595	1,705	0,371	0,317	0,103	0,034	0,089	2,619	31,17
maks.	1687	2,668	0,359	0,352	0,104	0,023	0,075	3,581	30,51
Levi motor nizvodno									
1000	1019	0,385	1,001	0,303	0,066	0,064	0,919	2,738	35,32
1200	1213	0,299	0,458	0,269	0,036	0,097	0,463	1,622	33,92
1400	1424	0,381	0,295	0,245	0,031	0,039	0,228	1,219	32,4
1600	1599	0,622	0,257	0,285	0,019	0,043	0,093	1,319	31,14
maks.	1740	0,947	0,255	0,34	0,034	0,016	0,026	1,618	30,12
Levi motor uzvodno									
1000	1019	0,398	1,099	0,335	0,083	0,083	1,485	3,483	35,32
1200	1213	0,307	0,363	0,263	0,042	0,054	0,457	1,486	33,92
1400	1441	0,358	0,334	0,239	0,044	0,043	0,249	1,267	32,28
1600	1599	0,609	0,295	0,346	0,031	0,046	0,083	1,41	31,14
maks.	1687	0,792	0,282	0,385	0,021	0,032	0,059	1,571	30,51

Dr Dragutin Jovanović,
pukovnik, dipl. inž
Uprava za školstvo MO,
Beograd

MOGUĆNOSTI UNAPREĐENJA PREVOZA SPECIJALNIH TERETA ŽELEZNICOM

UDC: 656.2 : 656.073.436

Rezime:

Kvalitet usluge u železničkom saobraćaju i transportu može da se planira. U radu se sagledavaju osnovni parametri kvaliteta usluge i razmatra pitanje upravljanja kvalitetom usluge prevoza specijalnih tereta železnicom, uz primenu dijagrama toka kao jedne od mogućih metoda i tehnika unapređenja kvaliteta. Prevoženje opasnih materija, jedne od grupa iz kategorije specijalnih tereta, nosi niz potencijalnih opasnosti po ugrožavanje životne sredine. Radi bezbednog prevoza železnicom preduzimaju se odgovarajuće mere. Kvalitetna železnička vozila specifičnih konstruktivnih karakteristika, koje odgovaraju fizičko-hemijskim osobinama opasnih materija, uslov su bezbednog prevoza.

Ključne reči: železnica, kvalitet usluge, upravljanje kvalitetom usluge, prevoz, opasne materije, železnička kola.

POSSIBILITIES OF IMPROVING RAILROAD TRANSPORTATION OF SPECIAL CARGO

Summary:

Quality of service in railroad traffic and transportation can be planned. In this paper the basic quality of service parameters are given and question of managing quality of service of railroad special cargos is discussed using the flow diagram as one of the possible methods and techniques for improvement of its quality. Transportation of dangerous materials, ones from the group of special cargos, has a number of potential dangers to the environment. Because of that, certain necessary measures are done to secure safe railroad transportation. Quality railroad vehicles with specific construction characteristics, corresponding to physics and chemical characteristics of the dangerous materials, are condition for safe transportation.

Key words: railroad, quality of service, management of quality of service, transportation, dangerous materials, railroad car.

Uvod

Specijalnim teretima mogu se smatrati oni koji se primaju za prevoz železnicom pod posebnim uslovima. U grupu specijalnih tereta spadaju predimenzionisani tereti, poznatiji kao naročite pošiljke (NP) i opasne materije (OM).

Prevoz, odnosno transportovanje specijalnih tereta, s obzirom na njihovu priro-

du, nosi niz potencijalnih opasnosti po životnu sredinu i učesnike u prevoznom procesu. Od ukupne količine OM u transportu znatan deo prevozi se železnicom.

Železnica pruža usluge prevoza radi zadovoljenja zahteva korisnika koji su usmereni ka usluzi odgovarajućeg kvaliteta. Kvalitet usluge uslovljen je brojnim tehničko-tehnološkim i ekonomskim parametrima. S druge strane, kvalitet uslu-

ge zavisi i od mnogih subjektivnih ocena i očekivanja korisnika.

U svakodnevnoj praksi pojam *kvalitet* često se sreće kao univerzalan a, u suštini, obično izražava različitu sadržinu, što zavisi od subjektivne procene pojedinca, odnosno korisnika usluga, o osnovnim karakteristikama, mogućnostima i sposobnostima usluga u zadovoljenju očekivane i izražene potrebe korisnika.

Prevoz specijalnih tereta železnicom proces je visokog rizika i oslanja se na niz kompleksnih i međusobno zavisnih tehničkih, tehnoloških i organizacionih komponenata. Sa aspekta železnice, prevoženje specijalnih tereta uključuje potpunu angažovanost svih raspoloživih resursa infrastrukture i podrazumeva tesnu povezanost sa nadležnim institucijama van železnice. Osnovna pretpostavka bezbednog prevoza OM železnicom je postojanje železničkih vozila odgovarajućih tehničkih karakteristika. U najvećoj meri određuju ih fizičko-hemijske osobine OM.

U ovom radu razmatra se upravljanje kvalitetom usluge prevoza specijalnih tereta, kao deo upravljanja kvalitetom usluge železnice koji je usmeren na ispunjavanje zahteva za kvalitet, uz ukazivanje na moguće metode i tehnike unapređenja kvaliteta usluge.

Usluga prevoza specijalnih tereta železnicom

Usluga u železničkom saobraćaju i transportu može se definisati kao promena mesta korisnika u putničkom, odnosno tereta u teretnom železničkom saobraćaju. Osnovna karakteristika takve usluge jeste da je ona nematerijalan proizvod i da je proces „proizvodnje i potrošnje usluge“ vremenski jedinstven.

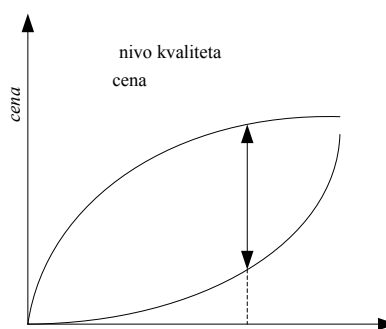
Kvalitet usluge može se definisati kao stepen zadovoljenja očekivanja korisnika, a moguće ga je iskazati kao odnos između objektivnih performansi i očekivanja korisnika.

Kvalitet saobraćajno-transportne usluge može se dvojako posmatrati, sa gledišta davaoca (ponuđeni kvalitet) i sa gledišta korisnika (traženi, odnosno očekivani kvalitet).

Kvalitet železničke saobraćajno-transportne usluge može se posmatrati u užem i širem smislu. U širem smislu on obuhvata elemente kvaliteta koji se manifestuju:

- u trenutku iskazivanja zahteva za prevoznom uslugom;
- u procesu prevoza tereta do krajnjeg korisnika i
- nakon dostavljanja tereta krajnjem korisniku, odnosno naručiocu usluge.

Osnovna karakteristika saobraćajno-transportne usluge svake grane saobraćaja, pa i železnice, definisana je kvalitetom i cenom prevoženja. Nivo vrednosti svakog elementa kvaliteta, kao i kvaliteta usluga u celini, postiže se uz određene troškove. Korisnik od ponuđača – davaoca usluge traži viši nivo kvaliteta, uz što niže troškove.



Sl. 1 – Odnos cene i kvaliteta usluge

Kvalitet saobraćajno-transportne usluge, sa jedne strane, objektivno je uslovljen, a istovremeno zavisi i od mnogih subjektivnih ocena i očekivanja korisnika. Pored toga, posmatra se i njen tehničko-tehnološki, kao i ekonomski aspekt. Zahtevi za kvalitet su, u principu, ograničeni cenom. Odnos kvaliteta i cene usluge može se grafički prikazati kao na slici 1 [4, 5].

Odnos prikazan na slici vredi uz pretpostavku da su funkcije troškova (cene) i nivoa kvaliteta progresivne, a nivo kvaliteta u početku raste brže od cene. Optimalni kvalitet se dobija u tački k , gde je $dg(k) = df(c)$. Levo od tačke k žrtvuje se kvalitet, a desno cena brže raste. Pri zahtevu za uslugu određenog nivoa kvaliteta mora se naći optimalni odnos cene i zahteva.

Korisnici zahtevaju usluge sa karakteristikama koje zadovoljavaju njihove potrebe i očekivanja, i u suštini predstavljaju zahteve korisnika. Prihvatljivost usluge utvrđuje na kraju sam korisnik. Potrebe i očekivanja korisnika se menjaju vremenom sa promenom uslova konkurencije i tehničko-tehnološkog napretka, što od davaoca usluge traži da je stalno poboljšavaju.

Prevoz, odnosno transportovanje OM, s obzirom na njihovu prirodu, nosi sa sobom niz potencijalnih opasnosti. Problem zaštite od dejstava OM podrazumeva tri osnovne grupe aktivnosti:

- izučavanje karakteristika OM radi sagledavanja mogućnosti i načina njihovog štetnog delovanja,
- definisanje mera zaštite radi eliminisanja mogućnosti nastanka akcidenata i smanjenja eventualnih posledica,
- preduzimanje mera za bezbednije prevoženje.

Po poreklu nastanka OM su prirodni ili sintetički proizvodi ili proizvod hemijskih transformacija.

Imaju svoju upotrebnu vrednost, a deo poseduje i određena svojstva koja u izvesnoj meri predstavljaju opasnost po čoveka i njegovu životnu sredinu.

Za praktičnu primenu odgovarajućih mera zaštite, zbog velikog broja materija koje poseduju neko od opasnih svojstava, postoje određena pravila klasifikacije u odnosu na koje je moguće definisati grupe OM sa sličnim osobinama. Štetno dejstvo OM na čoveka, biljni i životinjski svet, nežive materije i predmete, može se manifestovati direktno i indirektno.

Za konkretnije sagledavanje potencijalne opasnosti pri radu sa nekom OM, potrebno je analizirati i njene fizičko-hemijske osobine. U principu, za klasifikaciju OM važne su sledeće osobine: agregatno stanje, viskozitet, gustina, napon pare, temperatura ključanja, temperatura topljenja, temperatura zapaljivosti, temperatura samozapaljenja, granice eksplozivnih smeša, reaktivnost u odnosu na druge materije, itd.

U procesima reprodukcije OM se pojavljuju na više mesta: u proizvodnji, pretovaru, transportu (prevozu), skladištenju i potrošnji. U svakoj od ovih faza postoje određene specifičnosti, kako u pogledu izloženosti žive i nežive materije dejstvu OM, tako i u pogledu stepena potencijalne opasnosti, što nameće potrebu za primenom različitih mera zaštite.

U procesima pretovara, transporta i skladištenja postoji viši stepen potencijalne opasnosti od dejstva OM nego u procesima proizvodnje i potrošnje. U toku pretovara, transporta i skladištenja veoma je izražen rizik od nastanka neželjenih efekata, a stepen ugroženosti ljudi i životne sredine vrlo je visok.

U toku transportovanja OM, zbog potencijalnih opasnosti, mora se posvetiti posebna pažnja. Sva lica koja učestvuju u transportnom procesu kao i druga lica koja se mogu naći u zoni potencijalnog dejstva OM u toku njihovog transportovanja, izložena su mogućim pojavama neželjenih posledica. One mogu nastati usled akcidenata u toku transportovanja, i njima su izloženi atmosfera, vodotokovi i ostali elementi okoline, i to na relativno većim udaljenostima od mesta nastanka akcidenta.

Zbog velikog značaja transporta OM pojavili su se i međunarodni propisi koji su se razvili u okviru pojedinih vidova transporta, a i preporuke kojima se pokušalo postizanje uniformnosti granskih propisa. Oni su poslužili kao osnov za donošenje nacionalnih propisa. Međunarodni propis u železničkom saobraćaju je Pravilnik o međunarodnom železničkom prevozu opasnih materija (Reglement concernat le transport international ferroviaire des marchandises dangereuses – RID) [1].

Za definisanje preventivnih mera zaštite od neželjenog dejstva OM potrebno je, na početku, utvrditi šta to utiče na vrstu i intenzitet opasnosti u toku transporta. Polazni osnov su fizičko-hemijske karakteristike OM i njihovog pojavnog oblika i tehnologija transportnog procesa.

Primena svih preventivnih mera sprovodi se radi sprečavanja pojave akcidenata pri radu sa OM ili smanjenja posledica štetnog dejstva u slučaju nastanka akcidenta.

Shodno svojim tehničko-tehnološkim karakteristikama, železnica ima mogućnost pružanja usluge prevoza spe-

cijalnih tereta (opasnih materija, predimenzionisanih tereta i sl.).

Predimenzionisani tereti odnose se na njihovu masu i zapreminu. To su svi oni tereti čiji utovar, prevoz, istovar ili pretovar, s obzirom na železničke kapacitete, izaziva naročite poteškoće, i koji se mogu primati na prevoz samo pod posebnim tehničkim i eksploatacionim uslovima. Takvi tereti na železnici su poznati pod domaćim nazivom „naročite pošiljke“ (NP).

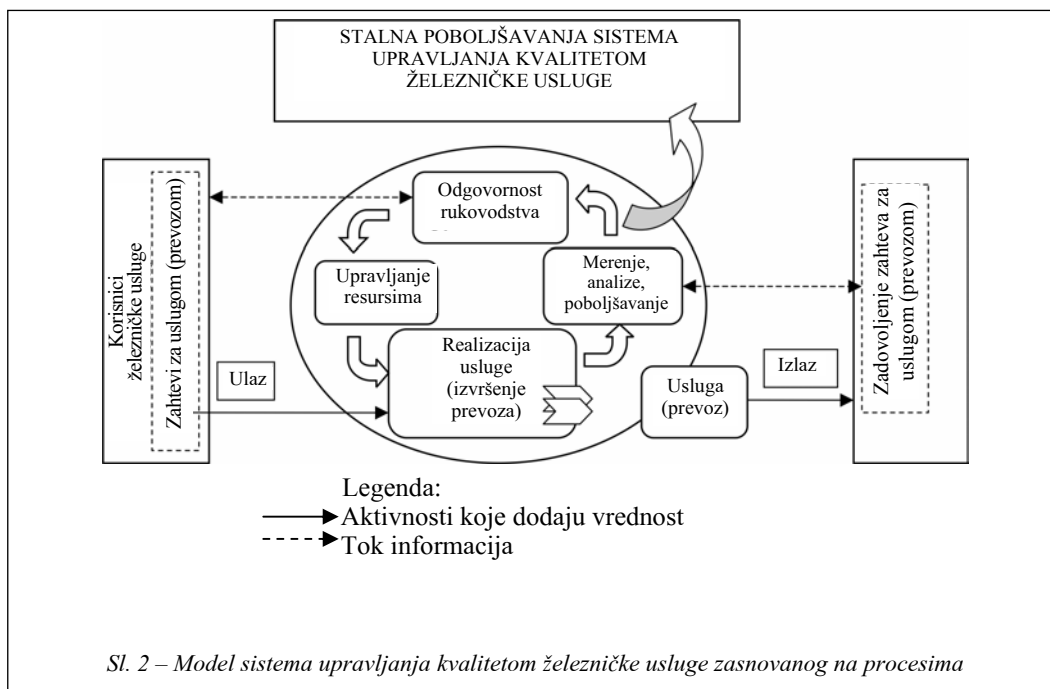
Organizacija prevoženja takvih tereta železnicom predstavlja složeni proces koji se sastoji od mnoštva aktivnosti, a radi stvaranja jasnije slike ovog procesa, i preduzimanja mera za njihovo unapređenje-poboljšanje, potrebno je iznaći i primeniti adekvatnu metodu.

Upravljanje kvalitetom železničke usluge

Upravljanje (odnosno menadžment) kvalitetom železničke saobraćajno-transportne, odnosno železničke usluge, može se posmatrati kao kompleksan proces usmeren na efikasno izvršavanje zadataka prevoza radi postizanja unapred utvrđenih zajedničkih ciljeva. Ono, kao proces, obuhvata više različitih potprocesa, i to: planiranje, organizovanje, kontrolu, itd.

U standardu ISO 9001 specificirani su zahtevi za sistem upravljanja (menadžment) kvalitetom. Taj standard sam po sebi ne utvrđuje zahteve za usluge. Njih mogu izraziti korisnici, a mogu se specificirati propisom [9].

Kvalitet železničke usluge može se planirati. To je deo upravljanja kvalitetom usluge koji je usmeren na uspostavljanje



ciljeva njenog kvaliteta i na utvrđivanje neophodnih operativnih procesa i potrebnih odgovarajućih resursa (železničkih kola, lokomotiva, infrastrukture i sl.) za ispunjavanje ciljeva kvaliteta usluge.

Upravljanje kvalitetom železničke usluge, kao deo menadžmenta, usmeren je na ispunjavanje zahteva kvaliteta (slika 2).

Uz to neprekidno se vrši poboljšavanje kvaliteta usluge, kao deo menadžmenta, koji je usmeren ka povećanju sposobnosti železničke organizacije da ispunjava zahteve korisnika.

Poboljšanje kvaliteta obuhvata mere koje se preduzimaju za unapređenje osobina i karakteristika usluga i povećanja efektivnosti i efikasnosti procesa pružanja usluge. Proces poboljšanja treba da obuhvati [7]:

- definisanje, analizu i merenje postojeće situacije,

- uspostavljanje ciljeva poboljšanja,
- traganje za mogućim rešenjima,
- analizu identifikovanih rešenja,
- primenu izabраниh rešenja,
- verifikaciju, analizu i merenje realizovanih aktivnosti,
- formalizovanje procesnih izmena.

Primena dijagrama toka za unapređenje kvaliteta usluge prevoza specijalnih tereta

Metode i tehnike unapređenja kvaliteta železničke usluge do sada nisu dovoljno obrađivane.

Jedna od njih je i dijagram toka. To je, u suštini, tehnika grafičkog prikazivanja odvijanja određenog procesa. Cilj grafičkog prikazivanja može biti snimanje postojećeg stanja procesa i dobijanje

jasne slike njegovog stvarnog odvijanja radi osnove za detaljnu analizu procesa i eventualno unapređenje. Pored toga, dijagram toka može se koristiti kao podsetnik, odnosno kratko radno uputstvo za izvođenje procesa.

U prikazivanju dijagrama toka koriste se standardni simboli algoritamskog programiranja. Primena dijagrama toka preporučuje se pri izradi dokumenata sistema kvaliteta saglasno zahtevima standarda serije ISO 9000. Svaki proces koji se sastoji od više aktivnosti, a koji treba da se propiše dokumentom sistema kvaliteta, trebalo bi, uz tekstualni opis, da se opiše i dijagramom toka.

Bezbednost prevoza OM je element kvaliteta železničke usluge, a njegova organizacija i izvršenje predstavlja složeni proces sastavljen od većeg broja aktivnosti, koje su vrlo često međusobno uslovljene.

O vanrednom događaju pri prevozu OM železnicom mora se odmah izvestiti nadležni organ i intervenisati na odgovarajući način. Da bi se stvorila jasnija slika tog procesa i preduzele mere za njegovo unapređenje, odnosno poboljšanje, potrebno je iznaći i primeniti adekvatnu metodu. Usled vanrednog događaja na železnici (tehnička neispravnost, dotrajalost materijala, nepažnja i propusti radnika ili prekomerno jaki udari pri prevozu) može doći do rasturanja, istakanja ili razlivanja OM. Pri tome su neposredno ugroženi radnici koji učestvuju u prevoženju OM, a zavisno od njihove vrste i količine i okolni prostor. Izveštavanje o vanrednom događaju i intervenisanje je potproces organizovanja i upravljanja prevozom. Ono kao funkcija ima zadatak iznalaženja adekvatnih postupaka za pravovremeno izveštavanje i preduzimanje

interventnih mera za otklanjanje ili ublažavanje mogućih štetnih posledica.

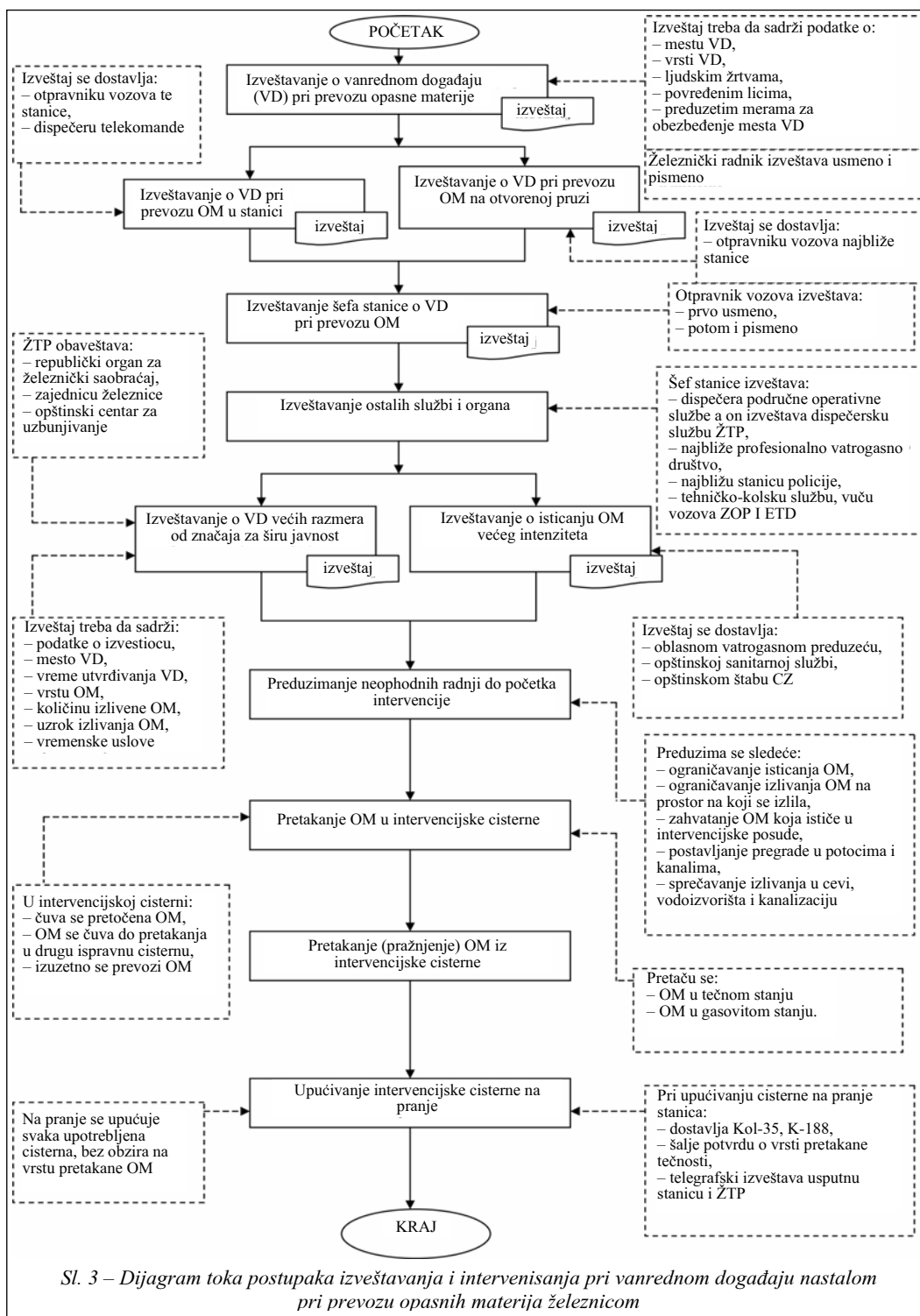
Redosled aktivnosti u procesu izveštavanja i intervenisanja pri vanrednom događaju u prevozu OM železnicom, prikazan na slici 3, jeste sledeći [6]:

1. *Izveštavanje o vanrednom događaju pri prevozu OM.* Ovu aktivnost obavlja radnik železnice. Ukoliko se vanredni događaj dogodio u stanici, na najbrži mogući način izveštava se otpravnik vozova te stanice ili dispečer telekomande, a ako se dogodio na otvorenoj pruzi izveštava se otpravnik vozova najbliže železničke stanice. Pored usmenog obaveštenja radnik železnice podnosi i pismeni izveštaj svom rukovodiocu, koji mora da sadrži podatke o: mestu i vrsti vanrednog događaja, ljudskim žrtvama, povređenim licima i privremeno preduzetim merama za obezbeđenje mesta gde se desio.

2. *Izveštavanje šefa stanice.* Ovu aktivnost obavlja otpravnik vozova koga je prethodno obavestio radnik železnice. Izveštaj se dostavlja odmah, prvo usmeno, a zatim i pismeno.

3. *Izveštavanje ostalih službi i organa.* Po pravilu, to obavlja šef stanice na čijem se području desio vanredni događaj. O njemu izveštava: dispečera područne otpravne službe, koji obaveštava dispečersku službu ŽTP-a, najbliže profesionalno vatrogasno društvo, najbližu stanicu policije, tehničko-kolsku službu, vuču vozova, ZOP i ETD i savetnika za bezbednost prevoza OM.

4. *Izveštavanje o vanrednom događaju većih razmera.* Ukoliko je isticanje OM većeg intenziteta, tako da je skupljanje u intervencijske posude nemoguće, pa dolazi



Sl. 3 – Dijagram toka postupaka izveštavanja i intervenisanja pri vanrednom događaju nastalom pri prevozu opasnih materija železnicom

do razlivanja po okolini, obaveštava se: oblasno vodoprivredno preduzeće, opštinska sanitarna služba i opštinski štab civilne zaštite. U slučaju vanrednog događaja pri prevozu OM većih razmera, koji ima značaja za širu populaciju, ŽTP mora, po prijemu obaveštenja od šefa stanice, obavestiti: republički organ za železnički saobraćaj, zajednicu železnice i odgovarajući opštinski centar za obaveštavanje. Zvanični izveštaj o vanrednom događaju pri prevozu OM nadležnim institucijama mora da sadrži: podatke o izvistiocu, tačno mesto njegovog nastanka, vreme njegovog utvrđivanja, vrstu OM, količinu eventualno izlivena tečnosti, uzrok isticanja i vremenske uslove.

5. *Preduzimanje neophodnih radnji do početka intervencije.* Ova aktivnost sadrži sledeće aktivnosti: ograničavanje isticanja OM, ograničavanje izlivena OM na prostor na koji se izlila, zahvatanje OM koja ističe u intervencijske posude, postavljanje pregrada u potocima i kanalima i sprečavanje izlivanja u cevi vodoizvorišta i kanalizaciju.

6. *Pretakanje OM u intervencijske cisterne.* Obavlja se ukoliko su oštećene posude u kojima se prevozi OM u tečnom ili gasovitom stanju. Pretočena OM se u intervencijskoj cisterni čuva do ponovnog pretakanja u drugu odgovarajuću ispravnu cisternu. U izuzetnim slučajevima se, uz saglasnost ŽTP-a, može izvršiti prevoz OM u intervencijskoj cisterni.

7. *Pražnjenje OM iz intervencijske cisterne.* Obavlja se po dolasku druge ispravne cisterne, koja odgovara određenim zahtevima, ili po izvršenom prevozu, ukoliko je OM prevezena intervencijskom cisternom.

8. *Upućivanje intervencijske cisterne na pranje.* Obavlja se nakon svake upotrebe intervencijske cisterne, bez obzira na vrstu istočene OM. Pre njenog upućivanja na pranje, stanica koja je upućuje mora uz nju po-

slati odgovarajuću dokumentaciju (Kol-35, K-188 i potvrdu o vrsti istakane OM). Pored toga, stanica istovremeno izveštava telegrafskim putem stanicu u koju upućuje cisternu na pranje, kao i ŽTP. Upućivanjem intervencijske cisterne na pranje završava se proces izveštavanja i intervenisanja pri vanrednom događaju nastalom u prevozu OM železnicom.

Konstruktivni zahtevi za železnička vozila za prevoz opasnih materija

U cisternama, kao specifičnim sudovima, prevoze se tečne, gasovite, praškaste i zrnaste OM. Cisterne se sastoje od jednog ili više sudova sa opremom i postolja. Pored toga, one poseduju sopstvenu opremu: za kretanje, ogibljenje, vučni i odbojni uređaj, kočnicu, uređaje za punjenje, pražnjenje, provetravanje, osiguranje, zagrevanje, toplotnu zaštitu, spoljašnje ili unutrašnje elemente za ukrućivanje, elemente za pričvršćivanje i zaštitu suda, određene merne instrumente i ostalo.

Pritisak u sudu, koji se pojavljuje u zavisnosti od stepena opasnosti pojava je o kojoj se mora voditi računa pri određivanju debljine suda. Pri njegovom punjenju ili pražnjenju kod pojedinih vrsta OM pojavljuje se određeni pritisak. Imajući u vidu vrstu OM cisterne se izrađuju od pogodnih materijala koji moraju biti otporni na lom i prskanje i neosetljivi na naponsku koroziju u određenom temperaturnom režimu. Kod zavarenih sudova mora se voditi računa da šavovi budu izrađeni prema odgovarajućim tehničkim propisima, kako bi se obezbedila potpuna sigurnost.

S obzirom na to da pojedine OM u dodiru sa zidom cisterne reaguju agresivno tako što stvaraju opasne produkte ili

osetno slabe materijal, mora se izabrati odgovarajući materijal za cisternu ili adekvatna unutrašnja zaštitna prevlaka. Zaštitna prevlaka mora biti izrađena tako da obezbedi zaptivnost bez obzira na moguće deformacije pri prevozu. Kod prevoza pojedinih vrsta OM može doći do progresivnog smanjenja debljine zidova, što se mora uzeti u obzir pri određivanju njihove debljine. Minimalna debljina zida cilindričnog dela suda mora da odgovara debljini koja se dobija prema izrazu [1]:

$$e = \frac{P_{pa} \cdot D}{2 \cdot \sigma \cdot \lambda} [mm] \quad e = \frac{P_{bar} \cdot D}{20 \cdot \sigma \cdot \lambda} [mm]$$

gde je:

P – proračunski pritisak P_{pa} (MPa) odn.

P_{bar} (bar),

D – unutrašnji prečnik suda (mm),

λ – koeficijent kvaliteta zavarenog šava,

σ – dozvoljeno naprezanje (N/mm^2).

Uređaji za opsluživanje i oprema suda, odnosno sud kao celina, mora biti izrađen tako da obezbedi prevoz bez gubljenja sadržaja OM. Pored toga, železnička kola – cisterne moraju, pored naprezanja pri normalnom radu, obezbediti otpornost i na druga moguća naprezanja.

Oprema cisterni mora biti izrađena i postavljena tako da obezbedi potpunu sigurnost kao i sam sud. To znači da mora da obezbedi:

- nepropustljivost, kako u normalnim uslovima tako i pri prevrtanju kola;
- pravilno postavljanje zatvarača;
- osiguranje od neželjenog otvaranja zatvarača i sistema za punjenje i pražnjenje;

– otvor odgovarajuće veličine radi unutrašnjeg pregleda;

– adekvatan otvor za čišćenje cisterne.

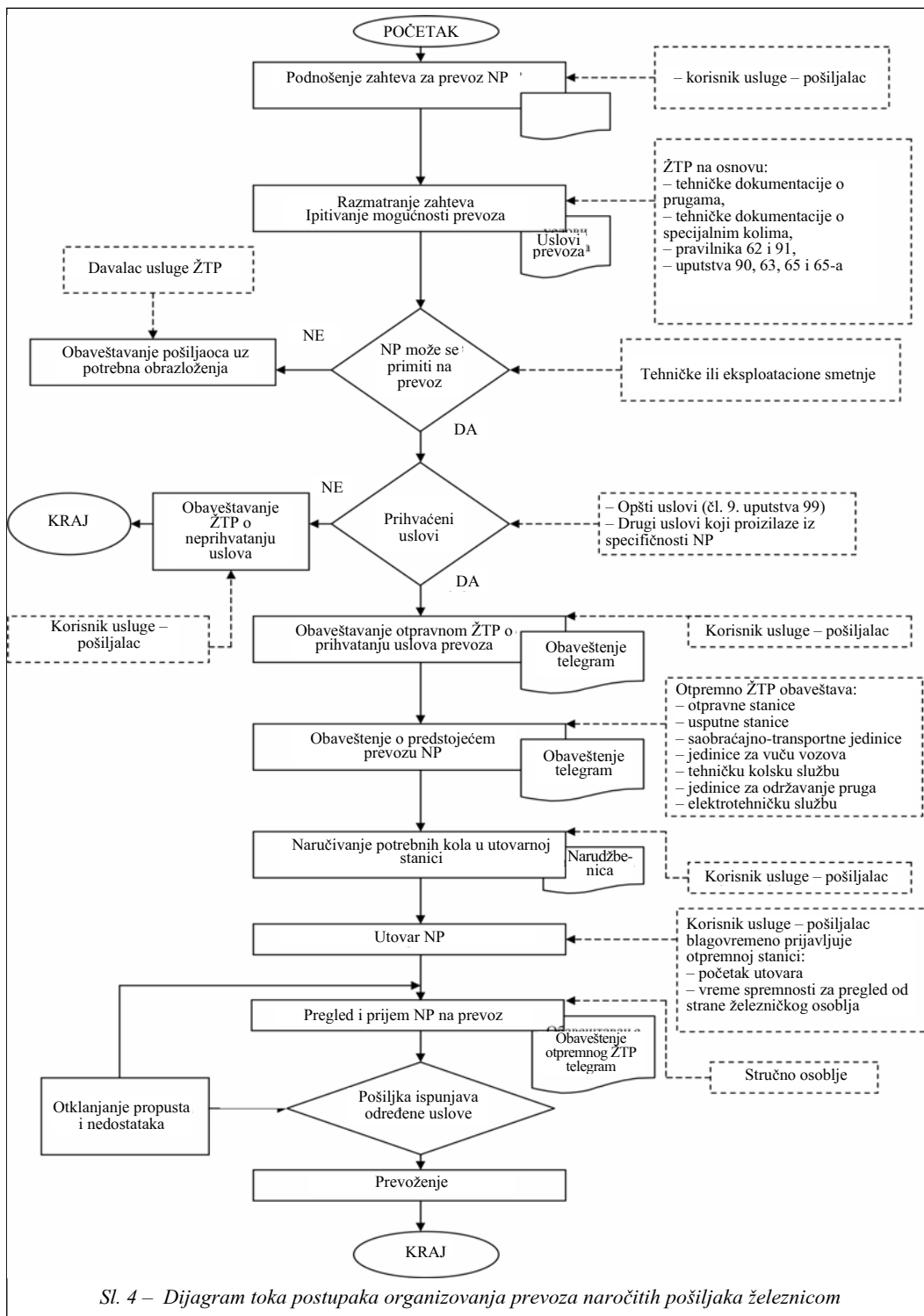
Zavisno od vrste OM, cisterne moraju imati posebnu zaštitu. Pri izboru materijala za sud – cisternu i njegovu debljinu treba imati u vidu ekstremne temperature pri prevozu, odnosno punjenju ili pražnjenju.

Pored navedenih opštih konstrukcijskih zahteva železnička kola – cisterne moraju da zadovolje i druge brojne posebne uslove. Definišu ih sledeće vrste OM: sabijeni gasovi pretvoreni u tečnost ili gasovi rastvoreni pod pritiskom; zapaljive tečne materije; zapaljive čvrste materije; organski peroksidi; otrovne materije; radioaktivne materije i nagrizaajuće materije.

Organizovanje prevoza naročitih pošiljki (NP) železnicom je procesna funkcija kojom se pronalaze postupci, organizacijska struktura i ostvaruje priprema za izvršenje planiranog prevoza. Ono predstavlja jedan od glavnih potprocesa upravljanja prevozom NP. Organizovanje i planiranje prevoza NP, kao dva potprocesa, ujedno su i osnovne faze procesa upravljanja prevozom. U okviru planiranja određuju se ciljevi prevoza i zadaci koji se time žele postići, a u okviru organizovanja logička struktura svih aktivnosti i resursa, koja treba da omogući realizaciju planiranog prevoza. Početak procesa organizovanja prevoza, NP železnicom je zahtev za prevoz, a na kraju procesa je realizacija samog prevoza.

Redosled aktivnosti u procesu organizovanja prevoza NP železnicom, prikazan na slici 4, jeste sledeći [4]:

1. Podnošenje zahteva za prevoz NP. Ovu aktivnost obavlja korisnik usluge, a izlazni dokument je *prijava za prevoz*.



2. Razmatranje zahteva – ispitivanje mogućnosti prevoza. Ovu aktivnost obavljaju stručni železnički organi sagledavajući tehničku dokumentaciju konkretne pruge i specijalnih kola koja će biti upotrebljena za najavljeni prevoz. Uz to se koriste podaci, odnosno uputstva i instrukcije iz Pravilnika 62 i 91 i Uputstva 90, 63, 65 i 65-a. Izlazni dokument su uslovi prevoza. Ukoliko se zahtev zbog tehničkih ili eksploatacionih smetnji ne može ispuniti, odnosno NP ne može primiti na prevoz, podnosilac zahteva se obaveštava o tome uz potrebna obrazloženja. Ako se NP može primiti na prevoz pod definisanim uslovima koje korisnik usluge ne može prihvatiti, o tome obaveštava ŽTP (železnicu) i tada se proces završava, a ako korisnik usluge prihvati uslove prevoza tada sledi naredna aktivnost.

3. Obaveštenje otpavnog ŽTP o prihvatanju uslova prevoza. Ovu aktivnost obavlja korisnik usluge, a izlazni dokument predstavlja obaveštenje – telegram.

4. Obaveštenje o predstojećem prevozu NP. Ovu aktivnost obavlja otpavno ŽTP, obaveštavajući o predstojećem prevozu: otpavnu stanicu, sve usputne stanice, saobraćajno-transportne jedinice, jedinice za vuču vozova, tehničku kolsku službu, jedinice za održavanje pruga i elektrotehničku službu. Izlazni dokument je obaveštenje – telegram.

5. Poručivanje potrebnih kola u utovarnoj stanici. Aktivnost obavlja korisnik usluge, a izlazni dokument je narudžbenica.

6. Utovar NP. Aktivnost obavlja korisnik usluge, koji blagovremeno prijavljuje otpremnoj stanici početak utovara i vreme kada je stručno železničko osoblje spremno da izvrši pregled.

7. Pregled i prijem NP na prevoz. Aktivnost obavlja stručno osoblje ŽTP-a, a izlazni dokument je obaveštenje otpremnog ŽTP – telegram. Ukoliko se pri pregledu utvrdi da NP ne ispunjava određene uslove, tada se otklanjaju propusti i nedostaci, nakon čega se ponovo obavlja pregled. Ako NP ispunjava određene uslove prelazi se na sledeću aktivnost.

8. Prevoženje. Ovu aktivnost obavlja železnica, a njenim završetkom proces organizovanja prevoženja NP železnicom se završava.

Održavanje železničkih vozila za prevoz predimenzionisanih tereta

Najveći broj teških borbenih vozila, inženjerskih mašina i raznih borbenih sistema pripada grupi predimenzionisanih tereta. Takvi tereti se, uglavnom, prevoze specijalnim plato-kolima. Kod pojedinačnih i po obimu manjih prevoženja ne pojavljuju se veće poteškoće po pitanju obezbeđenja dovoljnog broja plato-kola. Problemi mogu nastati kada se ukaže potreba za masovnijim prevoženjima navedenih sredstava, jer je broj ispravnih plato-kola ograničen. Visok stepen njihove imobilizacije, pored starosti, uslovljen je sledećim razlozima:

- nedostatak rezervnih delova,
- nedostatak sredstava za nabavku novih, remont i održavanje postojećih kola,
- neopremljenost postrojenja za remont kola,
- izostanak agregatne zamene sklopova,

– neadekvatna postrojenja i uređaji tekućeg održavanja i sl.

Svesni činjenice da u narednom periodu neće doći do radikalnijih pomaka u uvećanju kolskog parka plato-kola, pitanju njihove pravilne eksploatacije i kvalitetnijeg održavanja mora se posvetiti što veća pažnja.

Oznake plato-kola serija Smmps-tz imaju sledeće značenje:

S – plato-kola specijalnog tipa,

mm – dužina kola ispod 15 m,

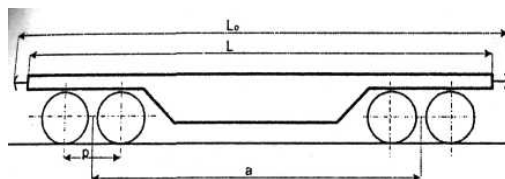
p – kola bez visokih stranica,

s – kola sposobna za brzine do 100 km/h,

t – kola za prevoz teških pošiljki,

z – kola sa ručnom (pritvrdnom) kočnicom.

Šematski prikaz kola ove serije prikazan je na slici 5, a tehničke karakteristike u tabeli 1.



Sl. 5 – Šematski prikaz plato-kola serije Smmps-tz (472)

Vanredne opravke mogu biti malog obima (tekuće opravke) i većeg obima. U vanredno održavanje spada i pranje, čišćenje i dezinfekcija kola, a obavlja se prema ukazanoj potrebi.

Zbog specijalne namene i zahtevane pouzdanosti kola serije Smmps u eksploataciji, njihovom održavanju mora se posvetiti nužna pažnja, posebno pri izvođenju radova u velikoj redovnoj opravci (VO). Opis radova kod velike opravke ovih kola, po konstrukcionim grupama, sa potrebnim norma-časovima, prikazan je u tabeli 2.

Kao i sva ostala teretna kola uvršćena u vozni park železnice, plato-kola serije S podležu redovnom i vanrednom održavanju. Redovno održavanje deli se na stalni nadzor, vanredne preglede i redovne opravke. Stalni nadzor plato-kola u eksploataciji obavlja se pri pregledu kola, i to: pre utovara, posle utovara, posle istovara i pre dodavanja kola vozu. Pored navedenih vrsta pregleda pojedinačnih kola obavlja se i pregled kola u vozovima, i to: pri otpremljanju (odlasku), pri prolazu i pri prispeću (dolasku) voza.

Kola serije Smmps imaju samo veliku (VO) redovnu opravku sa rokom od 60 meseci (5 godina), a nemaju kontrolne preglede.

Nakon izvršene velike opravke kola potrebno je izvršiti izradu, pored ostalog, i sledeće remontno-tehničke dokumentacije: mernu listu donjeg postolja kola, mernu listu nosećih lisnatih gibnjeva, mernu listu prstenastih opruga vlačne spreme, mernu listu kvačila, dijagram rada rasporednika kočnice.

Tabela 1

Tehničke karakteristike plato-kola serije Smmps-tz (472)

Redni broj	Naziv	Jed. mere	Količina	
1.	Broj osovina	kom.	4	
2.	Razmak stožera obrtnih postolja	m	7,20	
3.	Razmak krajnjih osovina	m	9,00	
4.	Dužina preko odbojnika	m	12,24	
5.	Korisna dužina poda	m	10,80	
6.	Korisna širina poda	m	3,15	
7.	Korisna površina poda	m ²	34,00	
8.	Sopstvena masa	t	20,3021,10	
9.	Granica tovarenja			
	– obični	A	t	38,00
		B	t	40,50
		C	t	59,50
	– režim "S"	A	t	38,00
		BC	t	40,50
– režim "SS" ABC		t	-	
10.	Režim razmene		NE	

Tabela 2

Opis radova kod VO plato-kola serije Smmps-tz

Redni broj	Naziv radova	Potrebno norma-časova	Redni broj	Naziv radova	Potrebno norma-časova
1.	2	3.	1.	2	3.
A	Donji postroj i obrtno postolje	38	3.	Proveriti ispravnost pričvršćenja tegljenika na postolje.	14
1.	Izrezati obrtna postolja, a zatim osovinske sklopove iz obrtnih postolja.		4.	Proveriti mere i ispravnost svornjaka ručice vretena.	
2.	Sve očistiti, pregledati, premeriti (uz popunjavanje merne liste), popraviti i obojiti.		5.	Proveriti ispravnost vretena i vešalice kvačila.	
3.	Neispravne plastične umetke obrtne šolje zameniti.		6.	Sastaviti tegljenike i kvačilo, podmazati i razraditi.	
4.	Pregledati uzemljenje i, po potrebi, zameniti.		7.	Neispravne delove opraviti ili zameniti.	
B	Osovinski sklop	14	G	Odbojnici	15
1.	Očistiti osovine i proveriti ultrazvukom.		1.	Odbojnice skinuti, rastaviti i sve delove temeljito očistiti.	
2.	Proveriti mere osovine.		2.	Proveriti karakteristike opruga, sastaviti odbojnik i ispitati ga na statičko opterećenje.	
3.	Proveriti ispravnost položaja točka na osovini.		3.	Neispravne delove opraviti ili zameniti.	
4.	Proveriti mere profila točka i, po potrebi, izvršiti reprofilsanje.		H	Postolje	19
5.	Izvršiti merenje električnog otpora.	1.	Skinuti sve patosnice, pregledati, neupotrebljive zameniti, upotrebljive i nove impregnirati i postaviti izolacionu traku.		
C	Osovinska ležišta	2.	Temeljito očistiti prljavštinu i koroziju sa donjeg postolja.		
1.	Skinuti kućišta ležišta, očistiti ih od stare masti, pregledati ispravnost ležišta, zaptivnih prstenova, lavirintskih prstenova, podmazati i montirati.	3.	Proveriti ispravnost obrtnih šolja i centralnih svornjeva. Popraviti ili zameniti.		
D	Ogbljenje	4.	Proveriti ispravnost vodica kućišta ležišta na njima i popraviti.		
1.	Skinuti lisnate opruge i proveriti ispravnost listova, njihovog položaja, opasača i čepa na njemu, ušica glavnih listova gibnjeva. Po potrebi, popraviti ili ugraditi nove delove.	2	5.	Obojiti postolje i sastavne delove.	
2.	Montirati opruge i ispitati ih na statičko opterećenje uz popunjavanje merne liste.		J	Antikoroziorna zaštita (u zavisnosti od oštećenja sistema zaštite)	18
3.	Proveriti mere vešajnih karika i, po potrebi, ugraditi nove.		a)	Delimična popravka boje sa završnim premazom po celoj površini boka.	
E	Kočnice	1.	Primeniti postupak pripreme površine na oštećenim mestima četkama, brusonima ili hemijskim sredstvima.		
1.	Rastaviti kočnicu.	2.	Pripremiti postupak nanošenja sistema zaštite na oštećena mesta, naneti završni premaz raspršivanjem.		
2.	Proveriti ispravnost i mere bočnog poluzja.	b)	Temeljno bojenje i zaštita		
3.	Rasporednik zameniti ispravnim sa plombom specijalizovane radionice.	1.	Skinuti celokupni stari premaz i koroziju mehaničkim ili hemijskim postupkom.	9	
4.	Kočni cilindar i kočno poluzje popraviti u specijalizovanim radionicama.	2.	Pripremiti površinu prema objavama UIC 842-3; 842-4.		
5.	Podmazati sve taruće delove.	3.	Naneti sistem zaštite prema UIC 824-4.		
6.	Proveriti ispravnost vazdušnih vodova i ispitati rezervoare za pritisak.	K	Ispisivanje natpisa i oznaka	11	
7.	Kočne papuče zameniti.	1.	Po završenoj zaštiti i bojenju ispisati natpise i oznake prema JŽS TO.003 i UIC842-4		
8.	Montirati kočnicu i izvršiti proveru rada.	L	Završni radovi	200 Nh	
9.	Izvršiti pregled uređaja ručne kočnice, proveriti, popraviti i montirati.	1.	Izvršiti završni pregled, merenje, primopredaju kola i izraditi tehničku dokumentaciju (merne liste).		
10.	Razraditi vreteno ručne kočnice, podmazati taruće delove i izvršiti proveru kočenja.				
F	Tegljenički uređaj				
1.	Rastaviti sve delove tegljenika i kvačila i temeljito ih čistiti.				
2.	Proveriti mere i ispravnost tegljenika.				
			Ukupno:		

Zaključak

U radu su sagledani osnovni parametri kvaliteta usluge u teretnom železničkom saobraćaju i transportu sa osvrtnom na uslugu prevoza specijalnih tereta.

Upravljanje kvalitetom železničke usluge posmatrano je kao kompleksan proces koji je, pre svega, usmeren na ispunjavanje zahteva kvaliteta. U okviru toga predviđene su određene mere poboljšanja kvaliteta, a time i povećanja efektivnosti i efikasnosti pružanja usluge.

Dijagram toka samo je jedna od metoda i tehnika unapređenja kvaliteta železničke usluge. Ona pruža mogućnost grafičkog prikazivanja procesa planiranja i organizovanja prevoženja predimenzionisanih tereta i opasnih materija železnicom. Time se stvara osnova za unapređenje samog procesa, a ujedno se koristi kao sažeto radno uputstvo za izvršenje procesa planiranja i organizovanja prevoženja železnicom.

Transportovanje OM, koje su danas sve prisutnije, nosi niz opasnosti po životnu sredinu, a najefikasnija zaštita je preduzimanje adekvatnih preventivnih mera. Železnicom se prevoze vrlo respektabilne količine raznovrsnih opasnih materija. Železničkim kolima sa specifičnim sudovima – cisternama najviše se prevoze tečne, gasovite, zrnaste i praškaste opasne materije. Radi smanjenja delovanja štetnih posledica primenjuju se raznovrsne mere, korišćenjem rezultata brojnih istraživanja u Evropi i svetu. Pri tome se koriste i razvijaju odgovarajući standardi usaglašeni sa međunarodnim.

Železnička kola – cisterne, posmatrana kao sudovi za prevoz sa svojom pripadajućom specifičnom opremom, pored

opštih konstrukcionih zahteva, moraju da poseduju brojne konstrukcione karakteristike uslovljene određenim fizičko-hemijским osobinama opasnih materija.

Plato kola serije S, uvrščena u vozni park železnice, imaju posebno mesto u sistemu saobraćajne podrške snaga odbrane, jer se jedino njima prevoze teški – predimenzionisani tereti, kao što su raznovrsna borbena vozila (guseničari i točkaši), inženjerske mašine i drugi borbeni sistemi.

Broj plato-kola u voznom parku železnice vrlo je ograničen, što može izazvati poteškoće u određenim uslovima kada se pojavi potreba za istovremenim angažovanjem njihovog većeg broja.

S obzirom na povećani stepen imobilizacije kola treba preduzeti potrebne mere na polju njihove eksploatacije i održavanja, kako bi se povećao broj ispravnih plato-kola. Adekvatne mere podrazumevaju poštovanje propisanih procedura i postupaka kao i vremenskih resursa pri održavanju.

Literatura:

- [1] Pravilnik o međunarodnom i unutrašnjem železničkom prevozu opasnih stvari (RID), Zavod za NIP delatnost JŽ, Beograd, 2003.
- [2] ISO 14001:1996, Environmental management systems – Specification with guidance for use, 1996.
- [3] ISO 14004:1996, Environmental management systems – General guideline on principles, systems and supporting techniques, 1996.
- [4] Jovanović, D.: Mogućnost unapređenja kvaliteta železničke transportne usluge, 6. međunarodna konferencija upravljanje kvalitetom i pouzdanošću DQM-2003, Beograd, 2003.
- [5] Jovanović, D.: Upravljanje kvalitetom usluge u železničkom saobraćaju i transportu, XI naučno-stručna konferencija ŽELKON-04, Niš, 2004.
- [6] Jovanović, D.: Mogućnost unapređenja kvaliteta prevoza opasnih materija železnicom, 7. međunarodna konferencija upravljanje kvalitetom i pouzdanošću DQM-2004, Beograd, 2004.
- [7] Perišić, R.: Sistem kvaliteta usluga – logistika i informatika, Beograd, 2002.
- [8] Eror, S.: Upravljanje železničkim saobraćajem, Zavod za NIP delatnost JŽ, Beograd, 1988.
- [9] Jugoslovenski standard, Sistem menadžmenta kvalitetom – zahtevi, ISO 9000, 9001, Savezni zavod za standardizaciju, Beograd, 2001.

Tehničke karakteristike plato-kola serije Smmps-tz (472)

Tabela 1

Redni broj	Naziv	Jed. mere	Količina	
1.	Broj osovina	kom.	4	
2.	Razmak stožera obrtnih postolja	m	7,20	
3.	Razmak krajnjih osovina	m	9,00	
4.	Dužina preko odbojnika	m	12,24	
5.	Korisna dužina poda	m	10,80	
6.	Korisna širina poda	m	3,15	
7.	Korisna površina poda	m ²	34,00	
8.	Sopstvena masa	t	20,3021,10	
9.	Granica tovarjenja			
	– obični teretni režim	A	t	38,00
		B	t	40,50
		C	t	59,50
	– režim "S"	A	t	38,00
		BC	t	40,50
	– režim "SS" ABC	t	-	
10.	Režim razmene		NE	

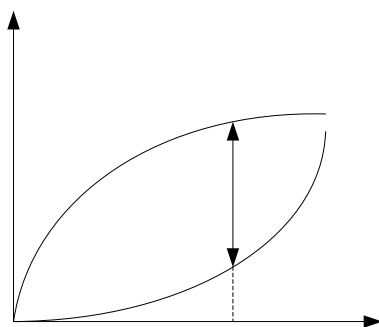
Tabela 2

Opis radova kod VO plato-kola serije Smmps-tz

Redni broj	Naziv radova	Potrebno norma-časova
1.	2	3.
A	Donji postroj i obrtno postolje	38
1.	Izrezati obrtna postolja, a zatim osovinske sklopove iz obrtnih postolja.	
2.	Sve očistiti, pregledati, premeriti (uz popunjavanje mernih liste), popraviti i obojiti.	
3.	Neispravne plastične umetke obrtne šolje zameniti.	
4.	Pregledati uzemljenje i, po potrebi, zameniti.	
B	Osovinski sklop	14
1.	Očistiti osovine i proveriti ultrazvukom.	
2.	Proveriti mere osovine.	
3.	Proveriti ispravnost položaja točka na osovini.	
4.	Proveriti mere profila točka i, po potrebi, izvršiti reprofilsanje.	
5.	Izvršiti merenje električnog otpora.	
C	Osovinska ležišta	18
1.	Skinuti kucišta ležišta, očistiti ih od stare masti, pregledati ispravnost ležišta, zaptivnih prstenova, lavirinskih prstenova, podmazati i montirati.	
D	Ogibljenje	

Redni broj	Naziv radova	Potrebno norma- časova
1.	2.	3.
1.	Skinuti lisnate opruge i proveriti ispravnost listova, njihovog položaja, opasača i čepa na njemu, ušica glavnih listova gibnjeva. Po potrebi, popraviti ili ugraditi nove delove.	2
2.	Montirati opruge i ispitati ih na statičko opterećenje uz popunjavanje merne liste.	
3.	Proveriti mere vešajnih karika i, po potrebi, ugraditi nove.	
E	Kočnice	42
1.	Rastaviti kočnicu.	
2.	Proveriti ispravnost i mere bočnog poluzja.	
3.	Rasporednik zameniti ispravnim sa plombom specijalizovane radionice.	
4.	Kočni cilindar i kočno poluzje popraviti u specijalizovanim radionicama.	
5.	Podmazati sve taruće delove.	
6.	Proveriti ispravnost vazdušnih vodova i ispitati rezervoare za pritisak.	
7.	Kočne papučice zameniti.	
8.	Montirati kočnicu i izvršiti proveru rada.	
9.	Izvršiti pregled uređaja ručne kočnice, proveriti, popraviti i montirati.	
10.	Razraditi vreteno ručne kočnice, podmazati taruće delove i izvršiti proveru kočenja.	
F	Tegljenički uređaj	14
1.	Rastaviti sve delove tegljenika i kvačila i temeljito ih čistiti.	
2.	Proveriti mere i ispravnost tegljenika.	
3.	Proveriti ispravnost pričvršćenja tegljenika na postolje.	
4.	Proveriti mere i ispravnost svornjaka ručice vretena.	
5.	Proveriti ispravnost vretena i vešalice kvačila.	
6.	Sastaviti tegljenike i kvačilo, podmazati i razraditi.	
7.	Neispravne delove opraviti ili zameniti.	
G	Odbojnici	15
1.	Odbojnice skinuti, rastaviti i sve delove temeljito očistiti.	
2.	Proveriti karakteristike opruga, sastaviti odbojnik i ispitati ga na statičko opterećenje.	
3.	Neispravne delove opraviti ili zameniti.	
H	Postolje	19
1.	Skinuti sve patosnice, pregledati, neupotreblljive zameniti, upotreblljive i nove impregnirati i postaviti izolacionu traku.	
2.	Temeljito očistiti prljavštinu i koroziju sa donjeg postolja.	
3.	Proveriti ispravnost obrtnih šolja i centralnih svornjeva. Popraviti ili zameniti.	
4.	Proveriti ispravnost vodica kućišta ležišta na njima i popraviti.	
5.	Obojiti postolje i sastavne delove.	

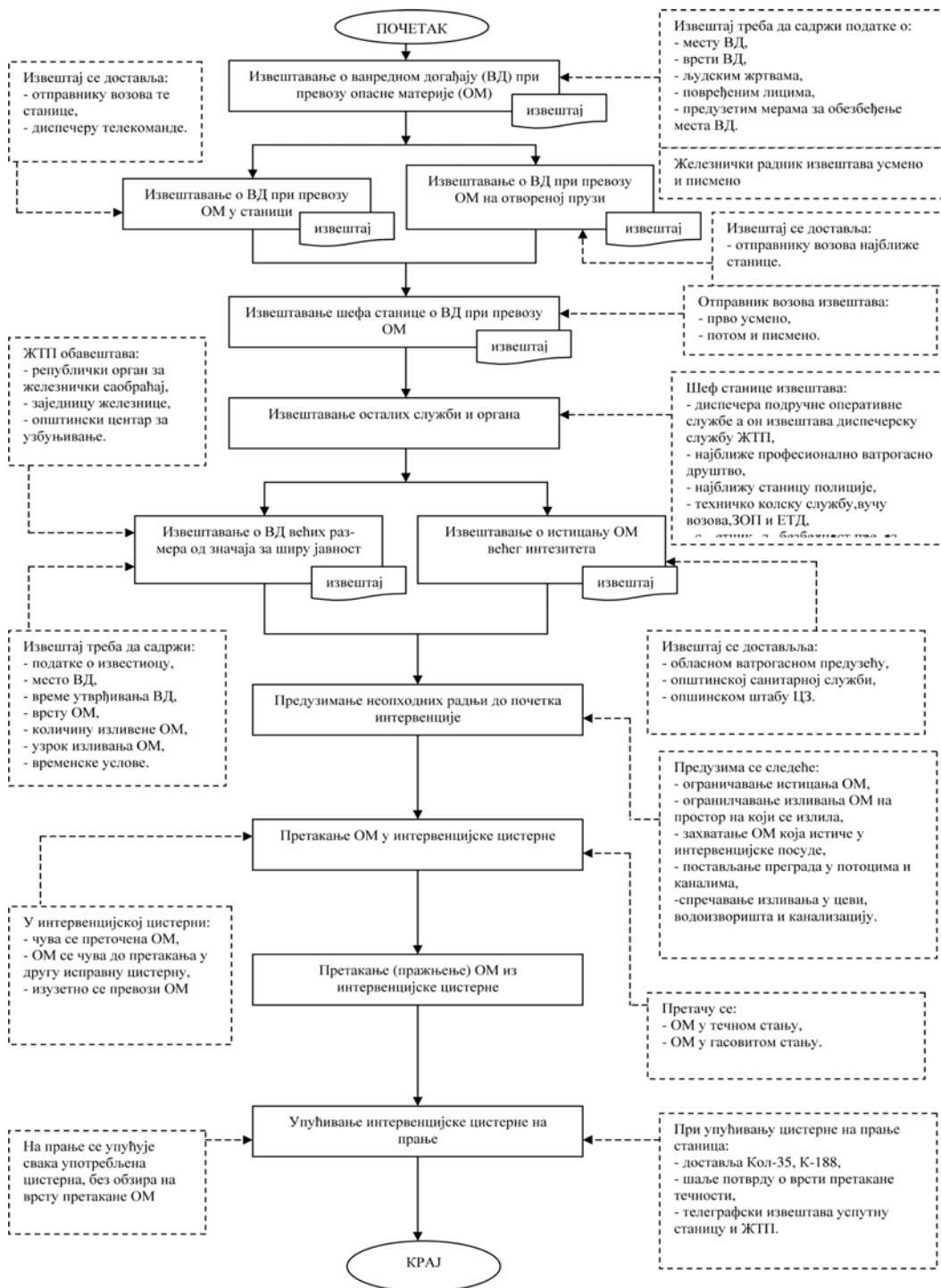
Redni broj	Naziv radova	Potrebno norma-časova
1.	2	3.
J	Antikoroziorna zaštita (u zavisnosti od oštećenja sistema zaštite)	
a)	Delimična popravka boje sa završnim premazom po celoj površini boka.	
1.	Primeniti postupak pripreme površine na oštećenim mestima četkama, brusevima ili hemijskim sredstvima.	
2.	Pripremiti postupak nanošenja sistema zaštite na oštećena mesta, naneti završni premaz raspršivanjem.	18
b)	Temeljno bojenje i zaštita	
1.	Skinuti celokupni stari premaz i koroziju mehaničkim ili hemijskim postupkom.	
2.	Pripremiti površinu prema objavama UIC 842-3; 842-4.	
3.	Naneti sistem zaštite prema UIC 824-4.	
K	Ispisivanje natpisa i oznaka. Po završenoj zaštiti i bojenju ispisati natpise i oznake prema JŽS TO.003 i UIC842-4	9
L	Završni radovi	
1.	Izvršiti završni pregled, merenje, primopredaju kola i izraditi tehničku dokumentaciju (merne liste).	11
	Ukupno:	200 Nh



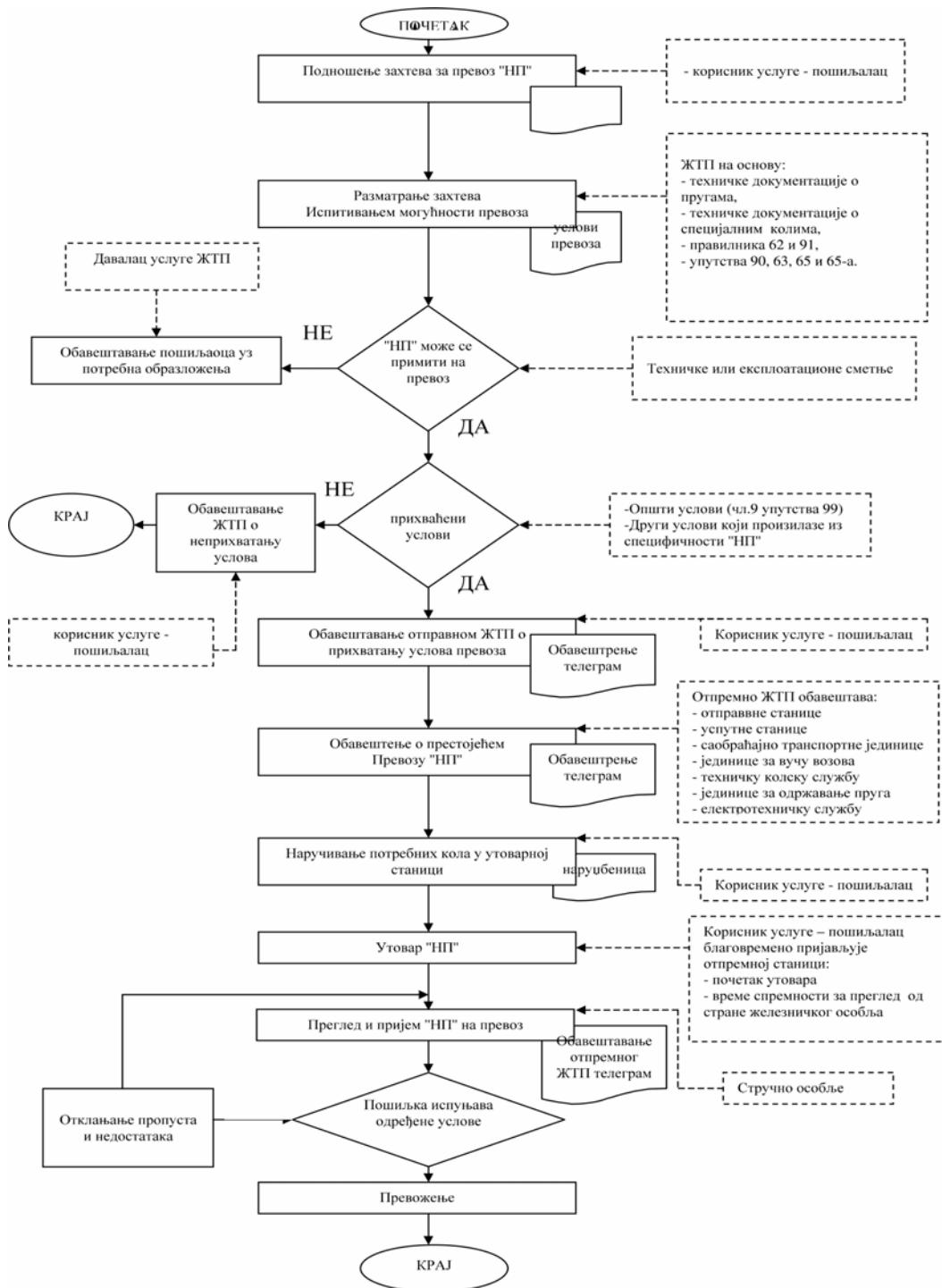
Sl. – 1 Odnos cene i kvaliteta usluge



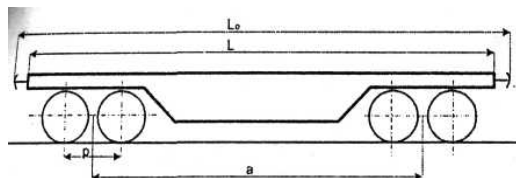
Sl. 2 – Model sistema upravljanja kvalitetom železničke usluge zasnovanog na procesima



Sl. 3 – Dijagram toka postupaka izveštavanja i intervenisanja pri vanrednom događaju nastalom pri prevozu opasnih materija železnicom



Sl. 4 – Dijagram toka postupaka organizovanja prevoza naročitih pošiljaka železnicom



Sl. 5 – Šematski prikaz plato-kola serije Smmps-tz (472)

Radimir Jovanović,
pukovnik, dipl. inž.
dr Vasilije Mišković,
pukovnik, dipl. inž.
Vojna akademija – ŠNO,
Beograd

TRANSPORTNI SISTEM U FUNKCIJI ODBRANE ZEMLJE

UDC: 656 : 355.45 "364"

Rezime:

Transportni sistem zemlje postoji i funkcioniše u miru, a od izuzetnog značaja je za odbranu zemlje. Uticaj ovog sistema na odbranu nije samo direktan, nego i indirektan, jer skoro svi sistemi uključeni u ovaj proces zavise od njega. U odnosu na mirnodopsko stanje, osnovna karakteristika funkcionisanja transportnog sistema u ratu je izvršavanje zadataka u uslovima razaranja infrastrukture, višestrukog povećanja transportnih zahteva i neprekidna izloženost udarima svih elemenata sistema. Zato su pripreme za funkcionisanje u takvim uslovima od izuzetnog značaja.

Ključne reči: odbrana, transportni sistem, transportni zahtevi.

THE TRANSPORTATION SYSTEM IN FUNCTION OF DEFENSE OF COUNTRY

Summary:

The transportation system of a country exists and functions in peace and it is very important for the defense of the country. The transportation system has not only direct but also indirect influence on defense, because almost all systems included in defense are dependent on it. When compared to peace, the basic characteristics of its functioning in war is carrying out the tasks in conditions of infrastructure destruction, multiplied transportation demands and continuous blow of all elements of the system. For all these reasons the preparations for transportation system functioning in those conditions are of exceptional importance.

Key words: defense, transportation system, transportation demands.

Uvod

Sistem odbrane zemlje je nezamenljiv činilac stabilnosti i napretka društvene zajednice. Razvijen u snažan sistem, on deluje kao faktor sigurnosti, zaštite i očuvanja slobode, života u miru, stečenih tekovina napretka i stvaranja novih vrednosti.

U sistemu odbrane zemlje uz efikasnu organizaciju koncentrišu se najvitalnije snage, najsavremenija sredstva i tehnologije. Ulaganje u takav sistem ima vi-

šestruke pozitivne razvojne, ekonomske i opšte društvene efekte.

Odbrana zemlje, kao jedna od oblasti društvenih odnosa, uređuje se najvišim pravnim aktom, ustavom, čime je ona jedan od bitnih elemenata državne organizacije i ima značajno mesto u ustavno-pravnoj regulativi države, gde se razmatra kao konstantna društvena potreba i ostvaruje na način kako to zahtevaju međunarodne političke prilike i situacija u zemlji.

Sistem odbrane, kao kompleks operativnih opredeljenja, mera i aktivnosti, pretežno se bavi izgradnjom snaga i sredstava i razradom metoda delovanja koji državu i društvo štite od direktnog ugrožavanja, pri čemu se oslanja na sopstvene materijalno-tehničke i ljudske resurse.

Snaga odbrane, kao ukupna moć koju društvo može da ispolji u pružanju otpora agresoru, definisana je kroz ljudske i materijalne mogućnosti zemlje.

Materijalne mogućnosti ispoljavaju se u sposobnosti zemlje da u celokupnom toku rata obezbedi i podmiri neophodne potrebe borbenih i drugih materijalnih sredstava (MS) u pogledu njihove vrste, kvaliteta i obima za sve vidove odbrambenih aktivnosti i za potrebe stanovništva zemlje.

Postojanje MS samo po sebi nije dovoljno; nužno je da ona budu stavljena na raspolaganje neposrednim korisnicima i to u vremenu kada je to potrebno. Pored toga, za efikasnu odbranu potrebno je omogućiti pokret i manevar, kako jedinica tako i MS. Bez saobraćajnog i transportnog sistema to nije moguće.

Karakteristike sistema odbrane

Opšti odbrambeni cilj zemlje jeste izgradnja pouzdanog, fleksibilnog i celovitog sistema odbrane od svih oblika nevojnih i vojnih pretnji bezbednosti, radi očuvanja slobode, nezavisnosti, suvereniteta i teritorijalnog integriteta, odvođenjem ili suprotstavljanjem silom, u zavisti od oblika ugrožavanja [2].

Shodno svom opredeljenju, državna zajednica Srbija i Crna Gora organizovala je takav sistem odbrane u koji su uključeni svi subjekti društva: građani,

Vojska, državni organi i organizacije, organi i organizacije lokalne samouprave, ustanove i organizacije koje obavljaju javnu službu ili delatnost, preduzeća i druga pravna lica [3].

Svi subjekti svoje obaveze izvršavaju u okviru jedinstvenog državnog sistema, čiji je osnovni i jedini nosilac i koordinator državna zajednica SCG, što se izražava, pre svega, u jedinstvenoj pravnoj regulativi koja je u nadležnosti: Skupštine Srbije i Crne Gore, Vrhovnog saveta odbrane, Saveta ministara i Ministarstva odbrane. Pored toga, državna zajednica SCG je, preko svojih organa i Vojske, nosilac, organizator i koordinator funkcija sistema odbrane u svim njegovim elementima, a to su:

- preduzimanje odbrambenih mera: dovođenje snaga odbrane – Vojske, odnosno društva u stanje gotovosti za izvršavanje zadataka u odbrani zemlje; utvrđivanje stanja ugroženosti odbrane zemlje (stanja neposredne ratne opasnosti, ratnog stanja, vanrednog stanja); izvršenje mobilizacije; preduzimanje mera pripravnosti;

- organizovanje i izvršavanje zadataka snaga odbrane koje se sastoje od ukupnog ljudskog i materijalnog faktora Vojske SCG, snaga ministarstava unutrašnjih poslova Srbije i Crne Gore i civilne zaštite;

- obavljanje svih poslova odbrane; obavljaju ih određeni državni organi (Skupština SCG, Savet ministara, Vrhovni savet odbrane, Ministarstvo odbrane) i nadležni organi Vojske.

Jedinstvo sistema odbrane izražava se u ulozi Vojske SCG koja je glavna oružana sila i nosilac oružane borbe i svih drugih organa oružanog suprotstavljanja neprijatelju.

Uspešno vođenje rata u svim uslovi-
ma agresije osnovni je zadatak sistema
odbrane. On se ostvaruje: jedinstvenim i
efikasnim rukovođenjem i komandova-
njem; potpunom osposobljenošću i pri-
premljenošću snaga odbrane; izborom
oblika suprotstavljanja agresiji i uspe-
šnom vođenju oružane borbe do pobe-
de nad agresorom.

Kao podsistem velikog državnog si-
stema, na sistem odbrane utiču svi drugi
sistemi (ekonomski, politički, pravni i
dr.), na koje mnogobrojne uticaje ispolja-
va međunarodna zajednica.

Karakteristike sistema odbrane SCG
zasnovane su na osnovnim doktrinarnim
načelima koja još uvek nisu u potpunosti
uobličena i zakonski ozvaničena. Sistem
odbrane SCG vrlo je dinamičan, hijerar-
hijski ustrojen, otvoren i izuzetno složen.
On u praksi funkcioniše uz niz poteškoća
normativno-pravne, političke, organiza-
cione i ekonomske prirode.

Globalno, strategijske sisteme od-
brane čine [4]:

- subjekti koji odlučuju o njegovoj
organizaciji i koji rukovode i upravljaju
sistemom (državno i vojno rukovodstvo);
- ciljevi i zadaci koje sistem ostvaruje;
- oružane snage i civilna odbrana;
- prostor i vreme u kojima sistem
funkcioniše;
- doktrina i strategija ponašanja si-
stema;
- delatnosti, aktivnosti i funkcije
koje se odvijaju u sistemu i u njegovom
okruženju.

Sistem odbrane SCG čine njegovi
bitni elementi: odbrambene aktivnosti;
odbrambene mere; snage odbrane; poslo-
vi odbrane; subjekti odbrane. To su bitni
(konstitutivni) elementi sistema odbrane,

jer bez postojanja bilo kojeg od njih si-
stem ne bi funkcionisao kao celovit.

Odbrambene aktivnosti sastoje se od
sledećih oblika suprotstavljanja neprija-
telju (vidova odbrambenih aktivnosti):
oružane borbe; neoružanih oblika borbe i
otpora; bezbednosti i zaštite odbrane; ci-
vilne odbrane i zaštite i službe osmatra-
nja i obaveštavanja.

Odbrambene mere su radnje i po-
stupci koji se preduzimaju sa ciljem da se
snage odbrane i čitavo društvo u celini
dovedu u stanje gotovosti za ostvarivanje
odbrambenih aktivnosti u odbrani ze-
mlje. Reč je o takvim radnjama i postup-
cima kojima se „adekvatno reaguje na
određene opasnosti po zemlju“.

Snage odbrane, u užem smislu, po-
sebno su organizovane i adekvatno opre-
mljene i osposobljene za odbrambene ak-
tivnosti. To su: Vojska SCG, Snage mi-
nistarstava unutrašnjih poslova republika
članica državne zajednice, Bezbednosno-
informativna agencija, civilna zaštita i
služba osmatranja i obaveštavanja.

Poslovi čije je organizovanje i oba-
vljanje usmereno na razvoj i jačanje dru-
štva za odbranu zemlje smatraju se po-
slovima odbrane u najširem smislu. Oni
imaju neposredno odbrambeni značaj, jer
im je osnovna svrha organizovanje i
osposobljavanje snaga odbrane i društva
u celini za odbranu zemlje, i nazivaju se
poslovima odbrane.

Subjekti odbrane su oni koji te po-
slove obavljaju kao svoju redovnu funk-
ciju. Poslovi odbrane organizuju se i vrše
u okviru društveno organizovanih celina
koje su organizovane na političkom, teri-
torijalnom, radnom ili nekom drugom
principu.

Rukovođenje sistemom odbrane je sastavni deo opšteg sistema rukovođenja društvenim poslovima u okviru sistema vlasti na svim nivoima državnog organizovanja. To je redovna funkcija organa koji se bave organizovanjem i pripremanjem funkcionisanja sistema odbrane u celini ili njenih pojedinih delova.

Značaj transportnog sistema za odbranu

Uspešnost odbrane zemlje funkcionalno zavisi od efikasnosti transportnog sistema zemlje, bez kojeg nema brzog aktiviranja svih potencijala za odbranu i obezbeđenja potrebnih transportnih usluga oružanim snagama, privredi i stanovništvu.

Takođe, efikasno funkcionisanje saobraćajnog sistema Vojske od vitalnog je značaja za sve funkcije vojne organizacije u miru i ratu.

Transportni sistem obezbeđuje aktiviranje svih potencijala odbrane i utiče na efikasnost ostalih sistema odbrane. Njegov odbrambeni značaj ogleda se ne samo u tome što predstavlja materijalnu bazu za prevoženje borbenih jedinica i borbenih sistema, već i zbog mesta transportne funkcije u vojnoj logistici. Činjenica je da su savremena transportna sredstva izuzetno značajna za razvoj i upotrebu velikog broja sredstava naoružanja i opreme, bez čijeg udela njihova upotreba nije moguća ili je bitno umanjena.

Zahtevi koje nameće savremeni rat, koji karakteriše izrazita koncentracija velikog broja motornih vozila, manevarska karakteristika borbenih dejstava, izvanredan značaj faktora brzine i vremena u

ratnim operacijama, zavisnost borbenih dejstava od komunikacija i njihova izloženost neprekidnim dejstvima, potreba da se jedinice brzo kreću i premeštaju, potreba za doturom i evakuacijom velikih količina materijalnih sredstava – ističe značaj saobraćaja i dovoljnog transporta. Njihov značaj je još veći ukoliko se u obzir uzmu mogućnosti savremenih borbenih sredstava i sistema i njihova dejstva po elementima saobraćajnog i transportnog sistema koji se ne mogu maskirati i zaštititi.

Sve aktivnosti u periodu pripreme za odbranu, u toku i nakon rata, zasnivaju se na saobraćajnom i transportnom sistemu zemlje. Napad na saobraćajnu infrastrukturu i razaranje njenih sadržaja, na efikasan način neutrališe vojnu i ekonomsku moć protivnika. Zbog toga se saobraćaju i transportu mora posvetiti dužna pažnja na svim nivoima društvene organizovanosti. Oni se moraju neprekidno razvijati i usavršavati sa ciljem da bude dovoljan, neprekidan, brz, uredan, bezbedan, ekonomičan i pouzdan, kako u miru, tako i u ratnim uslovima. Sistem transporta mora se stalno planski razvijati. Elementi razvoja transportnog sistema po dugoročnim, srednjoročnim i godišnjim planovima prikazani su u tabeli [8].

Transport, kao jednu od funkcija logistike, karakterišu složeni organizacioni i tehnološki procesi. Efikasno funkcionisanje transporta od vitalnog je značaja za sve funkcije vojne organizacije u miru i ratu. Jedan od osnovnih ciljeva je da se racionalnim planiranjem, organizacijom i realizacijom transportnog procesa obezbedi realizacija ciljeva i zadataka u svim uslovima, uz minimalan utrošak resursa.

Elementi i ciljevi razvoja transportnog sistema

Elementi razvoja transportnog sistema	Dugoročni ciljevi (DP)	Srednjoročni ciljevi (SP)	Godišnji ciljevi razvoja (GP)
Organizacijsko-mobilizacijski razvoj	Uraditi prognozu potreba VSCG za prevoženjima u miru, MOB periodu i ratu po organizacionim jedinicama i strukturi transporta. Definirati jedinstveni transportni sistem VSCG. Povećati efikasnost mirnodopskog transporta.	Odrediti obim transportnog rada po godinama SP i potrebe preformiranja transportnih jedinica. Podići stručni nivo kadrovske strukture. Utvrditi pravce razvoja dispečerske službe. Osposobiti snabdevačke službe za izvršenje transporta.	Utvrditi obim i stepen neravnomernosti obrta tereta na putnoj mreži po vrstama tereta i nivoima centralizovanog transporta.
Vozni park	Proučiti pravce razvoja tehničkog progressa i industrije transportnih sredstava. Utvrditi kriterijum popune transportnih jedinica.	Odrediti konkretne zadatke razvoja voznog parka po tipovima vozila. Utvrditi potrebu za komercijalnim vozilima posebne namene.	Odrediti kriterijume korišćenja voznog parka. Utvrditi kapacitete vozila u stalnoj i privremenoj eksploataciji.
Sredstva integralnog transporta (IT) i manipulacije	Utvrditi tendencije razvoja sredstava IT i manipulacije i uskladiti sopstveni razvoj. Povećati tehnički nivo procesa manipulacije.	Odrediti potrebna sredstva po strukturi i broju za paletizaciju i kontejnerizaciju. Uskladiti transportno-manipulativne jedinice tereta sa zahtevima IT.	Utvrditi vrste i količine MTS za ukupnjavanje i potreban broj sredstava IT.
Parkovi motornih vozila	Utvrditi potrebu za razvojem infrastrukture u parkovima motornih vozila.	Odrediti potrebe u garažnom prostoru, nadstrešnicama, stajankama, servisnim i kontrolno-propusnim stanicama. Utvrditi kriterijume i tipska rešenja.	Povećati ispravnost transportnih sredstava. Uskladiti osnovno i tehničko održavanje sa izvršenjem transportnih zadataka.
Utovarno-istovarna mesta	Odrediti pravce razvoja strukture i organizacije utovarno-istovarnih i pretovarnih mesta. Utvrditi potrebe izgradnje infrastrukture u dogovoru sa organima društva.	Utvrditi zadatke razvoja, specijalizacije, obima rada i propusne moći utovarno-istovarnih mesta za potrebe VSCG.	Odrediti i uskladiti obrt tereta, kapaciteta mesta i voznih parkova.
Resursi – potrošna sredstva	Sagledati energetske rezerve potrošnih resursa (goriva, maziva, i dr.). Utvrditi strukturu resursa i značajnost za razvoj i cenu koštanja.	Odrediti potrebe u potrošnim resursima. Opremiti i osavremeniti dispečersku službu.	Sniziti cenu transporta.
Naučnoistraživački rad	Utvrditi pravce naučne organizacije rada i upravljanja u transportnom sistemu VSCG.	Odrediti program NIR za organizacijsko-formacijski razvoj i razvoj materijalne baze vojnog transporta.	Utvrditi naučno-istraživačke zadatke razvoja transporta po ratnoj veštini, sredstvima, opremi i ekonomici.

S jedne strane, transport je integralni deo logističke podrške Vojske, a s druge je u funkcionalnom, organizacionom i tehničko-tehnološkom smislu zasnovan na jedinstvenom transportnom sistemu zemlje. Koncipiran je tako da se, pored vlastitih resursa, kojima se obezbeđuje operativna gotovost, oslanja i na transportne organizacije, komunikacije i transportne resurse teritorije, koje se u određenim situacijama uključuju u funkcionisanje vojnog saobraćaja. Nadležni vojni organi moraju pratiti njihovo stanje, razvojem informacionog sistema obezbediti uvid u stanje ovih resursa i razmenu informacija sa sistemima koji su za njih pravno i funkcionalno nadležni. Takođe, vojni transport realizuje se u otvorenom sistemu zemlje, na jedinstvenoj i nedeljivoj mreži saobraćajnica svih vidova i grana saobraćaja, koja je neprekidno dostupna svim zainteresovanim kategorijama korisnika.

Transport u Vojsci, kao podsistem transportnog sistema zemlje, složen je, dinamičan, organizaciono i hijerarhijski uređen, sa jasno definisanim nivoima odlučivanja, sa propisanom funkcionalnom i organizacionom strukturom.

Uticaj transporta na sistem odbrane

Moć sistema odbrane neodvojiva je od tempa ekonomskog razvoja i raspoloživosti proizvodnih faktora (stanovništva, privrednog bogatstva i osnovnih proizvodnih fondova). Upravo je u ekonomskom razvoju sadržan materijalni okvir bezbednosti, i u uslovima ugroženosti bezbednosti zemlje, ekonomski sistem bitno utiče na odbrambenu moć

svojim prilagođavanjem potrebama odbrane [6].

Transport, kao privredna oblast, svoju delatnost vezuje za usluge privredi i stanovništvu. U uslovima eventualnog rata, svi vidovi saobraćaja i transporta imaju značajno mesto u pogledu prevoza ljudi i sredstava.

Struktura transportnih sistema formirana je isključivo prema potrebama mirnodopskog razvoja privrede, a na komparativnim prednostima pojedinih grana transporta može biti u dubokom neskladu sa zahtevima odbrane zemlje. U projektovanju transportnog sistema u miru, uvažavanje zahteva odbrane postaje utoliko potrebnije što, za razliku od ostalih delatnosti (koje mogu promeniti proizvodni program, pa i dislocirati svoje kapacitete), ovaj sistem u ratu uglavnom zadržava postojeće mirnodopske elemente. Ukoliko se u miru izgrađuje kao nedovoljno integrisani sistem, u eventualnom ratu neće biti mogućnosti ni vremena za izmenu tog sistema.

Mirnodopska organizacija i razvoj saobraćaja i transporta mora biti identična ili bliska organizaciji u uslovima vođenja rata. Uz uvažavanje ekonomskih kriterijuma u razvoju pojedinih transportnih grana treba uvažavati i činjenicu da su borbena dejstva u osnovi vezana za komunikacije. Samo razvijene i moderno izgrađene komunikacije omogućavaju manevar savremenom ratnom tehnikom, brze pokrete jedinica i njihovo uredno snabdevanje. Sposobnost koncentracije transportnih ratnih sredstava, neophodnih za izvršenje zadataka brzog prevoza i grupisanja jedinica, direktno zavisi od međusobne komplementarnosti pojedinih grana transporta. Jedan od uslova opstan-

ka transportnih kapaciteta jeste njihova distribuiranost po teritoriji, bez koje bi u savremenom ratu došlo do njihovog masovnog uništavanja. Poremećaji u transportu mogu biti umanjeni izgradnjom zaobilaznih puteva i sporednih železničkih pruga radi povezivanja svih delova zemlje, odnosno ratišta.

Sa stanovišta rata, tehnološko jedinstvo sredstava i opreme u oblasti transporta izuzetno je značajno. Posebno se ističe struktura i kvalitet raspoloživih postrojenja, sredstava i opreme i njihovo funkcionisanje. Prioritet u strategijskom razvoju trebalo bi da imaju oni programi u kojima se korišćenjem domaće tehnologije uvode savremena vučna sredstva i vozila. Neodložnost pomenutog procesa izraz je postojeće strukture transportnih sredstava i opreme koja u svim granama transporta zaostaje za potrebama. U suprotnom, moglo bi se dogoditi da znatni transportni kapaciteti budu izbačeni iz upotrebe, što se bitno odražava na odbrambenu sposobnost zemlje.

U procesu priprema i sprovođenja mera za funkcionisanje jedinstvenog transportnog sistema zemlje u odbrani postoje nedostaci koji se, uglavnom, odnose na regulativu kojom na jasan način treba da se utvrde nadležnosti, ovlašćenja i sadržaj potreba po nivoima, horizontalnoj i vertikalnoj organizaciji strukture transportnog sistema zemlje. Takođe, transportni sistem nema jedinstven informacioni sistem (ni po podsistemima), što ga čini neefikasnim i neoperativnim, posebno kada se postave zahtevi za masovna prevoženja, brzi manevar i pokrete.

Zakonom o odbrani regulisano je da se pri izradi prostornog i urbanističkih

planova, nosioci poslova i investitori pridržavaju posebnih uslova i zahteva pri izboru, izgradnji i razvoju transportnog sistema, i da ga usklade sa potrebama odbrane zemlje.

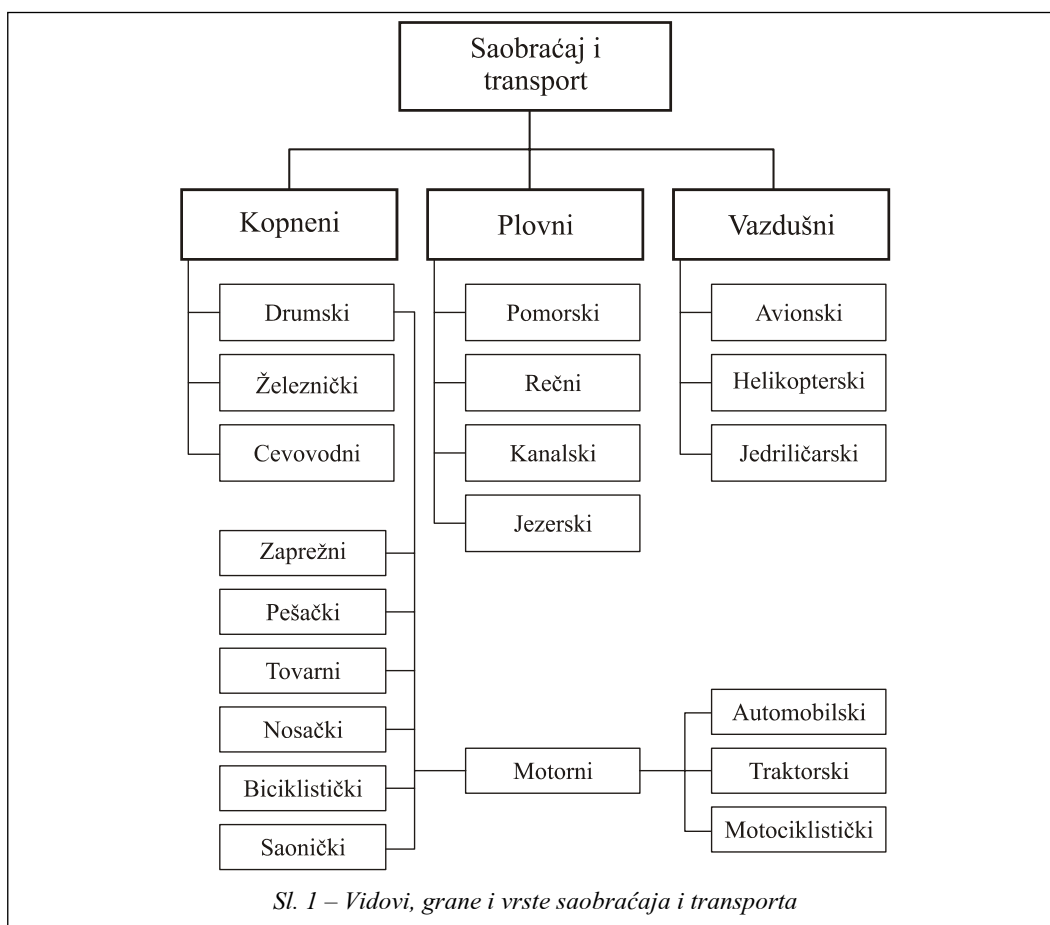
S obzirom na to da se sistem odbrane zemlje oslanja na sve vidove i grane transportnog sistema, oni treba da budu žilavi, otporni, elastični i prilagodljivi, neprekidni i sposobni da u svakoj situaciji obezbede osnovne potrebe svih komponenti odbrane.

Da bi se ostvarili zahtevi, transportni sistem mora još u miru da obezbedi odgovarajuće pripreme koje moraju da postanu redovne aktivnosti njegovog mirnodopskog funkcionisanja. U uslovima eventualnog rata, svi vidovi saobraćaja imaju značajno mesto u pogledu prevoza ljudi i sredstava.

Vidovi, grane i vrste saobraćaja i transporta prikazani su na slici 1.

Putni transport, zbog svojih opštih osobina i mogućnosti prilagođavanja ratnim uslovima, dobija dominantnu ulogu. Prednosti nad drugim granama transporta izražene su postojanjem putne mreže i infrastrukture na celoj teritoriji, a pruža se mogućnost izbora transportnih sredstava, čime ona postaju upotrebljiva u svakoj zemljišnoj, atmosferskoj, vremenskoj i operativno-taktičkoj situaciji.

Putni transport može se odvijati na putevima svih kategorija, na nekategorisanim putevima, pa i van puteva, što omogućava izvršavanje svih zadataka. Odlikuje se elastičnošću, brzinom i skoro potpunom nezavisnošću od drugih grana transporta. Manje je osetljiv i relativno lako i brzo mogu se otkloniti posledice dejstva neprijatelja.



Nedostaci putnog transporta su: zavisnost od atmosferskih uslova, doba dana i godine i nepodesnost za masovno prevoženje teških tereta.

Sa početkom rata, a još više u toku borbenih dejstava, može se očekivati da će doći do presecanja železničkih pruga i dužeg ili kraćeg prekida ove grane transporta. U tom slučaju putni transport, kao veoma prilagodljiv potrebama korisnika, moraće da preuzme i deo tereta planiranog za prevoženje železnicom, što ističe i potrebu blagovremenog razvoja putnog saobraćaja i transporta. Struktura komunikacione mreže, formirane isključivo

prema potrebama mirnodopskog razvoja privrede, može biti u neskladu sa zahtevima eventualnog rata [7].

Pri projektovanju ukupne infrastrukture u miru, uvažavanje zahteva jačanja odbrambene sposobnosti postaje utoliko potrebnije, za razliku od ostalih delatnosti, zato što transportni sistem zadržava sve elemente mirnodopskog stanja i trpi neznatne promene.

Nedovoljnu elastičnost prilagođavanja u ratu transportni sistem pokazuje i u pogledu uspostavljanja tehnološkog jedinstva. Ukoliko celokupan vozni park nije usklađen sa karakteristikama železničkih

pruga na celoj mreži železnice nema ni govora o uspostavljanju jedinstva transporta u eventualnom ratu. U suštini, sistem koji se u miru potvrđuje kao neefikasan i društveno neracionalan ne može pretendovati na veću organizovanost i osposobljenost za funkcionisanje u ratnim uslovima.

Komplementarnost i homogenost putne mreže obezbeđuje se razvojem magistralne mreže puteva, kao „kičme“ saobraćajnog sistema, ali i dodatnih kapaciteta regionalnog saobraćaja, prvenstveno u brdsko-planinskim područjima, jer se bez njih ne može ostvarivati povezivanje svih delova teritorije. Istovremeno, mora se obezbediti i njihovo povezivanje sa sistemima evropskih putnih pravaca. Jedna od pretpostavki jedinstva transportnog sistema jeste tehnička opremljenost i tehnološko jedinstvo sistema.

Savremena sredstva i oprema, uz modernizovanu mrežu puteva, uslov su najšireg angažovanja stanovništva i materijalnih dobara u odbrani zemlje. Raspoloživa sredstva i oprema zasnovani su na inostranim tehnologijama, neselektivno su uvoženi, tako da je danas u upotrebi veliki broj tipova raznih vrsta sredstava i opreme, što može imati negativne posledice. Sa stanovišta rata, stanje tehnološkog razvoja u oblasti transporta izuzetno je značajno. U tom smislu, potrebna je izgradnja savremenog sistema za manipulisanje teretima. Reč je o potrebi razvoja različitih vrsta sredstava koja se zaokružuju u jedinstven sistem integralnog transporta, čime transportni sistem postaje znatno racionalniji, a povećava se i njegova ekonomska efikasnost. Racionalnost je bitna karakteristika transportnog procesa u ratu, posebno kada se zna da je prenošenje težišta i izvršenje mane-

vra u borbenim dejstvima u uskoj vezi i sa sposobnostima transportnog sistema Vojske, da prevoženjima neophodnih energenata rata prati borbena dejstva.

Transportni sistem Vojske, iako autonoman, treba razvijati u miru u skladu sa razvojem jedinstvenog transportnog sistema zemlje, sa specifičnom transportnom organizacijom koju zahtevaju potrebe Vojske. Ukoliko bi se, pri projektovanju transportnog sistema, potpunije uvažavali zahtevi prevoza u eventualnom ratu, mogla bi se, u znatnoj meri, isključiti potreba za paralelnim razvojem odgovarajućeg sistema u Vojsci.

U pogledu razvoja domaće tehnologije, prioritet bi trebalo da imaju oni programi kojima se uvode savremena vučna sredstva i vozila, radi obezbeđenja međusobne zamenljivosti agregata i istovrsnih delova, sprovođenjem tipizacije i unifikacije.

Nove transportne tehnologije sve više uslovljavaju specijalizaciju transportnih sredstava i opreme, pa je pri planiranju njihove nabavke neophodno sagledati organizaciju transporta u svim njegovim elementima, pri čemu su od posebnog značaja integralni sistemi (paletni, kontejnerski, Ro-Ro, hucke-rack i drugi transportni sistemi). Prelazak na nove sisteme prevoza karakteristika je sadašnjeg vremena u čemu se u našoj zemlji zaostaje. I u svim drugim granama transporta treba obezbediti upotrebu savremene tehnologije koja će se uklopiti u postojeće standarde i obezbediti konkurentnost u pomorskom, rečnom, vazдушnom, železničkom i putnom transportu, kako u putničkom, tako i u transportu roba.

U odbrani zemlje transport, kao funkcija logističke podrške, ima poseban

značaj. Sistem saobraćajne podrške (SbP) predstavlja faktor povezivanja i aktiviranja svih komponenti odbrane, omogućava im da dođu do punog izražaja i izvrše svoje zadatke u ratu.

Transport u miru predstavlja faktor materijalne proizvodnje sa osnovnim ciljem da omogući odvijanje procesa društvene reprodukcije u svim oblastima. U ratu tu funkciju zadržava, ali kao jedan od bitnih faktora odbrane svoje funkcije prvenstveno podređuje zadacima vođenja rata i obezbeđenja efikasnog sistema odbrane zemlje. Transport treba da zadovolji niz potreba, kao što su prevoženja u privredi, društvenim službama i snabdevanju stanovništva, i tako se omogući život u ratu. Istovremeno, treba omogućiti Vojsci i drugim snagama odbrane sve potrebe za prevoženjima, a to su specifični i veoma složeni zadaci koje transportni sistem zemlje u miru ne izvršava u tom obimu.

Funkcije sistema saobraćajne podrške prikazane su na slici 2 [8].

Kada zemlja prelazi na ratno stanje, povećani su zahtevi svih struktura društva, pa i Vojske. Brojni i složeni pokreti jedinica, raseljavanje ratnih materijalnih rezervi i disperzija materijalnih sredstava, masovnost dotura i evakuacije i veliki broj raznovrsnih transportnih zadataka moći će da se izvrši, pre svega, preko jedinstvenog transportnog sistema zemlje. Pri tome se nameće problem kako uskladiti odnose i naći optimalno rešenje u tom jedinstvenom sistemu između nastalih potreba i mogućnosti sistema. Neophodno je formirati adekvatne organe za koordinaciju i usaglašavanje odnosa na raznim nivoima odlučivanja radi rešavanja složenih i brojnih problema.

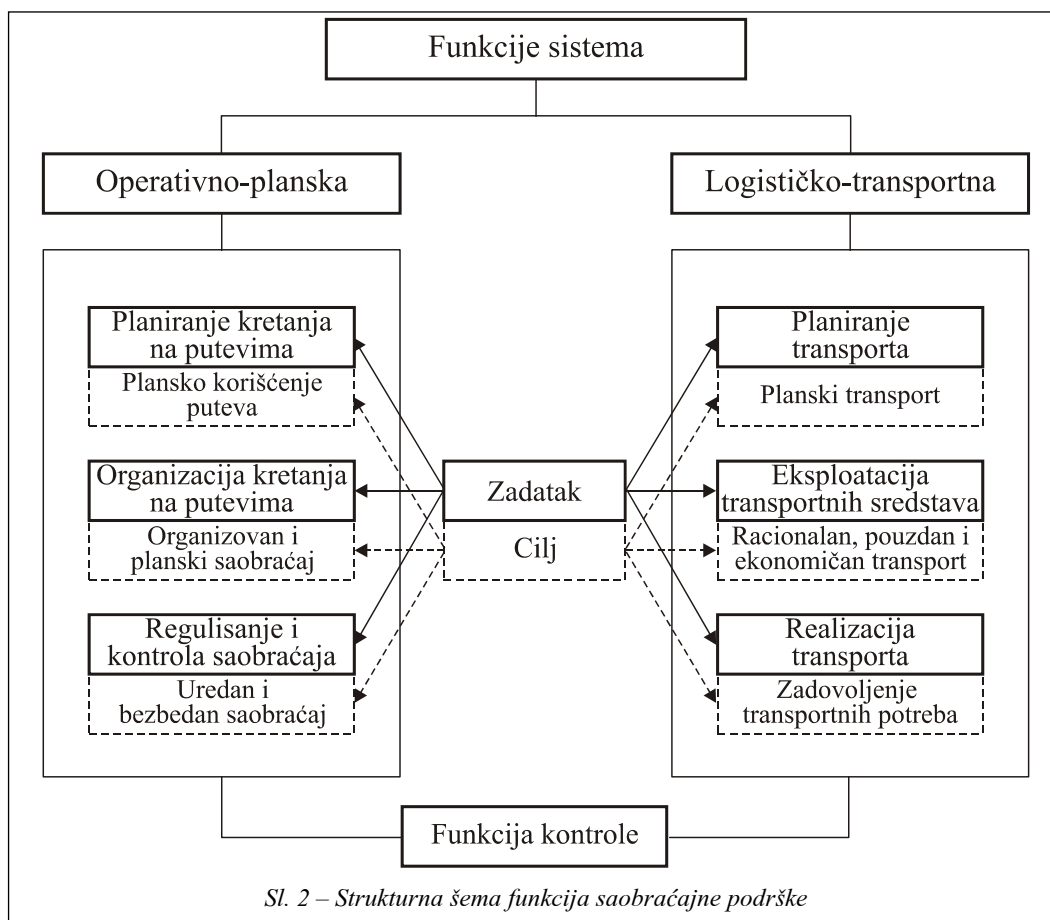
Neke karakteristike savremenih ratova mogu se prepoznati i u događanjima u poslednjoj dekadi XX veka na prostorima SFRJ, a posebno u agresiji NATO-a na SR Jugoslaviju. Korišćenjem najnovijih tehnologija proizveden je čitav spektar novih borbenih sistema i ubojnih sredstava koji imaju veliki uticaj na fizionomiju savremenog rata.

Logistika Vojske poseban je sistem kroz koji se usklađuju odnosi, organizacija i angažovanje logističkih službi, i tako ostvaruje logistička podrška komandi, jedinica i ustanova. Logistička podrška predstavlja operacionalizaciju opštih postavki teorije i prakse logistike u organizaciji Vojske, radi materijalne, zdravstvene i infrastrukturne podrške.

Transport, kao jednu od funkcija logistike, karakterišu složeni organizacioni i tehnološki procesi. Realizuju se u vrlo kompleksnim uslovima (interakcije vlastitih elemenata i okruženja), uz utrošak resursa (radnih, materijalnih, energetskih, vremenskih i informacionih).

Efikasno funkcionisanje transporta od vitalnog je značaja za sve funkcije logistike u miru i ratu. Kroz iznalaženje novih rešenja organizacionih formi i neprekidno usaglašavanje potreba sa mogućnostima, neophodno je uspostaviti takav dinamički sistem koji će očuvati resurse i potencijale i obezbediti neprekidnost transporta. Transport će biti efikasan primenom načela jedinstvenog logističkog pristupa integracije funkcija logističkih službi prema jedinstvenim ciljevima.

Savremeni rat pred sistem Vojske postavlja niz veoma složenih problema. Povećani su zahtevi za masovnim pokretima jedinica i transportom na ograniče-



noj putnoj mreži u ograničenom vremenu što se direktno odražava na odbrambenu moć i uspeh tokom izvođenja operacija.

Prema našoj koncepciji odbrane zemlje, posebno se ističe značaj transporta u početnom periodu rata, jer od njegove sposobnosti da izvrši sve zadatke u periodu pripreme i izvođenja mobilizacije direktno zavisi prelazak zemlje na ratno stanje i blagovremeni operativni razvoj jedinica Vojske. To je period u kojem se od transportnog sistema zemlje, a time i od saobraćajne službe Vojske, traži najveći stepen organizovanosti na svim komandnim nivoima. Ta organizacija se u

miru mora postaviti i pripremiti tako da bez većih problema i uz što manje promene nastavi funkcionisanje u ratu.

Koncepcija razvoja transportnog sistema zemlje postavljena je, pre svega, radi opštih i privrednih potreba u miru, ali i sa naglašenom potrebom da takav sistem ostane i u ratu. Značajno je istaći da se u ratnim pripremama mora posvetiti pažnja svim granama transporta, prema njihovoj ulozi i mogućnostima u ratu. To nameće potrebu za stalnim jačanjem materijalno-tehničke baze, usavršavanjem organizacijsko-kadrovske strukture i njenog prilagođavanja zahtevima ratne organizacije.

Ratne pripreme transporta imaju i materijalno-tehničku komponentu, sprovode se u celokupnom sistemu i na čitavoj teritoriji. Organizacija i pripreme vrše se na osnovu procena kojima se utvrđuju karakter i obim rada svih komponenti odbrane, a na planu saobraćajne podrške stvara se integracija Vojske i teritorije. Radi toga su definisani prava i obaveze državnih organa, privrednih subjekata i Vojske u vezi s pripremom za rat.

Zaključak

Odbrana državne zajednice Srbija i Crna Gora je potreba društva i uslov njegove egzistencije i razvoja, a kao takva ona mora biti i efikasna. Suština odbrane je organizovanje, pripremanje i učešće ljudskih i materijalnih potencijala zemlje u upornom suprotstavljanju neprijatelju od samog početka agresije do konačnog otklanjanja ili prestanka opasnosti za zemlju.

Vojska SCG se razvija na način koji optimalno odgovara potrebama i realnim mogućnostima zemlje, principima međunarodnog prava koji regulišu upotrebu sile i zahtevima koje ističe fizionomija savremenog rata i drugi oblici ugrožavanja bezbednosti. Sistematsko i kontinuirano organizovanje i pripremanje zemlje za odbranu, uz angažovanje svih njenih resursa i potencijala, mora se zasnivati na usklađenim rešenjima i predstavlja kompleksan sistem.

Sistem odbrane zemlje, u uslovima neposredne ratne opasnosti i rata, pred

transportni sistem i njegove podsisteme postavlja sve složenije i teže zadatke, što zahteva povećanje efikasnosti njegovog funkcionisanja. Ispunjenje zahteva u skladu sa osnovnim ciljevima za efikasno funkcionisanje transportnog sistema treba da bude stalan proces i predmet interesovanja odgovarajućih institucija i organa.

Nema razvoja transportnog sistema bez razvoja njegove infrastrukture. Specifične i ograničene mogućnosti svakog vida transporta, nemogućnost razvoja novih grana na celokupnom prostoru zemlje, odnosno ratištu, zahtevaju, naročito u širem, a takođe u najužim razmerama, kombinovanje više grana transporta za realizaciju pojedinih prevoženja i drugih zadataka važnih za odbranu zemlje.

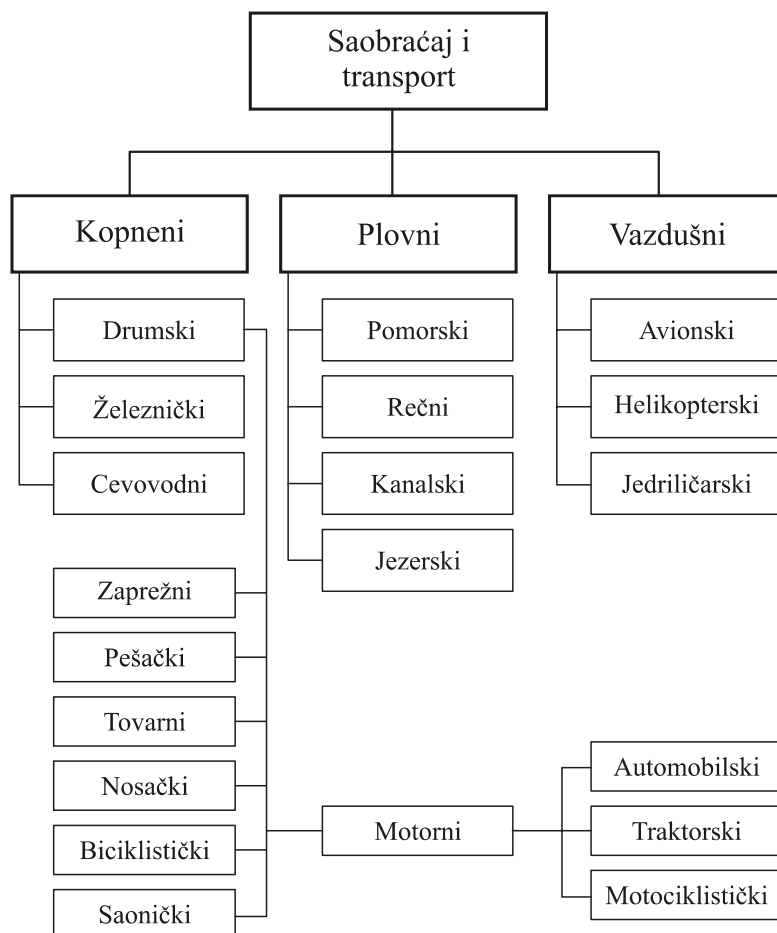
Značaj, složenost i izuzetna razudnost funkcije transporta u Vojsci nameće potrebu za usavršavanjem postojećih i iznalaženjem novih rešenja, njihovih organizacionih formi i pristupa sa aspekta usaglašavanja potreba i mogućnosti, uz primenu teorijskih i iskustvenih saznanja.

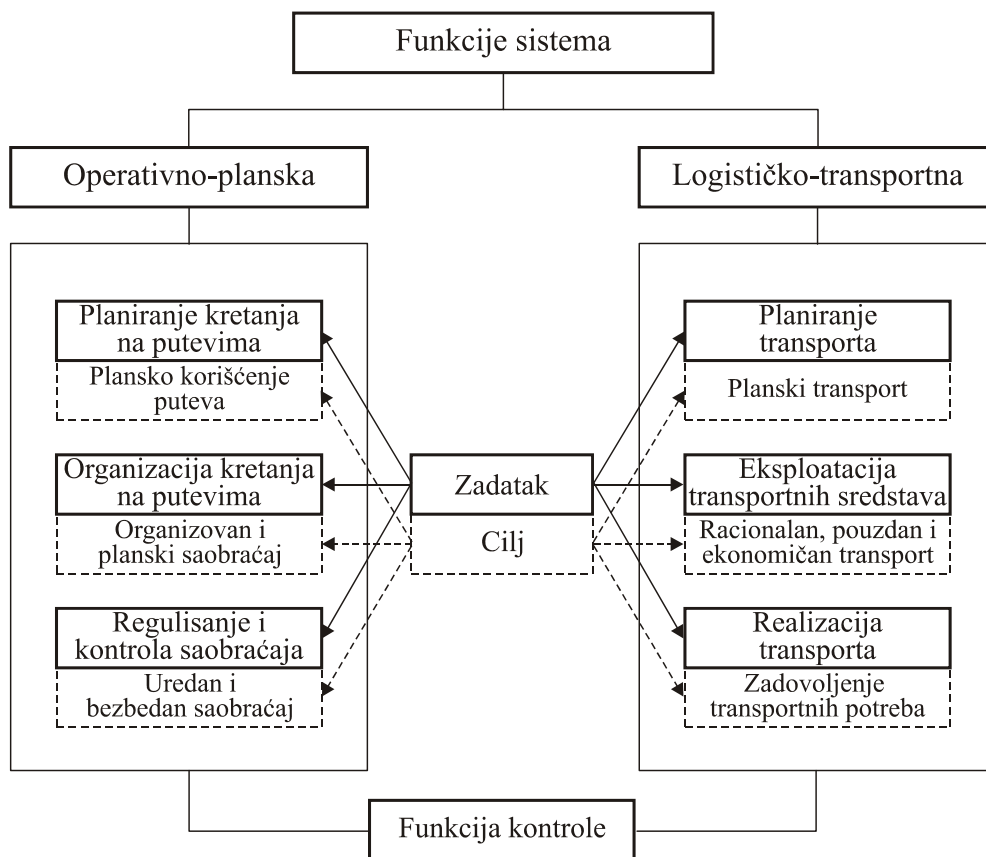
Literatura:

- [1] Ustavna povelja državne zajednice Srbija i Crna Gora, Službeni list SCG, br. 1/2003, čl. 54, 55 i 56.
- [2] Strategija oružane borbe, privremeni materijal, CVŠ VJ, Beograd 1998.
- [3] Ustav Republike Srbije, Službeni glasnik RS br. 1/1990.
- [4] Stišović, M.: Savremeni strategijski sistemi i problemi odbrane malih zemalja, Beograd, 1996.
- [5] Zakon o odbrani (Službeni list SRJ, br. 43/94, 11/95).
- [6] Petrović, N.: Privrednosistemske pripreme zemlje za eventualni rat, Poslovna politika, Beograd, 1991.
- [7] Jovanović, R.: Transportni sistem VJ u funkciji odbrane SRJ, stručni rad, ŠNO, Beograd 2001.
- [8] Jeumović, G.: Organizacija sistema saobraćaja i transporta u VJ, seminarski rad, VA, Beograd, 2001.

Elementi i ciljevi razvoja transportnog sistema

Elementi razvoja transportnog sistema	Dugoročni ciljevi (DP)	Srednjoročni ciljevi (SP)	Godišnji ciljevi razvoja (GP)
Organizacijsko-mobilizacijski razvoj	Uraditi prognozu potreba VSCG za prevoženjima u miru, MOB periodu i ratu po organizacionim jedinicama i strukturi transporta. Definirati jedinstveni transportni sistem VSCG. Povećati efikasnost mirnodopskog transporta.	Odrediti obim transportnog rada po godinama SP i potrebe preformiranja transportnih jedinica. Podići stručni nivo kadrovske strukture. Utvrditi pravce razvoja dispečerske službe. Osposobiti snabdevačke službe za izvršenje transporta.	Utvrditi obim i stepen neravnomernosti obrta tereta na putnoj mreži po vrstama tereta i nivoima centralizovanog transporta.
Vozni park	Proučiti pravce razvoja tehničkog progressa i industrije transportnih sredstava. Utvrditi kriterijum popune transportnih jedinica.	Odrediti konkretne zadatke razvoja voznog parka po tipovima vozila. Utvrditi potrebu za komercijalnim vozilima posebne namene.	Odrediti kriterijume korišćenja voznog parka. Utvrditi kapacitet vozila u stalnoj i privremenoj eksploataciji.
Sredstva integralnog transporta (IT) i manipulacije	Utvrditi tendencije razvoja sredstava IT i manipulacije i uskladiti sopstveni razvoj. Povećati tehnički nivo procesa manipulacije.	Odrediti potrebna sredstva po strukturi i broju za paletizaciju i kontejnerizaciju. Uskladiti transportno-manipulativne jedinice tereta sa zahtevima IT.	Utvrditi vrste i količine MTS za ukupnjavanje i potreban broj sredstava IT.
Parkovi motornih vozila	Utvrditi potrebu za razvoj infrastrukture u parkovima motornih vozila	Odrediti potrebe u garažnom prostoru, nadstrešnicama, stajankama, servisima i kontrolno-propusnim stanicama. Utvrditi kriterijume i tipska rešenja.	Povećati ispravnost transportnih sredstava. Uskladiti osnovno i tehničko održavanje sa izvršenjem transportnih zadataka.
Utovarno-istovarna mesta	Odrediti pravce razvoja strukture i organizacije utovarno-istovarnih i pretovarnih mesta. Utvrditi potrebe izgradnje infrastrukture u dogovoru sa organima društva.	Utvrditi zadatke razvoja, specijalizacije, obima rada i propusne moći utovarno-istovarnih mesta za potrebe VSCG.	Odrediti i uskladiti obrt tereta, kapaciteta mesta i voznih parkova.
Resursi – potrošna sredstva	Sagledati energetske rezerve potrošnih resursa (goriva, maziva, i dr.). Utvrditi strukturu resursa i značajnost za razvoj i cenu koštanja.	Odrediti potrebe u potrošnim resursima. Opremiti i osavremeniti dispečersku službu.	Sniziti cenu transporta.
Naučno-istraživački rad	Utvrditi pravce naučne organizacije rada i upravljanja u transportnom sistemu VSCG.	Odrediti program NIR za organizacijsko-formacijski razvojni razvoj materijalne baze vojnog transporta.	Utvrditi naučno-istraživačke zadatke razvoja transporta po ratnoj veštini, sredstvima, opremi i ekonomici.





Dobrivoje Vulićević,
poručnik, dipl. inž.
Vojna akademija – Odsek logistike,
Beograd
Žarko Aćimović,
dipl. inž.
ASW Inženjering d.o.o.
Beograd
mr Dušan Bobić,
pukovnik, dipl. inž.
Vojna akademija – Odsek logistike,
Beograd

SOFTVERSKO REŠENJE ZA IZRADU RASPOREDA ČASOVA U VISOKOŠKOLSKIM USTANOVAMA

UDC: 004.4 : 371.214.27 : 378

Rezime:

Izrada rasporeda časova u visokoškolskim ustanovama vrlo je složen i obiman proces. U radu je predstavljen informacioni sistem za automatizaciju planiranja rasporeda časova. Softver omogućava unos i čuvanje svih relevantnih podataka o predmetima (nastavnim planovima i programima), nastavnicima (pripadajućim katedrama), specijalnostima, nastavnim grupama, brojnim stanjem grupa, prostorijama (učionice, laboratorije) i brzu izradu zahtevanih izveštaja rasporeda časova (klasičan, po danima, po predmetima, itd.). Softversko rešenje obuhvata bazu podataka projektovanu na platformi Microsoft SQL Server 2000 i korisnički interfejs projektovan alatom Microsoft Access 2000.

Ključne reči: raspored časova, informacioni sistem, softver.

SOFTWARE SOLUTION FOR PLANNING TIMETABLES IN THE HIGH EDUCATIONAL INSTITUTIONS

Summary:

Planning timetables in high educational institutions is very complex and tiresome process. This paper presents information system for automatization of planning timetables. Software provides input and saving of all relevant data concerning subjects, teachers, specialties, student groups, facilities (classrooms, laboratories) and quick presentation of different report types about timetables. The software solution involves database designed on Microsoft SQL Server 2000 platform and user interface coded using Microsoft Access 2000.

Key words: timetable, information system, software.

Uvod

Jedan od bitnih zadataka koje realizuje nastavno odeljenje visokoškolske ustanove je semestralno planiranje, izrada i praćenje realizacije rasporeda časova. Organizaciona struktura svakog fakulteta veoma je složena. Struktura vojne visokoškolske ustanove, kao što je Odsek logistike Vojne akademije, predstavlja skup fakulteta različitih usmerenja, kao što su: mašinsko usmerenje, elektro usmerenje, informatika, ekonomske nauke, saobraćaj i druga. U takvim ustanovama školuje se

veliki broj smerova i specijalnosti. Školovanje traje pet godina, a da bi student uspešno završio školovanje, treba da položi prosečno 52 ispita. Semestralno, za jednu nastavnu grupu, planira se od sedam do devet predmeta. Nastavu realizuje, pored stalnih nastavnika, i veliki broj spoljnih saradnika sa Beogradskog univerziteta, iz Ministarstva odbrane i jedinica Vojске Srbije i Crne Gore.

Pojedine predmete sluša više nastavnih grupa istovremeno, što utiče na izbor odgovarajuće prostorije potrebnog kapaciteta. Prema Nastavnom planu i programu

ukupan broj predmeta premašuje 500 (za ukupno vreme školovanja), tako da se za jedan semestar planira u proseku više od 100 različitih predmeta. Raspored časova obuhvata termine realizacije predmeta, nastavnu grupu (smer, godinu školovanja odnosno klasu i specijalnost), predmet, nastavnika, prostoriju za realizaciju nastave i brojno stanje slušalaca.

Nastavni proces organizuje se za više od 20 specijalnosti, razvrstanih u više od 50 nastavnih grupa. To znači da se istovremeno realizuje više od 20 nastavnih planova i programa. Maksimalno se teži grupisanju nastave srodnih specijalnosti na realizaciji određenog predmeta. To znači da je u jednom semestru potrebno planirati oko 50 različitih rasporeda.

Jasno je da je planiranje i izrada rasporeda časova veoma složen i dugotrajan proces. Uočeno je da je jedan od glavnih faktora koji negativno utiču na vremenski aspekt realizacije planiranja i izrade rasporeda časova nepostojanje kvalitetnog rešenja za informatičku podršku tom procesu. Dosadašnje rešenje zasnivalo se na izradi rasporeda časova popunjavanjem obrazaca izrađenih u alatu Microsoft Word. Ovakav pristup imao je niz nedostataka:

- izuzetno teško generisanje odgovarajućih izveštaja,
- veliko angažovanje učesnika u realizaciji ovog zadatka,
- nemogućnost automatske validacije unetih podataka,
- velika mogućnost nastanka greške.

U radu je predstavljeno softversko rešenje za planiranje i izradu rasporeda časova koje omogućuje, nakon unosa relevantnih podataka, lako i brzo kreiranje izveštaja prema korisnicima, praćenje re-

alizacije nastave, ažuriranje podataka i automatsku proveru podataka otkrivanjem eventualnih grešaka nastalih u planiranju.

Analiza problema

Pored navedenih problema u izradi rasporeda časova značajnu poteškoću predstavljale su i naknadne izmene rasporeda, kao posledica dodatnih zahteva učesnika u realizaciji nastave. Dosadašnji način rada zahtevao je prekrajanje i ponovno usklađivanje termina (vodeći računa da ne dođe do preklapanja, odnosno istovremeno planiranja dva predmeta u istoj prostoriji ili istovremeno planiranje jednog nastavnika u različitim grupama, itd.), kao i višednevni rad referenata u nastavnom odeljenju. Rešenje problema planiranja rasporeda časova nije nađeno ni u okviru Beogradskog univerziteta. Pošto se svi navedeni problemi nisu mogli uspešno rešiti modifikovanjem postojećeg rešenja, odlučeno je da se pristupi projektovanju informacionog sistema, koji će omogućiti izradu rasporeda časova angažovanjem jednog referenta, tako što će se automatizovati sledeći procesi:

- unošenje podataka o predmetima po smerovima i specijalnostima (NPP), uz maksimalno smanjenje mogućnosti nastanka greške kao posledice ljudskog faktora;
- unošenje podataka o smerovima, nastavnim grupama, specijalnostima, brojnom stanju, prostorijama i dr.;
- unošenje podataka u raspored časova o predmetima (predavanja, vežbe), nastavnicima i učionicama po danima realizacije;

– izrada, ažuriranje i štampanje svih potrebnih izveštaja rasporeda (za smer, nastavnu grupu, po danima, itd.);

– kreiranje polazne osnove rasporeda za naredni semestar (zimski ili letnji), na osnovu podataka iz prethodnog;

– automatska provera ispravnosti unetih podataka (o preklapanju prostori-ja, nastavnika i dr.).

Proces planiranja i izrade rasporeda časova realizuje se kroz nekoliko faza. Prvu fazu čini usaglašavanje termina nastave zajedničkih predmeta za više različitih nastavnih grupa. Drugu fazu predstavlja koordinacija nastave za predmete koje sluša samo jedna nastavna grupa. U trećoj fazi vrši se objedinjavanje svih predmeta za predstojeći semestar i vrši provera podataka. Izrađeni raspored časova distribuira se svim nastavnim grupama čiji studenti slušaju nastavu u predstojećem semestru i svim organizacionim jedinicama čiji nastavnici treba da realizuju nastavu.

Informacioni sistem treba da radi u mrežnom okruženju i da podržava više različitih nivoa prava pristupa podacima.

Imajući u vidu i buduće korisnike informacionog sistema, definisana su četiri nivoa prava pristupa. Prvi nivo pristupa predstavlja administrator sistema koji ima neograničen pristup svim podacima uz mogućnost unosa, pregledanja, ažuriranja i brisanja. Drugi nivo predstavlja lica iz organa za planiranje koja učestvuju u izradi rasporeda časova. Oni mogu da unose izmene, ažuriraju i pregledaju podatke, kao i da izrađuju sve potrebne izveštaje. Brisanje podataka dozvoljeno je uz posebnu šifru. Treći nivo su rukovodioci nastavnih grupa koji imaju ista

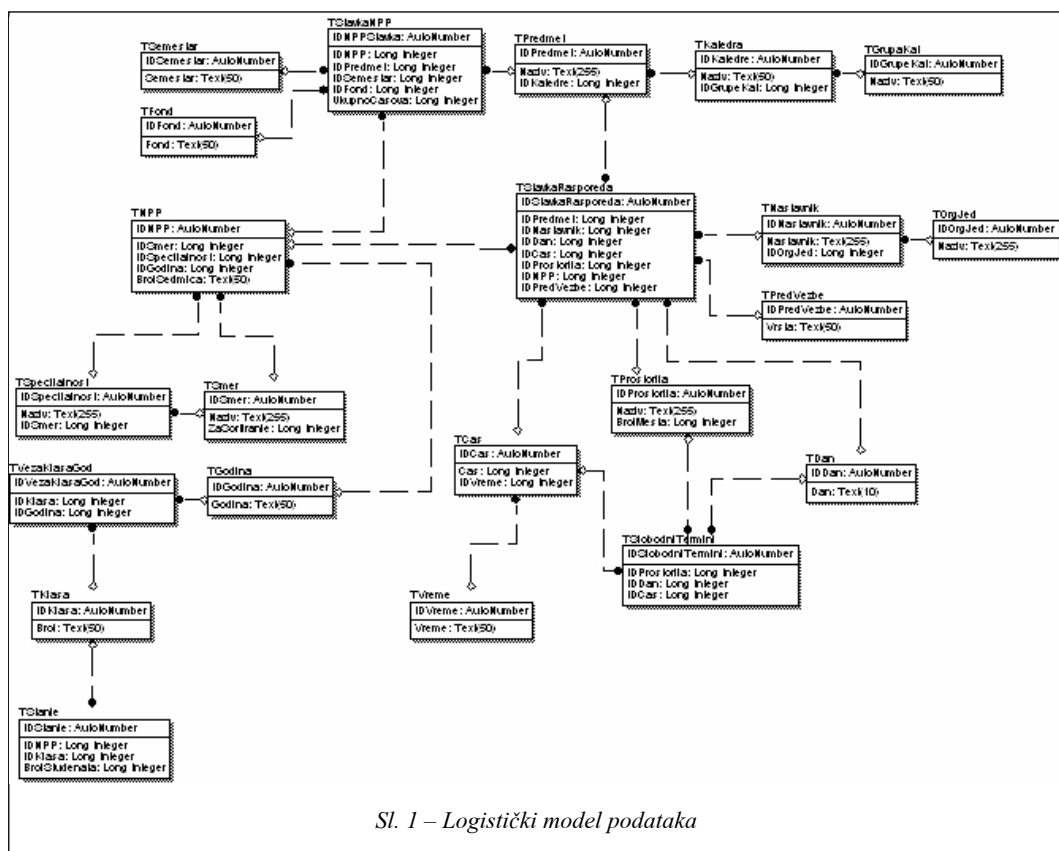
prava kao i lica iz organa za planiranje, ali samo nad podacima vezanim za svoju nastavnu grupu. Četvrti nivo čine nastavnici i studenti koji imaju pravo pristupa isključivo radi uvida u planirane termine nastave, bez mogućnosti bilo kakvih izmena.

Nakon definisanja prava pristupa pristupilo se izradi modela podataka. U ovoj fazi trebalo je obratiti naročitu pažnju na univerzalnost modela i mogućnosti njegovog proširenja. Informacioni sistem za planiranje rasporeda časova automatizuje samo deo poslova nastavnog organa.

Model podataka i predložena arhitektura sistema

Za izradu modela podataka korišćen je CASE alat ERwin zbog svoje rasprostranjenosti i mogućnosti automatskog generisanja baze podataka iz projektovanog modela. Logički model podataka prikazan je na slici 1.

Model podataka izrađen je tako da omogućava maksimalnu efikasnost pri generisanju svih potrebnih izveštaja vezanih za raspored časova. Naročito je trebalo obratiti pažnju na univerzalnost modela, kako bi se informacioni sistem koji se razvija mogao lako primeniti u različitim obrazovnim ustanovama koje imaju potrebu za rasporedom časova. U prilog tome govori i činjenica da je uz minimalne izmene generisanih izveštaja i nijednu izmenu modela, aplikacija prilagođena Srednjoj zanatskoj školi u Beogradu, koja, poput Odseka logistike Vojne akademije, ima veći broj obrazovnih profila.



Ključna tabela u modelu je tabela *StavkaRasporeda* koja sadrži sve relevantne podatke bitne za jedan čas (predmet koji se sluša, obrazovni profil koji ga sluša, nastavnik koji predaje, termin i prostorija). Svi ovi atributi se kao strani ključevi prenose iz ostalih tabela, takozvanih šifarnika. Na ovaj način obezbeđeno je da se generisanje jednog termina za predavanje vrši samo izborom željenih podataka iz liste ponuđenih, čime je maksimalno smanjena mogućnost nastanka greške usled pogrešnog unosa.

Problem koji se javio pri izradi modela podataka jesu višestruke međusobne zavisnosti koje postoje između nastavnih grupa različitih smerova, godina školova-

nja i specijalnosti. Nakon detaljne analize zahteva budućih korisnika informacionog sistema i tendencija razvoja školstva, usvojena je organizacija modela podataka prikazana na slici 1. Pojedini smerovi ne moraju imati na školovanju sve postojeće specijalnosti, a neki, u zavisnosti od svoje organizacijsko-formacijske strukture, ne moraju imati ni čitavu godinu školovanja (klasu studenata).

Tabele *Katedra* i *OrgJed* uvedene su da bi se omogućilo grupisanje nastavnika koji izvode nastavu u dve grupe:

- nastavnici iz katedri visokoškolske ustanove koja je nosilac realizacije Nastavnog plana i programa,

– spoljni saradnici koji se angažuju preko drugih visokoškolskih ustanova (fakulteta Beogradskog univerziteta, Ministarstva odbrane ili iz jedinica Vojske Srbije i Crne Gore).

Na ovaj način omogućeno je lako i selektivno generisanje izveštaja o nastavnim obavezama u predstojećem semestru i njihovo blagovremeno dostavljanje svakoj pojedinačnoj organizacionoj jedinici čiji nastavnici realizuju nastavu.

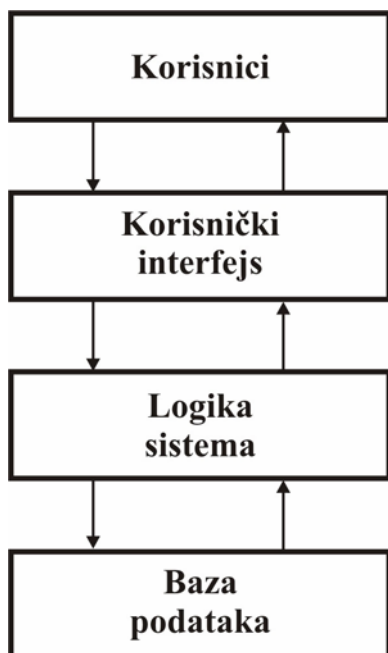
Za implementaciju informatičkog rešenja izabrana je troslojna arhitektura sistema, prikazana na slici 2.

Nakon izrade modela podataka pristupilo se generisanju baze podataka u kojoj će se pohranjivati svi budući podaci. Kao sistem za upravljanje bazom podataka (server baze podataka) izabran je Microsoft SQL Server 2000. Razlozi za ovakav izbor bili su

višestruki. SQL Server je alat koji je najrasprostranjeniji u Vojsci Srbije i Crne Gore, a izučava se i u okviru kursa na redovnim studijama na smeru službe informatike. S obzirom na to da se jedne školske godine planira nastava za jednu grupu specijalnosti, dok se naredne javlja potreba za planiranjem nastave za neke druge specijalnosti, količina podataka koja se javlja može da prevaziđe mogućnosti nekih skromnijih alata, kao što je Microsoft Access. Na kraju, generisanje baze podataka efikasno je realizovano zbog mogućnosti automatskog kreiranja tabela u SQL Serveru iz modela podataka napravljenog u Erwinu.

Pošto je generisana baza podataka, za izradu korisničkog interfejsa izabran je *Microsoft Access 2000*, a pristupilo se i izradi *Data Projecta*¹ koji će se koristiti za manipulaciju podacima, kao i za prikazivanje izveštaja. Odmah nakon završetka ove faze projekta počeo je unos test-podataka i popunjavanje šifarnika.

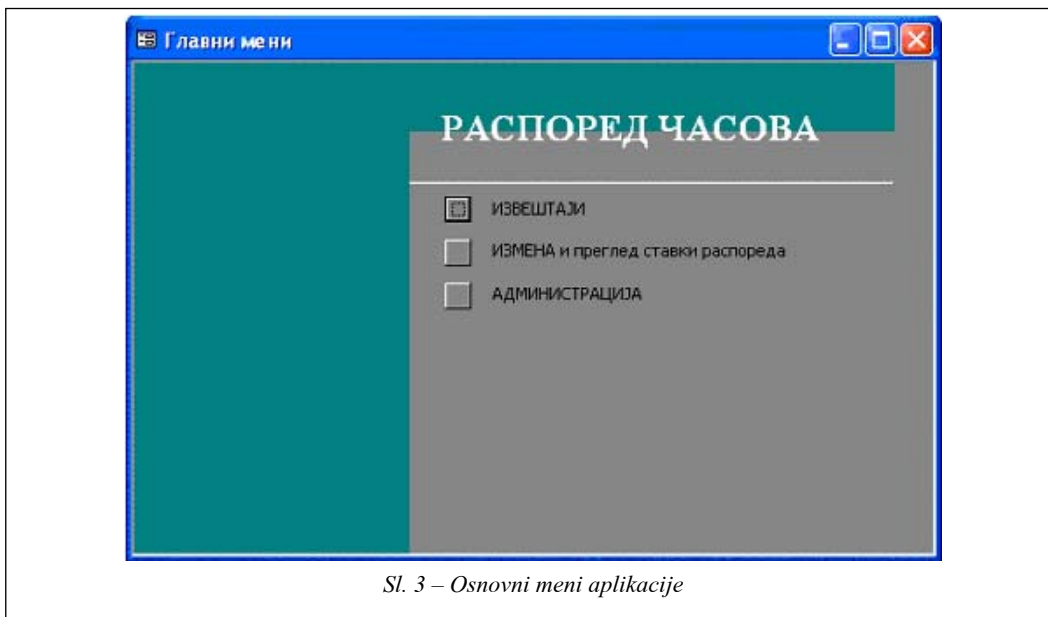
Implementacija logike sistema većim delom je realizovana na samom serveru baze podataka, izradom uskladištenih procedura i funkcija, a manji deo je implementiran *VBA*² kodom ugrađenim u korisnički interfejs. Korisnička aplikacija serveru baze podataka šalje zahtev za određenim podacima, server vrši obradu podataka iz baze i korisniku šalje rezultate te obrade. Na taj način optimizovan je i ubrzan rad čitavog sistema kroz bitno smanjenje količine podataka koji se prenose kroz mrežu.



Sl. 2 – Troslojna arhitektura sistema

¹ Projekat sačinjen u Microsoft Accessu koji manipuliše već postojećim podacima generisanim u nekom drugom SUBP.

² Visual Basic for Applications – programski jezik koji se koristi u alatima paketa Microsoft Office.

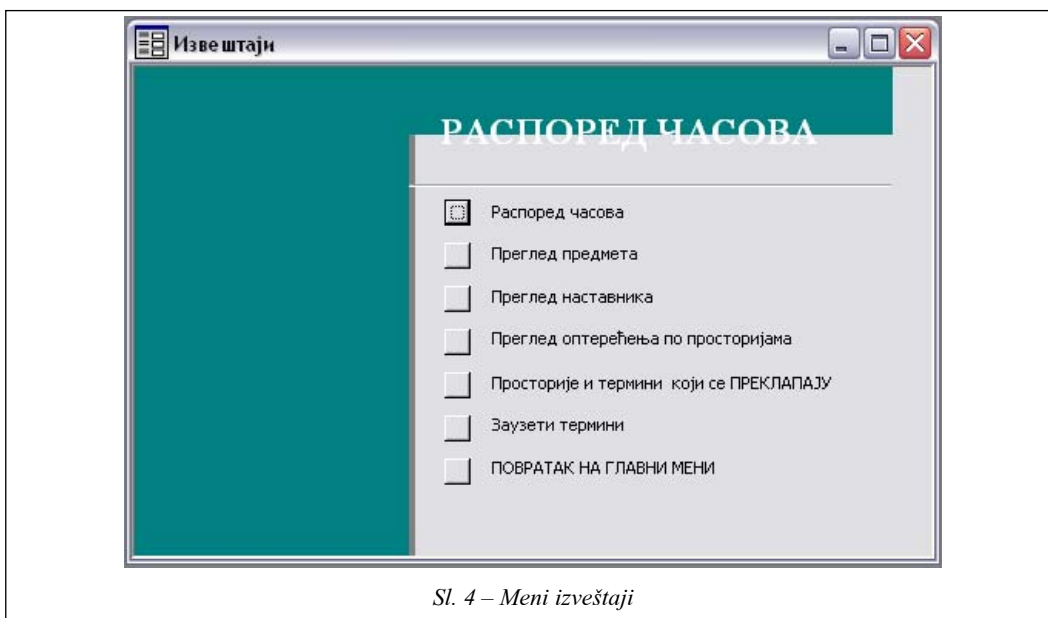


Sl. 3 – Osnovni meni aplikacije

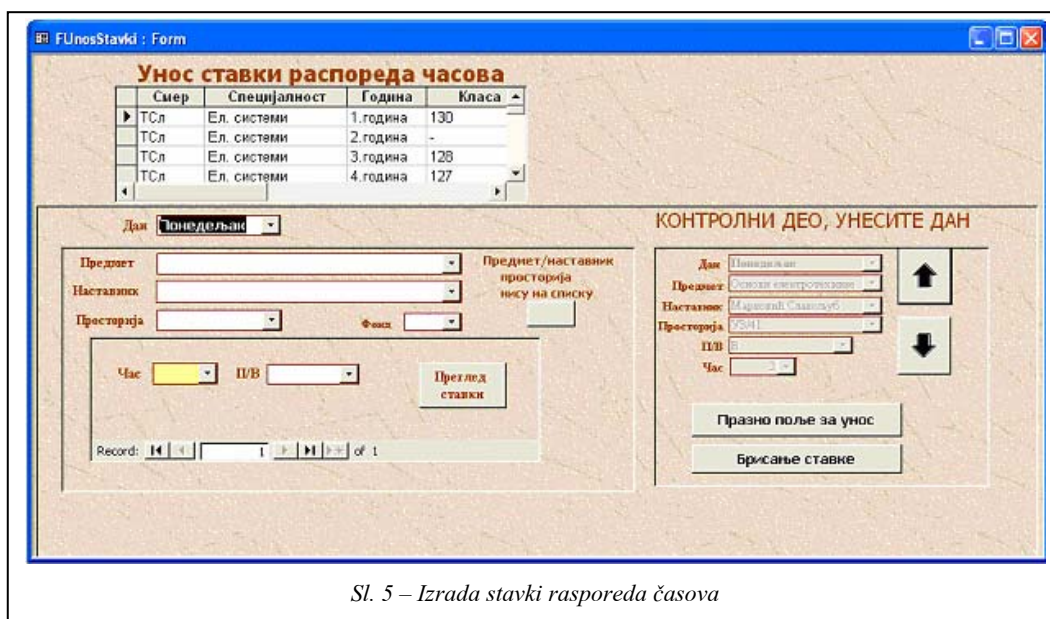
Prikaz implementiranog rešenja

Pri pokretanju aplikacije vrši se prijavljivanje korisnika za rad, pri čemu mu se dodeljuje jedan od četiri definisana nivoa prava pristupa podaci-

ma. Nakon uspešnog prijavljivanja pojavljuje se osnovna forma aplikacije sa spiskom dostupnih akcija koje korisnik može da izvrši i podmenija kojima se može pristupiti u skladu sa definisanim pravima pristupa.



Sl. 4 – Meni izveštaji



Sl. 5 – Izrada stavki rasporeda časova

Korisnički interfejs (slika 3) veoma je jednostavan i intuitivan, pa njegova upotreba ne zahteva posebnu obuku korisnika.

Ključne stavke menija su *Izveštaji i Izmena i pregled stavki rasporeda* preko kojih se direktno pristupa rasporedu za određeni obrazovni profil, odnosno formi za ažuriranje, pregled i unošenje podataka relevantnih za raspored određenog profila (slika 4). Ovakav pristup je usvojen zbog činjenice da se raspored izradi jedanput, a zatim mnogo puta menja. Zbog ove činjenice pristup formi za inicijalno pravljenje rasporeda smešten je u *Administraciji*, dok je pristup formi za izmenu i pregled stavljen na glavni meni. Takođe, na glavnom meniju je i pristup rasporedima, jer se tako na najbrži način kontrolišu izmene koje su obavljene preko pomenute forme.

Inicijalna izrada jedne stavke za raspored časova, vrši se izborom opcije *Administracija*, a zatim *Unos stavki rasporeda*. Tada se otvori forma *UnosStavki*

(slika 5) preko koje se unose svi relevantni podaci izborom neke od ponudjenih vrednosti iz padajućih lista (smer, klasa, specijalnost, nastavnik, prostorija, predmet, čas, tip časa i dan). Mogućnost pogrešnog unosa podataka je maksimalno smanjena upotrebom padajućih lista. Podaci kojima se popunjava svaka od ovih lista direktno zavise od svih prethodno unetih podataka na formi. U listi *Nastavnik* nalaziće se samo oni nastavnici koji realizuju izabrani predmet. Slika 5 prikazuje formu za unos podataka o jednom terminu Rasporeda časova. Takođe, na ovoj formi postoji i kontrolni deo koji omogućava korisniku sekvencijalan pregled već unetih časova, tako da je time, pored izveštaja, obezbeđen još jedan način kontrole ispravnosti unosa stavki rasporeda.

Izgled gotovog rasporeda za jednu nastavnu grupu prikazan je na slici 6. U prikazu se jednoznačno navodi termin (dan, čas), naziv predmeta, nastavnik, mesto iz-

СМЕР: МТ Ст		Специјалност: Еродромши.		Година: 4 година		Класа: 127	
Понедељак		Уторак		Среда		Четвртак	
1 08:30-10:00	Математика* Лекција, Материјал 07:10 П	Еродромши (инженерство) Материјал, Рад, лек. УНО4 П	Еродромши (инженерство) Материјал, Рад, лек. УНО4 В	Физика и математика Лекција, Материјал 07:10 П	Еродромши (инженерство) Материјал, Рад, лек. УНО4 П	Еродромши (инженерство) Материјал, Рад, лек. УНО4 В	Физика и математика Лекција, Материјал 07:10 П
2 08:30-10:00	Математика* Лекција, Материјал 07:10 П	Еродромши (инженерство) Материјал, Рад, лек. УНО4 П	Еродромши (инженерство) Материјал, Рад, лек. УНО4 В	Физика и математика Лекција, Материјал 07:10 П	Еродромши (инженерство) Материјал, Рад, лек. УНО4 П	Еродромши (инженерство) Материјал, Рад, лек. УНО4 В	Физика и математика Лекција, Материјал 07:10 П
3 10:20-11:05	Математика* БИМ** Лекција, Материјал** 07:10, УНО4 П	Основне информације Група, лекција, Државна лек. УНО4 П	Математика 5 Среда, лекција, Материјал 05:47 П	Еродромши (инженерство) Материјал, Рад, лек. УНО4 П	Основне информације Група, лекција, Државна лек. УНО4 П	Математика 5 Среда, лекција, Материјал 05:47 П	Еродромши (инженерство) Материјал, Рад, лек. УНО4 П
4 11:10-11:55	Математика* БИМ** Лекција, Материјал** 07:10, УНО4 П	Основне информације Група, лекција, Државна лек. УНО4 П	Математика 5 Среда, лекција, Материјал 05:47 П	Еродромши (инженерство) Материјал, Рад, лек. УНО4 П	Основне информације Група, лекција, Државна лек. УНО4 П	Математика 5 Среда, лекција, Материјал 05:47 П	Еродромши (инженерство) Материјал, Рад, лек. УНО4 П
5 12:10-13:40	Математика* Рад, лекција, Материјал 07:10 В	Подредне информације Материјал, Рад, лек. УНО4 П	Математика 5 Среда, лекција, Материјал 05:47 В		Подредне информације Материјал, Рад, лек. УНО4 П	Математика 5 Среда, лекција, Материјал 05:47 В	
6 12:10-13:40	Математика* Рад, лекција, Материјал 07:10 В	Подредне информације Материјал, Рад, лек. УНО4 П	Математика 5 Среда, лекција, Материјал 05:47 В		Подредне информације Материјал, Рад, лек. УНО4 П	Математика 5 Среда, лекција, Материјал 05:47 В	
7 13:50-14:35	Математика* Рад, лекција, Материјал 07:10 В	Подредне информације Материјал, Рад, лек. УНО4 В			Подредне информације Материјал, Рад, лек. УНО4 В		
8							

Sl. 6 – Prikaz dela rasporeda časova

vođenja i tip časa. U slučaju da se neki predmet izvodi u neparnoj ili parnoj sedmici semestra, internim dogovorom takav predmet je označen jednom (neparna sedmica) ili sa dve (parna sedmica) zvezdice.

Aplikacija na jednostavan način prikazuje greške koje se mogu javiti pri planiranju rasporeda. Jedna od najčešćih može da bude da se u istom terminu isplaniraju predavanja ili vežbe dva različita predmeta (slika 7). U tom slučaju, kao što je prikazano na slici 7, jednostavno treba obrisati jedan od predmeta (u prikazanom slučaju Mehaniku 5, sreda 2. čas).

Interesantno je da je ova osobina aplikacije iskorišćena u Srednjoj zanat-skoj školi, koja je usled malog broja đaka

i fonda za teorijsku nastavu specifična po tome da jedno odeljenje ima više specijalnosti, i koje imaju neke zajedničke predmete, a neke slušaju odvojeno (slika 8).

U prikazanom primeru zajednički predmeti su matematika, srpski jezik i uređenje društva, dok su predmeti koje grupe đaka unutar odeljenja slušaju odvojeno tehnologija rada, poznavanje materijala i zaštitni premazi.

Osim ove greške, aplikacija zahvaljujući izveštaju Pregled nastavnika po danima i predmetima koje predaju može da otkrije i slučaj kada je nastavniku isplanirano dva ili više predavanja u istom terminu. Pored ove kontrolne uloge u Organu za planiranje nastave, ovaj izveštaj

СМЕРТ/Сл			Специјалност: Наоружање			Класа: 128			3 година (б)		
Уторак			Среда			Четвртак					
Механика флуида Црнојевић др Црелио 05/047 П			Механика флуида Лечић УЗ/19 В			Компјутер пуш. Пушара Милошевић УЗ/АЗ П					
Механика флуида Црнојевић др Црелио 05/047 П			Механика 5 Обрадовић др Александар 05/007 П Механика флуида Лечић УЗ/19 В			Компјутер пуш. Пушара Милошевић УЗ/АЗ П					
Компјутер Мех. флуиди ⁺⁺ - УЗ/АЗ В			Механика 5 Обрадовић др Александар 05/047 П								
Компјутер Мех. флуиди ⁺⁺ - УЗ/АЗ В			Механика 5 Обрадовић др Александар 05/047 П								

Sl. 7 – Nepravilno planiran 2. čas sredom

ОДЕЉЕЊЕ : III/3			Специјалности: Књиговодство - Конфигурачки - Аутолактрери					
Понедељак			Уторак			Среда		
Грађанско правни Радићевић Мелита Верковић Анастасија Николић Љиљана						Технологија рада Шарецац Миломир Полимерно материјала Луковић Душана Заштитни премази Николић Дејан		
Математика Матејић Снежана						Технологија рада Шарецац Миломир Полимерно материјала Луковић Душана Заштитни премази Николић Дејан		
Уређење друштва Лукић Милош						Српски језик Миловић Мирјана		

Sl. 8 – Jedno odeljenje ima više specijalnosti

se distribuira nastavnom osoblju kao nastavnički raspored časova, odnosno plan angažovanja nastavnika u semestru.

Aplikacija poseduje i izveštaj *Raspored po danima* koji služi kao kontrolni izveštaj i omogućava brzo i efikasno

utvrđivanje ko, gde i koji predmet drži u određenom terminu (slika 9).

Zaključak

U radu je predstavljeno softversko rešenje za podršku planiranju nastave u visokoškolskim i ostalim obrazovnim ustanovama. Rešenje je realizovano radi automatizacije u izradi plana, kreiranju izveštaja prema korisnicima (smerovima, nastavnim grupama, studentima, nastavnicima, fakultetima – spoljnim saradnicima, itd.) i automatskoj proveru ispravnosti unetih podataka. Konceptija rešenja omogućava rad u mrežnom okruženju i unos i čuvanje podataka rasporeda za sve obrazovne profile na jednom mestu.

Za implementaciju rešenja odabrane su Microsoftove tehnologije kao najrasprotranjenije i opšteprihvaćene u Vojsci Srbije i Crne Gore. Kao sistem za upravljanje bazom podataka iskorišćen je Microsoft SQL Server 2000, a za izradu

korisničkog interfejsa Microsoft Access 2000. Ovakvo opredeljenje omogućava upotrebu aplikacije u svim organizacionim celinama Odseka logistike Vojne akademije i ustanovama koje se bave visokoškolskim obrazovanjem, bez ili uz vrlo male izmene postojeće hardverske i softverske infrastrukture. Bitan određujući faktor jeste i navika i iskustvo budućih korisnika u radu sa Microsoft-ovim tehnologijama.

Aplikacija je za sada instalirana u nastavnom organu Odseka logistike Vojne akademije. Posle završene test-faze i otklanjanja uočenih nedostataka počelo je njeno aktivno korišćenje u izradi rasporeda časova za zimski semestar školske 2005/2006. godine. Iskustva u radu su pozitivna. Vreme potrebno za izradu rasporeda je bitno skraćeno, a kvalitet izradenih rasporeda je poboljšan automatskim otkrivanjem i lakim ispravljanjem uočenih grešaka u planiranju. Praćenje i realizacija nastave unapređeni su jednostavnom izra-

		1.čas 08:15 - 09:00	2.čas 09:05 - 09:50	3.čas 09:05 - 09:50	4.čas 09:05 - 09:50	5.čas 09:05 - 09:50
Понедељак						
ТСл						
129						
Механика 3	Механика 3	Механика 3	Механика 3	Механика 3	Математика 3	Математика 3
Ђуриновић др Владо	Ђуриновић др Владо	Ђуриновић др Владо	Ђуриновић др Владо	Ђуриновић др Владо	Јакоповић др Неђељки	Јакоповић др Неђељки
УЗ/А2	УЗ/А2	УЗ/А2	УЗ/А2	УЗ/А2	УЗ/А2	УЗ/А2
П	П	П	П	П	В	В
Теорија електричних	Теорија електричних	Теорија електричних	Теорија електричних	Теорија електричних	Теорија електричних	Математика 3
Резник др Бранкомир	Резник др Бранкомир	Резник др Бранкомир	Дујиновић Драги	Дујиновић Драги	Дујиновић Драги	Јакоповић др Неђељки
УЗ/А2	УЗ/А2	УЗ/А2	УЗ/А2	УЗ/А2	УЗ/А2	УЗ/А1
П	П	П	В	В	В	В
Општа хемија	Општа хемија	Општа хемија	Општа хемија	Општа хемија	Општа хемија	Математика 3
-	-	-	-	-	-	Јакоповић др Неђељки
05/002	05/002	05/002	05/002	05/002	05/002	УЗ/А1
В	В	В	В	В	В	В

Sl. 9 – Isečak rasporeda časova po danima

dom izveštaja koji se blagovremeno dostavljaju svim pretpostavljenim i potčinjenim organizacionim celinama i fakultetima Beogradskog univerziteta.

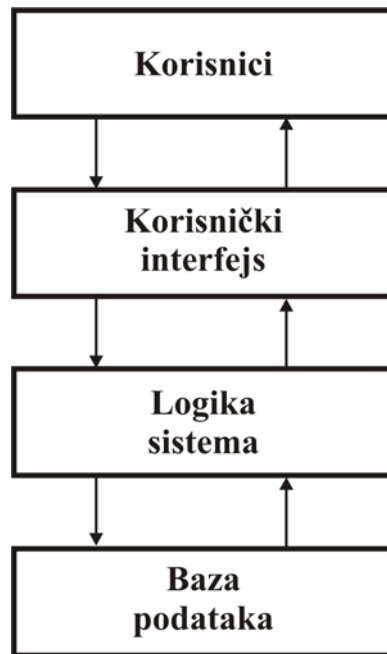
Uz stalnu saradnju sa korisnicima, proces unapređenja funkcionalnosti i korisničkog interfejsa realizuje se neprekidno. Planira se proširenje informacionog sistema uključivanjem podataka o ispitima, i njegova integracija u jedinstveni *Automatizovani informacioni sistem*.

Zahvaljujući univerzalno projektovanom modelu podataka, implementira-

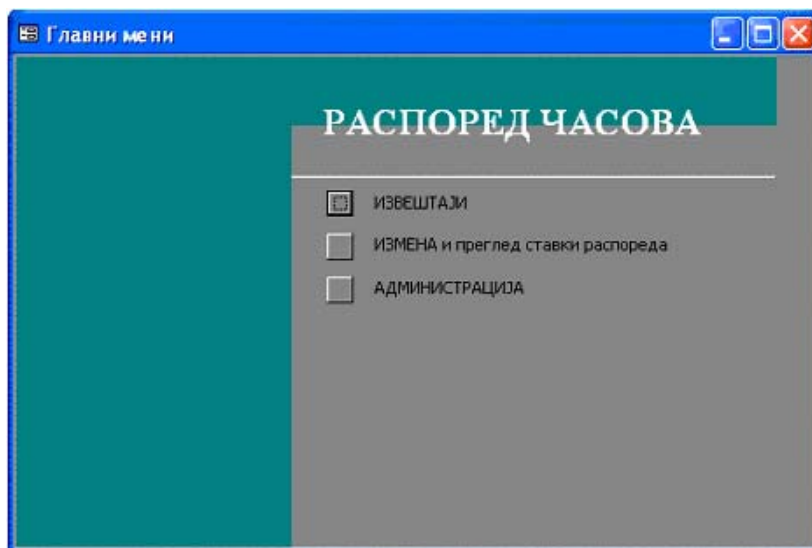
no rešenje se, uz minimalne izmene, može primeniti u bilo kojoj visokoškolskoj ustanovi unutar i van Vojske Srbije i Crne Gore, a već se primenjuje u Srednjoj zanatskoj školi u Beogradu.

Literatura:

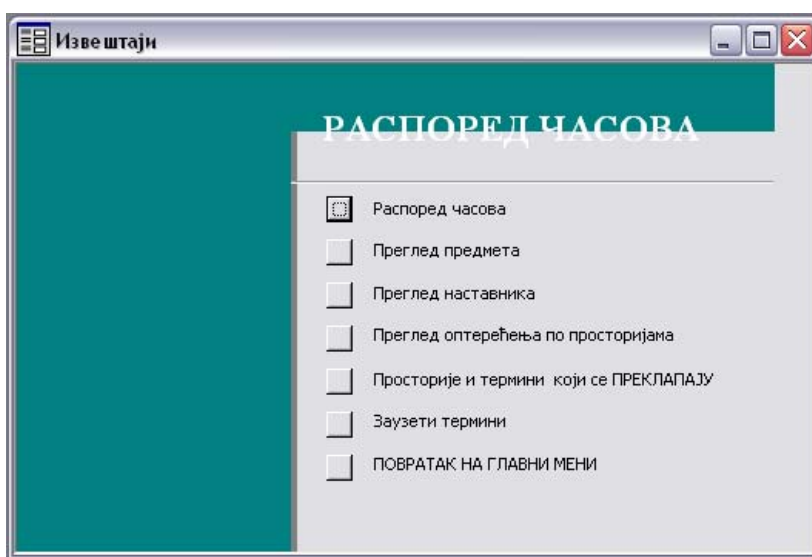
- [1] Gunderloy M.: SQL Server 2000, Mikro knjiga, Beograd, 2001.
- [2] Grupa autora: Majstor za Access 2002 VBA, Kompiuter biblioteka, Čačak, 2001.
- [3] Tot, I.: Access 2000 - Skripta, Beograd, 2001.
- [4] Sceppa, D.: Programming ADO, Microsoft Press, Redmond, 2000.
- [5] Nastavni planovi i programi Odseka logistike, Vojna akademija, Beograd, 1997.



Sl. 2 – Troslojna arhitektura sistema



Sl. 3 – Osnovni meni aplikacije



Sl. 4 – Meni izveštaji

UinosStavki : Form

Унос ставки распореда часова

Смер	Специјалност	Година	Класа
ТСл	Ел. системи	1. година	130
ТСл	Ел. системи	2. година	-
ТСл	Ел. системи	3. година	128
ТСл	Ел. системи	4. година	127

Дан: **Понедељак**

Предмет:

Наставник:

Просторија: Фискал:

Час: П/В:

Record: 1 of 1

КОНТРОЛНИ ДЕО, УНЕСИТЕ ДАН

Дан:

Предмет:

Наставник:

Просторија:

П/В:

Час:

Sl. 5 – Izrada stavki rasporeda časova

СМЕР: МТ Ст		Специјалност: Бродоизаш.		Година: 4 година		Класа: 127	
		Понедељак		Уторак		Среда	
1	08.30-10.00	Математика * Јожић, др. Милошевић 07.10 П	Бродоизашарство/инженерство/ Математика, др. Раде, пул. УНО4 П	Бродоизашарство/инженерство/ Математика, др. Раде, пул. УНО4 В	Филозофски факултет др. Милошевић Милошевић		
2	08.30-10.00	Математика * Јожић, др. Милошевић 07.10 П	Бродоизашарство/инженерство/ Математика, др. Раде, пул. УНО4 П	Бродоизашарство/инженерство/ Математика, др. Раде, пул. УНО4 В	Филозофски факултет др. Милошевић Милошевић		
3	10.20-11.05	Математика * БИПМ ** Јожић, др. Милошевић ** 07.10, УНО4 П	Општи курс бродоизашарства Група за бродоизашарство УНО4 П	Математика * Србојевић, др. Алексић 05.47 П	Бродоизашарство Др. Милошевић, др. Раде УНО4		
4	11.10-11.55	Математика * БИПМ ** Јожић, др. Милошевић ** 07.10, УНО4 П	Општи курс бродоизашарства Група за бродоизашарство УНО4 П	Математика * Србојевић, др. Алексић 05.47 П	Бродоизашарство Др. Милошевић, др. Раде УНО4		
5	12.10-13.40	Математика * Раде, др. Милошевић 07.10 В	Повремена општа бродоизашарство Математика, др. Раде УНО4 П	Математика * Србојевић, др. Алексић 05.47 В			
6	12.10-13.40	Математика * Раде, др. Милошевић 07.10 В	Повремена општа бродоизашарство Математика, др. Раде УНО4 П	Математика * Србојевић, др. Алексић 05.47 В			
7	13.50-14.35	Математика * Раде, др. Милошевић 07.10 В	Повремена општа бродоизашарство Математика, др. Раде УНО4 В				
8							

Sl. 6 – Prikaz dela rasporeda časova

СМЕРТСЛ

Специјалност: Наоружање

Класа: 128

3 година

(6)

Уторак	Среда	Четвртак
Механика флуида Црнојевић др Црелио 05/047 П	Механика флуида Лечић УЗ/19 В	Компјутерске лук. Пушара Мисуткић УЗ/А3 П
Механика флуида Црнојевић др Црелио 05/047 П	Механика 5 Обрадовић др Александар 05/007 П Механика флуида Лечић УЗ/19 В	Компјутерске лук. Пушара Мисуткић УЗ/А3 П
Ковачић+ Месфлудић++ - УЗ/А3 В	Механика 5 Обрадовић др Александар 05/047 П	
Ковачић+ Месфлудић++ - УЗ/А3 В	Механика 5 Обрадовић др Александар 05/047 П	

Sl. 7 – Nepravilno planiran 2. čas sredom

ОДЕЉЕЊЕ : III/3 Специјалности: Књиговедство - Конф лигваци - Аутолампери		
Понедељак	Уторак	Среда
Грађанско ласитанце Рањковић Мелита Версманска Николић Лесана		Технологија рада Шарепац Миломир Полагање материјала Луковић Душана Записници према и Николић Дејан
Математика Матејић Снежана		Технологија рада Шарепац Миломир Полагање материјала Луковић Душана Записници према и Николић Дејан
Уређење друштва Лукић Милорад		Српски језик Матовић Милорад

Sl. 8 – Jedno odeljenje ima više specijalnosti

1.час
08:15 - 09:00
2.час
09:05 - 09:50
3.час
09:05 - 09:50
4.час
09:05 - 09:50
5.час
09:05 - 09:50

Понедељак

ТСЛ				
129				
Мотори км/	Механика 3 Ђуриновић др Владо УЗ/20 П	Механика 3 Ђуриновић др Владо УЗ/20 П	Механика 3 Ђуриновић др Владо УЗ/20 П	Математика 3 Јаколовић др Неђељка УЗ/А2 В
Рачун. сист.	Теорија електричних Резанки др Бранковић УЗ/А2 П	Теорија електричних Резанки др Бранковић УЗ/А2 П	Теорија електричних Ђуриновић Драгана УЗ/А2 В	Теорија електричних Ђуриновић Драгана УЗ/А2 В
УБС	Општа хемичја - 05/002 В	Општа хемичја - 05/002 В	Општа хемичја - 05/002 В	Математика 3 Јаколовић др Неђељка УЗ/А1 В

Sl. 9 – Isečak rasporeda časova po danima

Dr Slavko Pokorni,
pukovnik, dipl. inž.
Vojna akademija,
Beograd

SIMPOZIJUM O OPERACIONIM ISTRAŽIVANJIMA SIMOPIS 2005

– prikaz naučnog skupa –

Ovogodišnji, 32. po redu, SIMOPIS 2005 održan je u Vrnjačkoj Banji, u hotelu Breza, od 27. do 30. septembra 2005. godine. Izvršni organizator bio je Ekonomski fakultet univerziteta u Beogradu, koji je, po opštoj oceni, nastavio tradiciju dobre organizacije.

SIMOPIS predstavlja redovni godišnji sastanak domaćih i inostranih operacionih istraživača u okviru koordiniranog i organizovanog programa razmene naučnostručnih informacija o razvoju i primeni modela i metoda operacionih istraživanja, i njima srodnih disciplina, u tehničkim i tehnološkim sistemima, organizacionim sistemima, ekonomskim sistemima, vojnim primenama i ostalim oblastima. Skup je rangiran kao nacionalni simpozijum sa međunarodnim učešćem.

Pre održavanja ovogodišnjeg simpozijuma štampan je zbornik radova na 690 stranica, čiji su urednici profesor dr Jovo Vuleta (koji je bio i predsednik Programskog odbora) i profesor dr Marko Backović. U predgovoru zbornika konstatovano je da je za simpozijum prijavljeno 182 rada. Nakon stručnih recenzija za prezentaciju na skupu i objavljivanje u zborniku odabrano je 167 radova. U pisanju tih radova učestvovalo je 277 domaćih i inostranih autora (ukupno iz šest zemalja: pored Srbije i Crne Gore (SCG), to su Bosna

i Hercegovina, Makedonija, Rumunija, Slovačka, Slovenija), podeljenih u 19 sekcija: Ekologija, Ekonomski modeli i ekonometrija, Elektronsko poslovanje, Energetika, Finansije i bankarstvo, Informacioni sistemi, Istraživanje i razvoj, Matematičko modeliranje, Matematičko programiranje, Meko računarstvo, Menadžment, Rudarstvo i geologija, Statistički modeli, Stohastički modeli i vremenske serije, Transport i saobraćaj, Upravljanje rizikom, Višekriterijumska analiza, Vodoprivreda i Vojne primene. Takođe u zborniku se nalaze i dva rada po pozivu (dr Nenada Mladenovića sa Matematičkog instituta u Beogradu koji radi na Brunel Univerzitetu u Velikoj Britaniji i dr Dragana Radojevića iz Instituta Mihajlo Pupin u Beogradu) i tri rada u posebnoj sekciji Kvantitativno bankarstvo, koja je prvi put organizovana.

Na samom početku zbornika nalazi se i tekst posvećen uspomeni na Georga Bernarda Dantziga, koji je preminuo 13. maja ove godine, „jednog od najvećih stvaralaca i istinske legende u istoriji operacionih istraživanja“.

Od 167 radova u zborniku (prošle godine bilo je 151), 29 radova (prošle godine 21), ili oko 17% su radovi pripadnika Ministarstva odbrane (MO) i Vojske

SCG, koji su razvrstani u pet sekcija: Ekologija – 1 referat, Informacioni sistemi – 5, Statistički modeli – 1, Stohastički modeli i vremenske serije – 1, i Vojne primene – 18 referata. Tih 29 radova rezultat su rada 37 autora. Sekcija Vojne primene je među sekcijama sa najviše radova. Iako je ovogodišnji broj radova pripadnika MO i Vojske veći nego prošle godine, ipak je manji nego prethodne, kada je bilo čak 13 radova, i kada je sekcija Vojne primene bila zastupljena sa najviše radova.

Od radova pripadnika Vojske, najviše radova odnosno autora (24), dolazi iz Vojne akademije (VA), što svakako ukazuje na aktivnost VA kao obrazovno-naučne ustanove Vojske Srbije i Crne Gore, ali i značaj koji istraživači u VA poklanjaju operacionim istraživanjima. Osim iz VA, najviše autora je iz Ministarstva odbrane (4), Tehničkog opitnog centra (3), zatim Vojnogeografskog instituta (2) i po jedan iz Instituta ratne veštine, Vojnotehničkog instituta, Generalštaba i VP 4795/1. Većina radova rezultat je timskog rada, a bilo je i autora koji su prijavili i po dva rada.

Ukratko, ovde je dat pregled naziva radova pripadnika Vojske SCG i Ministarstva odbrane po sekcijama, prema redosledu u zborniku radova, bez ulaženja u njihov sadržaj. Koautori nekih radova su i pripadnici fakulteta ili drugih institucija van Vojske i MO.

Ekologija:

– Branka Amidžić (Zdravstveni centar Kruševac), Rade Biočanin (MO): Upravljanje rizikom pri transportu opasnih materija u okviru zaštite životne sredine;

– Vladeta Đukić (MO): Intervencije spasilačkih ekipa u zoni hemijskih udesa;
– Karkalić R. (TOC), Biočanin R. (MO), Popović R. (TOC): Protection of people under chemical contamination by optimization of the protective cloth;
– Ljubiša Tomić (TOC): Detekcija štetnih gasova IC termografijom.

Informacioni sistemi:

– Srećko Joksimović, Đuro Alfirević (VA): Sistem za učenje na daljinu;
– Miloš Merdžanović, Aleksandar Marković (VA): Prikupljanje distribuiranih podataka pomoću JAVA kartica i XML-a;
– Zoran Pokimica (VA): Standard SQL: 2003 i njegove specifičnosti;
– Dejan Vuletić (Institut ratne veštine): Savremeni programi za analizu i upravljanje rizicima radi informacione bezbednosti;
– Dejan Vuletić (Institut ratne veštine): Preventivne mere zaštite podataka u informacionim sistemima.

Statistički modeli:

– Nikola Tomašević (VA), Sreten Mitrović (ABM klinika Beograd): Regresiona analiza i aproksimacija pomoću Čebiševljevih polinoma.

Stohastički modeli i vremenske serije:

– Nebojša Nikolić (VA): Ka Monte Karlo integraciji – primena u masovnom opsluživanju.

Vojne primene:

– Đuro Alfirević, Slaviša Ilić, Ivan Tot (VA): Automatizovani sistem evidencije brojnog stanja studenata;
– Marko Andrejić, Srđan Novaković (VA): Prilog unapređenju planiranja poslova projektne prirode u vojnim organizacionim sistemima;

- Milan Cvetković (VA): Sistem za automatsko generisanje i održavanje redne liste;
 - Obrad Čabarkapa (VP 4795/1 Beograd): Faktorska analiza uticaja jedinične brzine sagorevanja baruta na model dvofaznog strujanja u cevi automatske puške;
 - Boban Đorović, Srđan Dimić, Srđan Ljubojević, (VA): Primena modifikovanog modela „ušteda“ u rešavanju zadataka transportne podrške vojske;
 - Dragan Đorđević (VA), Lazar Petrović (Policijska akademija): Model sistema za elektronsko izviđanje radio veza u VVF/UVF opsegu;
 - Radomir Janković (Vojnotehnički institut): Simulacija AD HOC računarske mreže za komandno-informacioni sistem oklopnog bataljona;
 - Mitar Kovač (MO): Određivanje efikasnosti vojnoorganizacionih sistema primenom grafičke metode;
 - Marjan Milenković, Marko Andrejić (VA): Koncepti sistema za podršku obučavanja organa logističke podrške za rad na pripremi i organizaciji borbenih dejstava;
 - Spasoje Mučibabić (VA): Karakteristike i tendencije primene metoda operacionih istraživanja u vojsci;
 - Nebojša Nikolić, Spasoje Mučibabić (VA): Tendencije razvoja i primene teorije masovnog opsluživanja;
 - Srđan Novaković (VA): Model za planiranje intendantske podrške u borbenim dejstvima;
 - Slavko Pokorni (VA), Rifat Ramović (Elektrotehnički fakultet, Beograd): Pouzdanost i raspoloživost rezervirane memorijske konfiguracije;
 - Dušan Regodić, Damir Jerković (VA): Žiroskopska i dinamička stabilnost klasičnih osnosimetričnih projektila;
 - Dušan Regodić (VA): Uticaj Magnusovog momenta na let klasičnog projektila;
 - Dragoljub Sekulović (VA), Mirko Borisov, Radoje Banković (Vojnogeografski institut): Razvoj GIS u vojsci;
 - Dejan Stojković (MO): Istraživanje ciljeva organizacionog restrukturiranja Vojske Srbije i Crne Gore;
 - Nikola Uzelac, Petar Stanojević (NIS), Vasilije Mišković (VA): Efekti primene HAZOP analize u oblasti održavanja.
- Na simpozijumu su promovisane i nove knjige iz oblasti operacionih istraživanja, kao i najnoviji broj domaćeg međunarodnog časopisa iz operacionih istraživanja YUJOR (Yugoslav Journal of operations Research), koji izlazi dva puta godišnje.
- Cilj učešća pripadnika MO i Vojske SCG na ovom veoma značajnom skupu potpuno je postignut, jer je, pored saopštavanja rezultata istraživanja, vođena veoma plodna diskusija u kojoj su sagledani zajednički problemi, razmenjena mišljenja i iskustva i razmatrana moguća rešenja iznetih problema.
- Imajući u vidu da se radi o simpozijumu o operacionim istraživanjima, odnosno njihovoj primeni, može se primetiti da neki od radova u sekciji Vojne primene i ne pripadaju toj oblasti, no takva situacija se može primetiti i u drugim sekcijama, pa i kada se radi o celokupnom sadržaju simpozijuma. O tome će članovi Programskog odbora SYMOPIS-a raspravljati u narednom periodu.

Izlaganje radova na ovakvim i sličnim skupovima, kao i razmena mišljenja i iskustava sa naučnim radnicima iz drugih naučnih i obrazovnih institucija, svakako ima pozitivan odraz na naučni i stručni nivo rada u Vojsci, kao i na stručno i naučno usavršavanje nastavnika i podizanje kvaliteta nastave na osnovnim

i poslediplomskim studijama u Vojnoj akademiji.

Pukovnik profesor dr Mitar Kovač iz MO, koji je član Programskog odbora i predsedavao je sekcijom Vojna primena, pozvao je operacione istraživače da se angažuju na primeni operacionih istraživanja u Vojsci.



savremeno naoružanje i vojna oprema

VATRENA MOĆ SNAGA ZA BRZI RAZVOJ*

Mnoge zemlje podržavaju snage za brzi razvoj u vidu vazduhoplovnih, desantnih, komandosnih, marinskih ili jedinica lake pešadije, koje se mogu brzo dislocirati na potencijalno ugrožena područja. Međutim, te jedinice imaju ograničenu vatrenu moć, pa su često u domašaju protivničke artiljerije. Za rešavanje ovog problema mnoge zemlje nabavljaju nove sisteme oružja s povećanim mogućnostima za ostvarivanje vatrene moći jedinica za brzi razvoj. Tu su uključeni vučeni i samohodni konvencionalni artiljerijski sistemi, minobacači i artiljerijski raketni sistemi. Sistemi oružja samo su jedan element vatrene moći snaga za brzi razvoj (SBR). Druga ključna komponenta jeste neophodna municija (projektil, punjenje i upaljač), vozila za popunu municijom, sistem za akviziciju cilja, upravljanje vatrom, komandovanje i upravljanje u celini.

Dok neke zemlje nabavljaju nove artiljerijske platforme, druge daju veću važnost razvoju i nabavci nove municije većeg dometa, ubojnosti i preciznosti, što u krajnjem ishodu znači manji utrošak municije i značajne uštede u logistici.

Sistemi vučene artiljerije

Još postoji interes za vučenu artiljeriju, koja je mnogo lakša od samohodnih suparnika, pa je i pogodnija za transport avionima i helikopterima.

Dva najčešće korišćena sistema vučene artiljerije 105 mm su italijanska haubica Oto Melara Model 56 PH, koja je prodana u više od 30 zemalja i laki top 105 mm firme BAE Systems Land Systems. Brz prodor na tržište ima laki top 105 mm LG1 francuske firme Giat Industries, koji je prodan u najmanje pet država čiji je domet od 11,4 km pa sve do maksimalnih 18,5 km kada se koristi zrno 105 mm HE BB (Base Bleed). Kompanija Giat Industries i dalje razvija ovo oružje. Tako Mk III ima inercijalni 3D nišanski i pozicioni sistem i radar za početne brzine. Pored toga projektovani tip Mk IV treba da ima i automatsko punjenje, kao i mogućnost ugradnje na zadnji deo lakih taktičkih vozila.

Kompanija Denel iz Južne Afrike već nekoliko godina radi na sopstvenim oruđima 105 mm LEO (Light Experimental Ordnance) koja su prvi put kompletirana 2001. godine. Njihova masa od 3.800 kg, upotrebom savremenih materijala,

* Prema podacima iz Jane's Defence Weekly, 6. jul 2005.



Demonstrator artiljerijskog topovskog modula

jala treba da se smanji do 2500 kg. LEO je oruđe 105 mm/57 kalibara koje je opremljeno novoprojektovanom gasnom kočnicom. Korišćenjem municije domaće proizvodnje ostvaruje se domet do 24 km, pa i do 30 km kada se koristi BB municija. Ističe se da ta municija ima ubojnu zonu jednaku klasičnoj municiji kalibra 155 mm.

Iako su mnogi artiljerijski sistemi 155 mm široko u upotrebi, gotovo svi su nepodesni za upotrebu u snagama za brzi razvoj, pa su aktuelni naponi da se uz iste balističke karakteristike proizvedu lakši sistemi (ne više od 4.000 kg u osnovnoj formi).

Kompanija BAE Systems Land Systems razvija sisteme 155 mm M777 za armiju SAD i marinski korpus. Ova oruđa, s digitalnim sistemom za upravljanje vatrom imaće domete do 40 km i tačnost do 10 m.

Za potrebe ispitivanja oruđa M777 je već opremljeno sensorima Selex i vazduhoplovnim sistemima APS (Automatic Pointing System), a koristi se i na konceptnom demonstratoru 155 mm NLOS-C (Non-Line-of-Sight Cannon). Prototip noseće kolenke završen je pre nekoliko godina i urađene su studije za ugradnju oruđa 155 mm/37 kalibara na različite šasije guseničara i točkaša.

Laki top 105 mm kompanije BAE Systems urađen je u dve verzije: standardna L118 za britansku armiju i L119

za strane kupce. Top L118 ima maksimalan domet 17,2 km kada se koristi standardna municija, a može se povećati na preko 20 km korišćenjem municije s dodatnim pogonom koja se već proizvodi.

Borbena masa L118 je 1860 kg i vuče ga lako vozilo 4×4, koje nosi i zalihe gotove municije. Od 2005. godine ova oruđa se kompletiraju neosetljivom municijom. Najveći korisnik oruđa 105 mm L119, sa preko 400 oruđa na upotrebi, jeste SAD, gde ima oznaku M119A1. Postoji zahtev za još 111 oruđa za aktivne jedinice i 164 za rezervne sastave. Svi laki topovi 105 mm britanske armije opremljeni su sistemom APS ili LINAPS (Laser Inertial Artillery Pointing System). Ovaj sistem smanjuje vreme aktiviranja municije čime se povećava tačnost pogađanja.

Sistemi samohodne artiljerije

Najveći broj sistema samohodne artiljerije je pretežak za transportovanje taktičkim transportnim avionima i helikopterima. Na primer, nemačka samohodna haubica 155 mm/52 kal PzH 2000 ima masu preko 55 t. Zbog toga je u trendu razvoj lakših samohodnih sistema točkaša, koji bi mogli da se transportuju avionima C-130 Hercules. Takav je samohodni artiljerijski sistem 155 mm/52 kalibara CAESAR, koji razvija francuska kompanija Giat Industries. Njegova isporuka se planira između 2007. i 2011. godine, a zameniće sadašnji vučni sistem 155 mm TRF1. Prvobitna vozila za sistem CAESAR bila su izrađena na bazi šasije nemačkog kamiona Mercedes – Benz UNIMOG 6×6, ali od nedavno proizvodiće se na novim šasijama kamiona Renault Sherpa 6×6.

Kompanije General Dynamics Land Systems iz Kanade (GDLS-C) i Denel iz Južne Afrike razvile su samohodni artiljerijski sistem 105 mm na bazi šasije vozila Stryker 8×8, pri čemu je GDLS-C odgovorna za šasiju, a Denel za sistem kupole, koja je naoružana modifikovanim verzijom oruđa 105 mm LEO. Vatrene ispitivanja ovog sistema započela su početkom 2004. godine. Ukupna borbeno masa sistema iznosi oko 16 tona.

Municijski komplet zavisice od toga da li je ugrađen sistem ručnog ili automatskog punjenja oruđa. U prvom slučaju čini ga 60 zrna, a u drugom 37 zrna. Moguće su brojne opcije upravljanja vatrom, uključujući i modifikovanu digitalizaciju vučne artiljerije.

Singapurska kompanija Singapore Technologies Kinetics razvija laku samohodnu haubicu 155 mm/39 kalibara na bazi šasije vozila 4×4, koja ima masu 7 t, uključujući municiju spremnu za dejstvo.

Budući borbeni sistemi SAD, koji se razvijaju pod vodstvom kompanije Boeing, uključuju sistem NLOS-C koji se testira od 2003. godine i opremljen je guseničnom šasijom sa oruđem i sistemom elevacije od haubice 155 mm/39 kalibara M777. Testni demonstrator ima masu 21 000 kg, ali se veruje da bi se ona mogla još smanjiti.

Postoje brojni drugi kamionski artiljerijski sistemi, ali mnogi od njih su suviše veliki za upotrebu u jedinicama tipa SBR, koje će se prebacivati pretežno avionima C-130. Takvi su Denelov sistem T5, sistemi Soltam ATMOS i Jugoimportova NORA B-52.

Dok neke zemlje zahtevaju sisteme koji se mogu transportovati avionima C-130, druge, kao na primer Nemačka,

zahtevaju da budu transportabilni avionima A-400M. U pozadini je razvijena modularna samohodna haubica 155 mm/52 kalibra PzH 2000 kojom se već obavljaju vatrene ispitivanja. Kompletan sistem, sa dvočlanom posadom u oklopnoj kabini, transportovaće se avionom A-400M. Poslednji modul ima automatski punjač projektila i punjenja, uređaj za automatsko postavljanje upaljača i obezbeđuje brzinu vatre od 6 do 8 zrna/minut.

Minobacači

Dok neke zemlje koriste artiljeriju, druge u opremanju svojih SBR daju prednost vučnim ili samohodnim minobacačima. Francuska armija, na primer, koristi 120 mm izolirani minobacački sistem TDA, koji prema sadašnjim pogledima spada više u artiljerijsko nego pešadijsko naoružanje.

Već nekoliko godina nemačka armija koristi Rajnmetalovo lako oklopno vozilo Wiesel 1 naoružano vođenim, optički praćenim raketama lansiranim iz cevi, ili topom 20 mm. Sada se proizvodi Wiesel 2, veće unutrašnje zapremine i za veće korisne terete, koji bi imao više specijalnih namena, uključujući i minobacački sistem 120 mm.

Pored automatskog minobacača 82 mm Vasilyek 2B9, koji nije dugo u masovnoj proizvodnji, Rusija je razvila brojne (guseničari i točkaši) samohodne minobacačke sisteme 120 mm, koji imaju mogućnost direktne ili indirektno vatre, od kojih poslednja ima glavnu ulogu. Prvi od njih bio je sistem 120 mm Anona 2S9, razvijen za ruske vazdušnodesantne divizije. Izrađen je na bazi šasije modifikovanog BMD, ima masu 8,7 t i može da se desantira pa-

dobranom. Nosi 25 zrna spremnih za upotrebu, a maksimalni domet sa standardnom municijom je 8855 m.

Mnogo noviji sistem 2S23 NONA-SVK (na bazi šasije BTR-80 8×8) i 2S31 Vena (na bazi šasije BMP-3) nude se više kao konvencionalni sistemi nego za opremanje jedinica za brzi razvoj.

Proteklih godina brojni minobacači 120 mm razvijani su radi ugradnje na različite platforme. Tu spadaju francuski TDA 120 mm 120R2M, izraelski Soltam sistem 120 mm ADAMS (Advanced Deployable Autonomous Mortar System), singapurski superbrzi minobacački sistem i švajcarski minobacački sistem RUAG.

Raketni sistemi

Višecevni raketni sistem 227 mm (12 projektila), kompanije Lockheed Martin i Fire Control, najčešće je korišćeni sistem tog tipa u svetu. Njegov glavni nedostatak je što je ugrađen na šasiju guseničnog vozila, sa kojim ima ukupnu borbenu masu preko 25 t. Zbog toga su ove kompanije razvile artiljerijsko-raketni sistem velike pokretljivosti HIMARS (High-Mobility Artillery Rocket System) na bazi modifikovanih verzija iz familije srednjih taktičkih vozila konfiguracije 6×6.

Sistemi HIMARS opremljeni su oklopnom kabinom iza koje je lanser sa standardnim pakovanjem od 6 raketa 227 mm zemlja-zemlja, koje su u poziciji spremnoj za lansiranje. Biće u mogućnosti da lansiraju najnovije generacije raketa, uključujući i one s povećanom preciznošću. Budući da mu je masa manja od

14 t, sistem HIMARS moći će da se transportuje avionima C-130. Ove sisteme koristiće armija i marinski korpus SAD.

Kraljevska artiljerija Velike Britanije ima zahteve za lakim mobilnim topovskim sistemima artiljerijskog oružja LIMAWS (G) kao dopunu svojim raketnim sistemima LIMAWS (R), čiji prototipi su uspešno završili vatrena ispitivanja.

Izraelski LAR 160 mm takode bi mogao da se koristi za jedinice tipa SBR (Snage za brzi razvoj).

Već nekoliko godina turska firma Roketsan proizvodi rakete za 107 mm vučne raketne lansere (12 projektila), od kojih poslednja verzija ima domet preko 11 km. Početkom ove godine kompanija Roketsan prikazala je concept-demonstrator novog lansera raketa 107 mm (24 projektila) ugrađenog na šasiju vozila AM General Humvee. U kabini vozila treba da bude kompjuterizovani sistem za upravljanje vatrom u kompletu sa navigacionim sistemom koji usmeravaju lanser u pravcu cilja za jedan minut od momenta zaustavljanja.

Akvizicija cilja

Akvizicija cilja za artiljerijske jedinice tradicionalno se izvršava isturenim osmatračima, koji su danas opremljeni uređajima za dnevno/noćno osmatranje, laserskim daljinomerima, sistemima navigacije i digitalne komunikacije. Njima se brzo lociraju ciljevi, utvrđuju njihovi pravi položaji i informacije o tome šalju preko lanca komandovanja do sredstava koja mogu brzo i efikasno da neutrališu i unište cilj.

Postoje i brojna druga sredstva za lociranje opasnih ciljeva, uključujući veoma precizno zvučno određivanje, sofisticirane radare i bespilotne letelice. Tome, svakako, doprinose i aktivnosti aviona, helikoptera, isturenih vazdušnih kontrola i dr.

M. K.

<<<<◇>>>>

KOMANDNI SISTEM PVO RACCOS*

Armija Republike Češke obelodanila je svoj novi mobilni sistem za komandovanje i upravljanje RACCOS (Retia Advanced Command and Control System), koji će obezbediti ozbiljan pomak u mogućnostima njihove protivvazdušne odbrane.

Češka firma Retia, koja je projektovala i proizvela sistem, potpisala je ugovor s Ministarstvom odbrane o isporuci jednog sistema vrednog 20,5 miliona dolara.

Sistem RACCOS biće uveden u upotrebu u delove PO češke armije kao automatizovani sistem za komandovanje i upravljanje vatrom u 2007. godini. Isporuke komponenata sistema počele su u 2004. godini i trebalo bi da se završe do kraja 2006. godine.

Sistem će zameniti stacionarni sistem Vazduh sovjetskog porekla, koji je izrađen prema tehnologiji iz sedamdesetih godina. RACCOS je potpuno modularni sistem otvorene arhitekture C4I (Command, Control, Communications, Computers and Intelligence) pogon za integraciju sa svim postojećim i budućim

sistemima PVO češke armije, radarskim sistemima i izvorima podataka, kao i za povezivanje sa drugim sistemima C4I u okviru mreže razvojnih programa.

Firma Retia razvila je sistem RACCOS u saradnji sa armijom i brojnim istraživačkim institutima Ministarstva odbrane, koji su obezbedili naučnu, ispitnu i integracionu podršku.

Sistem je namenjen da obezbedi efikasne informacije za sve nivoe komandovanja i podrške, povećavajući tako efikasnost armijskih mogućnosti PVO. Komandanti dobijaju kompletnu sliku bojišta i pregled komandi za upravljanje borbenim aktivnostima u realnom vremenu. Potpuno digitalizovani i široko automatizovan sistem projektovan je tako da ne preopterećuje operatera podacima, pa je kao takav veoma prihvatljiv za korisnika.

Raccos prima i obrađuje podatke iz vazdušnog prostora koji dolaze iz nekoliko izvora, uključujući glavni sistem, integrirani radar, osmatračke i susedne jedinice. To stvara konsolidovanu sliku o borbenom prostoru i olakšava prepoznavanje ciljeva. Konsolidovana slika vazdušnog borbenog prostora zatim se prikazuje sa pozicijama cilja u odnosu na branjene objekte i preporučuje optimalne lokacije odgovarajućih baterija ili prenosnih sistema PVO. Takođe, sistem prikuplja, procenjuje i priprema podatke za komandovanje i upravljanje borbenim aktivnostima jedinica PVO i ažurira podatke o vlastitim snagama i snagama protivnika, kao i postojećim nuklearnim, biološkim, hemijskim i radiološkim opasnostima, koristeći pri tom formalizovane i neformalizovane poruke.

* Prema podacima iz Jane's Defence Weekly, 20. jul 2005.

Glavne komponente sistema RAC-COS su:

- borbena komandna stanica;
- terminal vatrene jedinice;
- oprema vazdušnog osmatrača;
- simulatorska učionica;
- S-10M/IFF Strela integracija;
- P-10/IFF radarska integracija upravljanja vatrom.

Komandna stanica i terminal vatrene jedinice smešteni su u kontejner koji je opremljen generatorom, sistemom za kondicioniranje i ventilaciju, a prevozi se na kamionu Tatra T185, 4×4.

Komandna stanica sastoji se od konzole za konsolidaciju borbenog vazdušnog prostora, kojom rukuje komandir, konzole strategijskog pregleda, kojom rukuje drugi operator, oprema za komunikacije i zapis podataka i podsistema za međusobne komunikacije.

Oprema vazdušnog osmatrača treba da omogući otkrivanje ciljeva tamo gde to radari PVO nisu u mogućnosti. Dobijeni podaci u 3D obliku prenose se do komandne stanice, a mogu se istim sistemom preneti i do terminala vatrene jedinice. Oprema vazdušnog osmatrača u celosti je prenosna i zatvorena u trajni, vodootporni kontejner, a omogućava obradu dijagnostičkih podataka otkrivenih ciljeva koji se prenose putem UHF signala. Uključena je i mogućnost dvosmerne informacije, integrisane navigacije, dupleks govorne komunikacije, kao i mogućnost grafičkog prikaza zahtevane informacije.

M. K.

<<<<>>>>

NOVE KUMULATIVNE BOJNE GLAVE RUAG*

Švajcarska kompanija RUAG objavila je podatke o dve nove kumulativne bojne glave: prva je obložena molibdenom (Mo), prečnika 146 mm (152 mm čaura), a druga je poboljšana bakrom obložena tandem bojna glava za sisteme oružja tipa RPG-7.

Mogućnost da uništava teška oklopna borbena vozila ostvaruje se na dva osnovna principa: kumulativnim punjenjem (Monroe ili Neumann efekt) i kinetičkom energijom. Primena kinetičke energije kod najvećeg broja vođenih i sa ramena lansiranih protivoklopnih oružja dosad nije bila zastupljena, uglavnom zbog neophodne brzine, složene konstrukcije i potencijalne opasnosti za nezaštićenog korisnika. S druge strane, kumulativna punjenja mogu da se izbace čak i ručno, kako bi se uništio teški oklop. U tom slučaju energija potrebna za probijanje cilja potiče od eksploziva sadržanog u municiji, a ne od brzine municije. To se ostvaruje upotrebom eksploziva koji se pri detonaciji urušava u šupljinu svoje metalne košuljice i formira hipersonični mlaz koji probija oklop.

Kompaktna bojna glava RUAG 146 mm, s punjenjem PBXW-11, sastoji se od čaure od aluminijumske legure sa molibdenovim eliptično oblikovanim levkom (lajner). Punjenje PBX-11 čini relativno neosetljivi presovani plastični eksploziv (PPX) koji sadrži HMX.

* Prema podacima iz INTERNATIONAL DEFENCE REVIEW, avgust 2005.

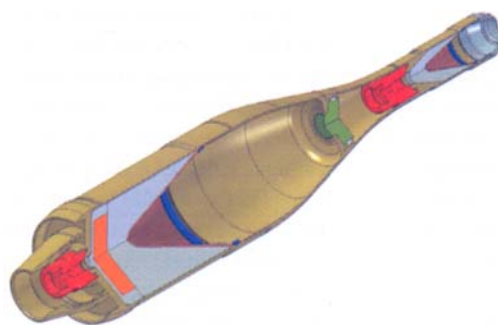
Bojna glava poseduje centralni detonatorski prolaz, a probojni talas se usmerava ka periferiji punjenja putem RUAG-ovog materijala PEGAB (PolyEster with GLAss Bubbles). U seriji radiografskih testova brzina mlaza dostizala je 11,5 km/s. Molibdenov levak (lajner, usmerivač), mada težak za izradu, znatno je skuplji i ima manju dinamičku čvrstoću, a poseduje i veću brzinu i jačinu mlaza. Probijanje je, takođe, poboljšano jer molibden poseduje veću gustoću u odnosu na bakar (10 280 prema 8920 kg/m³).

Radi demonstracije na RUAG-ovom poligonu, u maju 2005. godine, bojna glava je bila smeštena u 5,5 dijametarske konuse, a cilj se sastojao od 22 čelične ploče RHA širine 80 mm. Detonacija punjenja rezultirala je probijanjem 17 ploča i zaustavljanjem mlaza u ploči br. 18, probivši ukupno oko 1,45 m, uz prosečan otvor prečnika oko 20 mm.

Nova tandem bojna glava RPG-7, za razliku od ranijih, potpuno je sistemski ispitana. Lanser je bio udaljen od cilja oko 75 m, a gađan je švajcarski tenk Pz68, postavljen tako da zrno udari u njegovu bočnu stranu. Bojna glava se sastojala od dva kumulativna punjenja: malog prethodnog punjenja (prečnika oko 30 mm) i glavnog punjenja (100 do 112 mm). Oba su bila bakrom obložena i napunjena s PBXW-11 ili LX-14. Nema detalja o profilu levka, načinu iniciranja i o tome da li je korišćena RUAG-ova tehnologija udarnog razdvajanja Force-Hammer.

Pri statičkom ispitivanju bojna glava je bila sposobna da probije oklop RHA deblji od 900 mm iza oklopa ERA druge generacije. Dinamičko vatreno ispitivanje rezultiralo je udarom zrna u centar tenka, oko 20 mm ispod kupole, pri čemu je

mlaz prošao uzduž gornjeg dela oklopa, zatim kroz prsten kupole i ukopao se u blok zatvarača topa. Ukupna dubina penetracije nije prikazana, ali takav pogodak trebalo bi da rezultira sigurnim izbacivanjem tenka iz operativne upotrebe, jer je top bio onesposobljen za dejstvo.



Presek prikaza tandem bojne glave RPG-7 RUAG

Bojne glave visokih performansi za lako oklopno vozilo M72 nisu demonstrirane u toku majskih ispitivanja, mada su objavljeni neki detalji o njima. Bojna glava s oštrim početkom ima širokougli eliptički konus od bakra. Punjenje je od neosetljivog eksploziva, a masa potpunog zrna nije veća od prethodnih. Probojnost oklopa RHA veća je od 500 mm pre bilo kojeg oklopa ERA, i preko 355 mm za model M72A4.

M. K.

<<<◇>>>

DALJINSKI UPRAVLJANA ORUŽNA STANICA RCWS-30*

Izraelska kompanija Rafael je, na severu Finske, uspešno završila ispitivanja svoje daljinski upravljane oružne sta-

* Prema podacima iz INTERNATIONAL DEFENCE REVIEW, avgust 2005.



Sistem RCWS na modifikovanom oklopnom vozilu

nice RCWS-30, ugrađene na oklopne transportere 8×8, firme Patria.

Za potrebe ovog ispitivanja RCWS-30 je bila naoružana topom 30 mm ATK Mk 44, mitraljezom 7,62 mm i lanserima za protivtenkovske vođene rakete Spike-LR. Fiksni ciljevi su, uključujući oklop guseničnog transportera udaljenog 1000 m, uspješno uništeni i bez potrebe da se lansira raketa Spike.

Vatrena ispitivanja na finskom poligonu Rovajärvi prva su poznata ispitivanja ove nove oružne stanice koja su održana izvan Izraela. Kompanija Rafael izvršila je kvalifikaciju RCWS-30 u Izraelu, kada je bila ugrađena na modifikovano vozilo M113. Ispitivanja u Finskoj posmatrali su predstavnici oružanih snaga Finske, Češke republike i Hrvatske. Ove dve poslednje zemlje planiraju oružnu stanicu RCWS-30 kao potencijalnu za njihove buduće oklopne transportere.

Češka Republika planira da nabavi 199 novih vozila (plus 35 specijalnih) u vremenu od 2007 do 2012. godine. Hrvatska je početkom 2005. godine izrazila potrebu za skoro 200 oklopnih transportera točkaša. Među njima bi 120 do 130 vozila trebalo da ima daljinski upravljane oružne stanice sa mitraljezima 12,7 mm ili topom 30 mm.

Za potrebe ispitivanja u Finskoj, RCWS-30 je bio ugrađen na vozilo XA-360P-1, koji je prvobitno konfigurisan kao pretprodukcijski model oklopnog modularnog vozila Poljske. Prvi put RCWS-30 je prikazan na izložbi Eurosatory 2004, a zatim je bio ugrađen u Poljskoj na vozilu BWP-1M Puma, koji predstavlja poljska modernizovana verzija ruskog BMP-1. RCWS-30 je bio izložen i na izložbi Low Intensity Conflict 2005 u Tel Avivu, kada je bio ugrađen na američko borbena vozilo pešadije M2A3 Bradley.

M. K.

<<<◇>>>

JURIŠNI KARABINI SCAR-L I SCAR-H*

Karabine SCAR (Special Operations Forces Combat Assault Rifle) koriste američke snage za specijalne operacije umesto karabina M4A1.

Postoje dve verzije ove jurišne puške: SCAR-L (Mark 16 SCAR Light) i SCAR-H (Mk 17 SCAR Heavy). U sušti-



Karabin Mk 16 SCAR-L sa ugrađenim bacačem granata 40 mm i ostalom opremom specijalca

* Prema podacima iz INTERNATIONAL DEFENCE REVIEW, novembar 2005.

ni, obe imaju višekalibarske modularne mogućnosti sa 90% međusobno zamjenljivih delova. Ove dve varijante SCAR zamenjuju pet postojećih sistema streljačkog naoružanja koje koriste američke specijalne snage.

Karabini SCAR znatno poboljšavaju ukupne performanse prethodnih karabina. Njihov kundak je i teleskopski i preklapajući. Teleskopsko svojstvo je potrebno radi prilagođavanja različitim konfiguracijama lične opreme vojnika, oklopa ili odeće, što može zahtevati promene u položaju karabina s obzirom na rastojanje između korisnikovog ramena i okidača. Preklapajući kundak je pogodniji, jer omogućava specijalcima da otvaraju vatru i ispod odeće kada je kundak sklopljen, kao i za borbu iz vozila, helikoptera, s padobranom i u nekim drugim situacijama. Korisnik ima mogućnost da prilagodi kundak svom telu i postigne najbolju vidljivost, bez obzira na to da li je optički nišan ugrađen.

Rukohvat puške razvijen je uz primenu širokih antropometrijskih mera za određivanje oblika i veličina najpogodnijih za korisnika. Raspoloživi adapteri omogućavaju korisniku da podesi rukohvat prema svojoj ruci. Redizajnirani rukohvat nudi bolje upravljanje i kontrolu.

Upravljanje vatrom je optimizirano radi lakšeg angažovanja u borbi. Regulator paljbe pomera se od bezbednog položaja do poluautomatske i automatske paljbe i nazad za samo 90° i podešen je za obe ruke, za razliku od M4A1 kod koje je to za 180° i nije podešen za obe ruke. Takođe, i magacin je podešen za obe ruke i zaštićen od nenamernog vađenja.

Režim vatre iznosi samo 600 do 650 zrna u minuti, za razliku od 900 zrna kod M4A1. To ne samo što olakšava upravljanje oružjem, već stvara i kraći blesak pri paljbi.



Karabin Mk 16 SCAR-L sa sklopljenim kundakom

Poboljšanja na mehanizmima omogućila su da se razreše mnogi problemi uočeni kod prethodnih automatskih pušaka, uključujući zagrevanje i odvod gasova i, što je za korisnike posebno važno, ova puška se mnogo lakše čisti i održava nego M4A1.

Moguće je koristiti različite cevi, pri čemu je odlučujući faktor za zamenu potrebna preciznost. Standardna cev je dužine 353 mm, dok je cev od 251 mm optimalna za CQC ulaz, a cev dužine 457 mm kada se traži optimalna preciznost. Uz određena podešavanja moguća je i promena kalibra.

Obe varijante SCAR imaju 90% zajedničkih komponentata, što nikada dosad nije ostvareno s tako različitim kalibrima kao što su 5,56×45 mm i 7,62×51 mm. Jedini delovi koji su različiti za obe varijante su oni koji se odnose specijalno za kalibar, tj. prihvat cevi 5,56 mm ili 7,62 mm, okvira, glave zatvarača i otvora izbacivača. Okviri za metke su različiti, ali su znatno poboljšani u odnosu na dosa-



Prototip 5,56 mm SCAR-L (dole) i 7,62 mm SCAR-H (gore)

dašnje. Svaka verzija karabina SCAR biće opremljena sa po 10 okvira.

Cevi su predviđene za životni ciklus od 35 000 zrna, a vek upotrebe za ceo sistem za 90 000 zrna. Na kraju ciklusa, ili u slučaju neispravnosti, cevi se mogu zamijeniti za par minuta odvijanjem dva zavrtnja. Srednji broj zrna između dva zaštoja iznosi 2000 zrna.

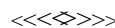
Firma FN Herstal razvila je i lanser granata za program SCAR. To je pojačani modularni bacač granata EGLM, koji se montira ispod cevi, otvara se strane, omogućava umetanje dugih granata 40 mm, može da se rukuje i desnom i levom rukom. Raspoloživi kundak omogućava samostalno korišćenje EGLM. Upravljanje vatrom je vrhunsko i ima laserski daljinomer s ugrađenom automatskom elevacijom. Kada je EGLM uperen nisko ili visoko – na končanici svetli crveni signal, a ako je usmeren na cilj – končanica svetli zeleno. Za skrivene ciljeve, ili one iza prirodnog zaklona, nišan daje rastojanje do cilja.

EGLM je kompatibilan s najnovijom programiranom municijom 40 mm koja eksplodira u vazduhu iznad cilja.

Uporedni podaci za karabine

	Mk 16 SCAR-L	Mk 17 SCAR-H
Kalibar	5,56 × 45 mm osnovni 6,8 × 43 mm moguć .50 Beowulf moguć	7,62 × 51 mm osnovni
Princip dejstva	6,5 Grendel moguć gas, selektor paljbe	moguć gas, selektor paljbe
Dužina, standardna	620 do 848 mm	769 do 995 mm
Dužina cevi	različita	različita
Masa prazne puške	3,5 kg	3,85 kg
Brzina vatre	600 zrna/min	600 zrna/min
Kapacitet okvira	30 zrna – standardni 100 zrna – po izboru (C-Mg)	20 zrna (7,62 × 51) 30 zrna (7,62 × 30)

M. K.



SISTEM SLS ZA OTKRIVANJE SNAJPERA*

Firma Rheinmetall Waffe Munition prikazala je svoje nove ručne sisteme SLS za lokaciju snajpera.

Kako se saznaje iz kompanije Schmidt & Bender, laserski skenirajući senzor sistema SLS može da otkrije nišan snajperske puške 12×50 mm na udaljenosti od preko 1000 m. Na isti način, ruski puščani nišani BKL6/PSO-1 i BKL42/PSO-4 mogu da se otkriju na udaljenosti većoj od 600 m odnosno 700 m, respektivno.

SLS je ručna, poput dvogleda, senzorska jedinica koja neprimetno skenira posmatrani prostor koristeći aktivni laser Class 3B, čija se energija reflektuje nazad u SLS kada naiđe na sklop optičkih sočiva tipičnih za snajperske nišane.

* Prema podacima iz INTERNATIONAL DEFENCE REVIEW, novembar 2005.

Pored ručnih verzija, Rheinmetall razvija i samostalne verzije bez posade, koje mogu da se ugrade na postolje ili na vozilo, i mogu da se integrišu u mrežu osmatračke i bezbednosne arhitekture.

Snajperskoj opasnosti od terorista ili pobunjenika uvek prethodi osmatranje optičkim instrumentima, pa je lokacija opasnosti pre opaljenja prvog zrna od suštinske važnosti, što je i bio razlog za razvoj sistema SLS.

Laserski senzor, koji napaja standardna AA baterija, može da otkrije snajperski nišan kada se nalazi i iza staklene površine unutar zgrade ili automobila.

Da bi korisnik pomoću SLS posmatrao prostor ispred sebe, on mora da drži dugme lasera uključeno. U slučaju da je snajperski nišan otkriven, njegova pozicija se ističe pomoću svetlosnog crvenog kvadratnog simbola, a upozorenje o tome pojačava se i zvučno. Laserski skenirajući senzor SLS može da se koristi i kao normalni teleskopski instrument za osmatranje.

M. K.

<<<<◇>>>>

NESAOSNI NIŠAN OAVD*

Odeljenje za kopnena dejstva australijske odbrambene naučne i tehnološke organizacije DSTO razvilo je optički nišanski dodatak koji omogućava strelcu da iz zaklona vidi i otvara vatru na ciljeve.

Nesaosni uređaj za osmatranje (izvan ose nišana) OAVD (Off-Axis Viewing Device) mala je osmatračka jedinica koja se sjedinjuje s postojećim optič-

* Prema podacima iz INTERNATIONAL DEFENCE REVIEW, septembar 2005.



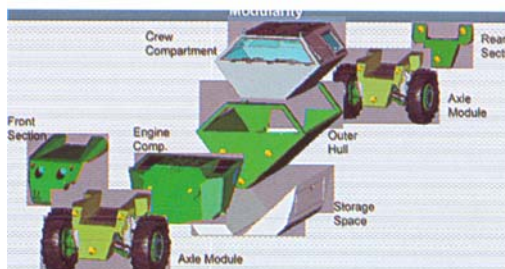
Uređaj OAVD u sklopu s optičkim nišanom

kim nišanom oružja, a sada se nalazi u početnoj fazi proizvodnje. Uređaj obezbeđuje prenošenje slike i njeno reflektovanje prema strelcu pod uglom od 50° od linije nišanja. To omogućava da glava i poprsje strelca pri dejstvu budu izvan linije vatre. Ovaj uređaj već koristi australijska pešadija u Avganistanu i Iraku.

Australijske oružane snage koristiće uređaj OAVD na standardnim puškama 5,56 mm F88 Steyr, lakom oružju za podršku 5,56 mm F89 Minimi i karabinima 5,56 mm M4. Uređaj OAVD, koji je razvijen početkom 2005. godine specijalno za desantne operacije u urbanim sredinama, ima duži okularni deo koji omogućava strelcu da skenira cilj iza zida, prepreke i iza ugla. Na početku namenjen kao alternativa kamerama i sistemima displeja, koji koriste baterije i zavise od kablova i opreme na vojniku, OAVD je sada samostalan uređaj u sastavu standardnog kompleta opreme vojnika, kojim se dopunjavaju mogućnosti streljačkog naoružanja koje je sada u upotrebi.

Masa uređaja iznosi oko 500 g, a dužina mu je 150 mm. Nosi se na uprtači ili priključen za nišan, pri čemu ne utiče na balans i rukovanje oružjem.

OAVD je prikladan za ugradnju na različite automatske puške 5,56 mm i 7,62 mm i konvencionalne mitraljeze. Hermetički je zatvoren i otporan na vodu i prašinu. Koristi optički sistem koji se sastoji od dva ovalna ogledala za prenošenje slike do strelca, jednostavan je za upotrebu i tačniji od elektronskog sistema koji je, takođe, ispitivao DSTO. OAVD može da se koristi i samostalno, a za te potrebe brzo se skida sa osnovnog nišana.



Prikaz modularnog vozila konfiguracije 4×4

M. K.



SISTEM OKLOPNOG MODULARNOG VIŠENAMENSKOG VOZILA*

Kompanija Rheinmetall Landsysteme radi na novom oklopnom vozilu točkašu koji će obezbeđivati posadi visok stepen održivosti na bojištu u odnosu na svoju masu. Demonstrator, pod oznakom AVS (Armoured Vehicle System) ili GeFaS (Geschutztes Fahrzeugsystem), očekuje se za dve do tri godine.

Projekat AVS koristi iskustva Južne Afrike u razvoju vozila otpornih na mine, koja su kombinovana sa tzv. „citadel“ pristupom kojim se naglašava zaštita odeljenja za posadu. To je dovelo do toga da AVS bude modularne konstrukcije, kako bi se olakšala primena električne transmisije s motorima smeštenim u nišama točkova.

* Prema podacima iz INTERNACIONAL DEFENCE REVIEW, septembar 2005.

Modul za posadu, na čijim se zaštitnim karakteristikama insistiralo, može da prihvati do šest osoba. Gornji deo bočnih strana dosta je iskošen radi bolje balističke zaštite i zaštite od bočne eksplozije, dok su donji delovi oklopa u obliku dubokog slova V, radi bolje zaštite od eksplozije mine, i odvojeni su od odeljenja za posadu radi smanjenja prenošenja udarnog talasa na posadu. Izvan donjih delova odeljenja za posadu nalaze se kontejneri za teret, što omogućava da se minimizira prostor odeljenja, a koji apsorbuju deo energije od eksplozije mine ili improvizovanih eksplozivnih naprava.

Ispred odeljenja za posadu nalazi se pogonski modul u kojem je dizel motor snage 410 do 440 kW (557 do 598 KS) i generator. Iza modula za posadu je teretni modul, a na obe strane AVS osovinski modul koji se sastoji i od dva točka sa sopstvenim motorima i ovešenjem.

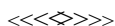
AVS je relativno dugačak, sa ukupnom dužinom 6,69 m i osovinskim rastojanjem 4,83 m, što ima prednosti pri eks-

ploziji ispod prednjih točkova koji su pri-
lično udaljeni od odeljenja za posadu.

Točkovi treba da se opreme neobič-
no širokim pneumaticima 415/80 R27, a
masa vozila bi trebalo da bude 12,5 t, sa
mogućim maksimumom od 17 t.

Pored osnovne verzije konfiguracije
4×4, AVS može da se proširi i na verzije
6×6 dodavanjem pozadi drugog osovinskog
modula, a dalje proširenje, do član-
kovitih 8×8 ili 10×10, moguće je doda-
vanjem dvoosovinskog modula na verzi-
je 4×4 ili 6×6, respektivno.

M. K.



OKLOPNO VOZILO PATRIA 6×6 AMV*

Finska kompanija Patria Vehicles je
na izložbi MSPO 2005 u Poljskoj (Kiel-
ce), obelodanila svoje najnovije oklopno
modularno vozilo konfiguracije 6×6. No-
vo vozilo ima oznaku XC-361P, gde se
XC u Finskoj odnosi na borbena vozila
pešadije – točkaše.

Najnovije vozilo predstavlja neznat-
no smanjenu varijantu vozila configura-
cije 8×8 AMV (Armoured Modular Ve-
hicle), kraće za 0,6 m (ukupna dužina 7,1
m), ali je po širini (2,8 m) i visini (2,3 m)
isto kao varijanta 8×8.

Vozilo 6×6 AMV ima maksimalnu
borbenu masu 19,5 t i u njega može da se
smesti deset članova. Pokreće ga turbo
dizel motor Scania DI 12-40AIE, koji u
kompletu sa automatskom transmisijom
ZF HP 902S Economat obezbeđuje mak-
simalni operativni radijus kretanja od
750 km.

* Prema podacima iz Jane's Defence Weekly, 21.
septembar 2005.

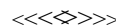


Borbena vozila Patria AMV 6×6

Prema podacima iz kompanije Pa-
tria, AMV 6×6 poseduje balistički oklop-
ni sistem koji može izdržati eksploziju
mina od 10 kg, iako se podrazumevalo
da, kao što je bio slučaj s poljskom vari-
jantom AMV 8×8, zbog ugrađene amfi-
bijske opreme to bude umanjeno.

U kompaniji ističu da poručio-
ci mogu kompletirati AMV 6×6 s različitim ti-
povima kupolica, sa posadom ili bez nje,
sa PT/PVO raketnim lanserima i drugom
namenskom opremom, uključujući i izvi-
đačke mogućnosti.

M. K.



MODERNIZOVANA RUMUNSKA BVP MLI-84M*

Početakom jula 2005. godine rumun-
ske kopnene snage primile su na opera-
tivnu upotrebu prva modernizovana bor-
bena vozila pešadije MLI-84 M. Vozila
će se ispitivati na vatrenom poligonu
Malina, posle čega će uslediti moderni-
zacija sa višenamenskim protivtenkov-
skim vođenim raketnim sistemima izrael-
ske firme Rafael Armament Develop-
ment Authority Spike LR.

Jedan kontingent ovih sredstava bi-
će raspoređen i u operacijama izvan zem-
lje.

* Prema podacima iz Jane's Defence Weekly, 20. jul 2005.

Program modernizacije vozila MLI-84 u konfiguraciju MLI-84M započet je 1997. godine. Procena je da će se za modernizaciju 180 vozila MLI-84 utrošiti oko 300 miliona USD.

Borbena vozila pešadije MLI-84 jeste rumunska verzija ruskog BMP-1, koje će modernizacijom u varijantu MLI-84M biti višestruko poboljšano.

Sa vozila je skinuta originalna kupola sa topom 73 mm, koaksijalnim mitraljezom 7,62 mm i ruskim sistemom protivtenkovskih vođenih raketa Maljutka, i zamenjena Rafaelovom spoljnom oružnom stanicom, naoružanom topom Oerlikon Contraves 25 mm KBA, koaksijalnim mitraljezom 7,62 mm PKT i sa dva lansera za modernizovani sistem Maljutka M2T. Pridodate su i dve kutije sa električno upravljanim lanserima dimnih granata 81 mm, a iznad zadnjeg odeljenja za vojnike zadržan je mitraljez 12,7 mm.

Postojeći dizel motor 8V-1240DT-S od 265 kW zamenjen je Perkinsonovim dizel motorom Caterpillar C9 od 294 kW.

Modernizovano vozilo opremljeno je i sistemom za detekciju i automatsko gašenje požara, kao i komunikacijskom opremom Harris.

M. K.

<<<◇>>>

IZRAELSKI OKLOPI EKSTRA ERA*

Izraelske firme Rafael Armament Development Authority i GDATP (General Dynamics Armament and Technical Pro-

* Prema podacima iz Jane's Defence Weekly, 3. avgust 2005.

ducts) sklopile su ugovor sa armijom SAD za opremanje borbenih vozila pešadije Bradley M2 kompletima druge generacije eksplozivnog reaktivnog oklopa (ERA) A2.



Borbena vozila Bradley M2 s okloпом ERA

Ugovor, vredan 38 miliona USD, pokriva opremanje 168 vozila kompletima ERA. Godinu dana posle početka operacije u Iraku, a na osnovu borbenih iskustava, armija SAD ispostavila je svoj prvi zahtev za zaštitu vozila Bradley raspoređenih u Iraku. Novi ugovor je treći po redu sa firmom GDATP od novembra 2004. godine. Prema dva prethodna ugovora, vredna 46 miliona dolara, kompleti ERA isporučeni su za 150 borbenih vozila pešadije.

Novi oklop ERA obezbeđuje zaštitu od najvećeg broja visokoeksplozivnih protivtenkovskih projektila, uključujući i granate RPG-7, a otporan je i na vatru iz streljačkog naoružanja.

Ovaj oklopni paket sastoji se od 106 oklopnih pločica koje su frontalno raspoređene (26 komada M3 i 9 M4), bočno (55 komada M5) i na kupoli (8 komada M6 i 8 M7).

Druga generacija oklopa ERA, koja je razvijena radi povećanja bezbednosti vojnika, ima istu masu i razmere kao i raniji sistemi i mogu da ih zamene. Rafael-

lovim sistemima ERA druge generacije opremljeni su i hrvatski tenkovi Degman kao i slovenački T-55. Kompanija Rafael razvija i lakše verzije oklopa ERA za laka oklopna vozila Stryker 8 × 8 i oklopne transportere M113.

M. K.

<<<<◇>>>>

TESTIRANJE NOVE ORBITALNE RAKETE U IZRAELU*

Izrael je testirao novu orbitalnu raketu koju je razvila njihova vazduhoplovna industrija IAI (Israel Aircraft Industries). Ova raketa veća je od prethodne trostepene rakete na čvrsto gorivo Shavit, a lansirana je bez opterećenja 12. jula iz avio-baze Palmahim, južno od Tel Aviva. Ona bi trebalo da ima veću nosivost korisnog tereta nego što ima raketa Shavit, za koju se veruje da ima maksimalnu korisnu nosivost 300 kg.

Kao i kod svih prethodnih izraelskih orbitalnih ispitivanja, i ovom prilikom raketa je lansirana sa mediteranske obale, kako bi se osiguralo da početna putanja bude iznad mora.

Novu lansirnu raketu razvila je i proizvela IAI u saradnji sa kompanijom Givon Division iz izraelske vojne industrije (IMI) koja je razvila raketni motor.

Prethodna raketa Shavit korišćena je za lansiranje serije od šest izraelskih izviđačkih satelita, Ofeq, kada je ostvareno samo 50% uspešnosti. Program Ofeq pretrpeo je glavni neuspeh u septembru 2004. godine kada je modernizovani satelit Ofeq 6 „nestao“ za vreme lansiranja. Loše funkcionisanje potisnih motora sa-

telita, koje je usledilo između drugog i trećeg stepena, onemogućilo je izbacivanje satelita u orbitu.

Njegov prethodnik, Ofeq 5, koji je lansiran 2002. godine, pred završetkom je svog životnog veka i Izrael žuri da završi Ofeq 7, kako bi obezbedio kontinuitet obaveštajnog pokrivanja.

Lansirna raketa Shavit je izvedena iz izraelske dvostepene balističke rakete srednjeg dometa Jericho 2, ima domet oko 1400 km.

Ranije je već objavljeno da Izrael razvija četverostepenu raketu Jericho 3, sa tri stepena na čvrsto gorivo i četvrtim sa dvostrukim pogonom, sposobnom za domete preko 3000 km. Nagovešteno je da IAI razvija i četverostepenu komercijalnu verziju rakete Shavit, pod nazivom NEXT, koja bi bila sposobna za lansiranje većih korisnih tereta.

M. K.

<<<<◇>>>>

OMETAČI IMPROVIZOVANIH EKSPLOZIVNIH NAPRAVA*

Ministarstvo odbrane SAD nabavlja 10 000 novih ometača bombi i improvizovanih eksplozivnih naprava (IEN) koje se postavljaju uzduž puteva, od kojih je stradalo najviše njihovih vojnika u Iraku.

Uredaj, nazvan Warlock Blue, vojnici mogu da nose poput zaštitnog prsluka, za razliku od ometača koji se ugrađuju na vozila i koriste u sklopu opreme za protivdejstva.

Ovi sistemi blokiraju radio-predajnike koje protivnici koriste za daljinsko aktiviranje eksplozivnih naprava u mo-

* Prema podacima iz Jane's Defence Weekly, 20. jul 2005.

* Prema podacima iz Jane's Defence Weekly, 29. jun 2005.

mentu prolaza američkih ili koaliционih jedinica.

Uređaj Warlock Blue je univerzalni, a može se koristiti i ugrađen na vozila i kao individualni uz vojnika, za razliku od sadašnjih uređaja koji su mobilni i zahtevaju napajanje električnom energijom sa vozila.

Novi uređaji uspešno su testirani protiv deset do sada poznatih IEN male snage, kojima se upravlja radiom, a onemogućavaju se na principu ometanja frekvencija na kojima rade.

Američka Vazduhoplovna istraživačka laboratorija (AFRL) ugovorila je razvoj i sledećih sistema za pariranje IEN, koji koriste mikrotalase velike snage za izazivanje detonacije pre nego što nađu vozila sa vojskom. Taj sistem, nazvan Scorpion, testiran je na poligonima u Arizoni gde je i pokazao efikasnost protiv 74% IEN. Sada se već radi na novom, manjem, ali robustnijem uređaju Scorpion II, slične tehnologije. Nije poznato kada se planira usvajanje ovih uređaja i uvođenje u upotrebu.

M. K.

<<<<>>>>

LAKI IZVIĐAČKI HELIKOPTER ANSAT-2R*

Novi ruski laki naoružani izviđački helikopter Kazan Ansat-2R imao je svoj prvi javni let na moskovskoj avio-izložbi MAKS 2005. Helikopter je prikazan predstavnicima oko 12 zemalja, uglavnom iz Azije i Afrike, za vreme konferencije operatora helikoptera Mi-8 i Mi-17 izrađen u Kazanu.

* Prema podacima iz Jane's Defence Weekly, 10. avgust 2005.



Helikopter Ansat-2R

Prikazani Ansat-2 konstruisan je sa motorom, transmisijom i rotorom skinutim sa prvog letećeg prototipa Ansat. Pilotski kokpit potpuno je opremljen, dok su kokpit operatora oružja, kao i sistemi oružja prikazani kao modeli.

Helikopter je opremljen elektrooptičkom kupolicom ispod prednjeg trupa i kratkim bočnim krilima na trupu sa četiri pajlona.

U toku prezentacije pajloni su bili popunjeni sa dve rakete kratkog dometa vazduh-vazduh 9M39 Igla, malim bombama i sa dva raketna lansera 80 mm sa po šest zrna. Na desnom boku helikoptera ugrađen je fiksni teški mitraljez 12,7 mm, dok je drugi fleksibilni montiran na prozoru malog transportnog odeljenja na zadnjem delu helikoptera. Lanseri UV-26 ugrađeni su sa strana u trupu.

Helikopter Ansat-2R ima poletnu masu 3500 kg, a pogone ga dva motora kanadske kompanije Pratt & Whitney PW207K, od kojih svaki ima po 523 kW. Helikopter može postići brzinu od 300 km/h i dolet 650 km.

Razvoj Ansata započeo je 1993. godine modelima koji su se suštinski razlikovali od današnjeg Ansat-2R, a prikazivan je na brojnim avio-izložbama. Tako je na izložbi MAKS 2001 prikazan osma-

trački helikopter Ansat-2, od kojih su prva tri proizvedena helikoptera isporučena Južnoj Koreji u decembru 2004. godine.

Varijanta helikoptera Ansat-U odabrana je kao laki trenažni helikopter za vazduhoplovne snage Ruske Federacije, a razvija se i nova varijanta pod oznakom Ansat-3, čija je masa oko 6000 kg.

M. K.



BESPILOTNA LETELICA GLOBAL OBSERVER*

Kompanija Aero Vironment obelodanila je rad na projektu bespilotne izviđačke letelice za velike visine, nazvane Global Observer (Globalni posmatrač), kojom je moguće dejstvovati u vazдушnom prostoru duže od sedam dana zahvaljujući korišćenju pogonskog sistema na tečni vodonik.

Sačinjen je umanjeni model letelice i izvršeni letovi preko Zapadne američke pustinje. Kompanija se obratila Ministarstvu odbrane SAD da finansijski podrži izradu modela u prirodnoj veličini. Smatra se da će Global Observer zadovoljiti nove zahteve Ministarstva odbrane za bespilotnom letelicom za velike visine, velike izdržljivosti a koja bi dejstvovala kao pseudo satelit za prenos podataka, video i govornih komunikacija i omogućili komandantima na bojištu snimke sačinjene kamerom i radarom kao i informacije o vremenu.

Global Observer bi u stvarnoj veličini imao raspon krila između 45,7 i 76 m, i mogao bi da nosi koristan teret mase od 227 do 454 kg, zavisno od dimenzija letelice.

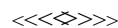
* Prema podacima iz Jane's Defence Weekly, 6. jul 2005.

Nakon finansijskog pokrića, letelica bi mogla da se konstruiše za 18 meseci, a nakon toga bila bi operativna za šest meseci.

Tečni vodonik daje trostruko veću energiju po jedinici mase u odnosu na fosilna goriva, tako da bi održivost u vazдушnom prostoru trebalo da bude tri puta duža nego što to mogu bilo koje druge bespilotne letelice iste klase.

Konstrukcija ove letelice omogućava stabilan let pri čeonom vetru i brzinu krstarenja od oko 110 čvorova.

M. K.



MINIJATURNE BESPILOTNE LETELICE KOLIBRI*

Kompanija Rheinmetall Defence Electronics (Bremen, Nemačka) razvija minijaturne bespilotne letelice s vertikalnim uzletanjem i sletanjem namenjene za ratovanje u urbanim sredinama. Ove letelice, mase 1,6 kg, pod nazivom Kolibri 60, dizajnirane su kao kvadrokopter, oblika frizbija, čiji je prečnik 60 cm.

Razvoj se odvija kontinuirano i do septembra 2005. rešena je integracija na letelicu modularnog korisnog tereta od 350 g, a dostignuta je izdržljivost u letu od 20 minuta.

Video zapisi kompanije Rheinmetall pokazali su da je prototip Kolibri 60 uz pomoć daljinskog upravljanja uspešno leteo i između stabala u šumskim područjima. Prvi samostalan let planira se pre kraja 2005. godine.

* Prema podacima iz INTERNATIONAL DEFENCE REVIEW, novembar 2005.



Prototip mini bespilotne letelice Kolibri 60

Predviđeno je da se Kolibri 60 lansiraju i štiti sa oklopnih vozila, kao što su Fenek, Dingo ili Fuchs. Ukupan sistem je prevelik da bi ga nosio i njime upravljao jedan vojnik.

Sistem Kolibri 60 treba da sadrži dve letelice, laptop i jedinicu za daljinsko upravljanje, antenu za telemetriju i upravljanje, drugu antenu za prijem slike, četiri baterije i punjač baterija 12/230 V, tri modularna korisna tereta (TV, TV sa zumom i IC kamera) i tri kompleta od četiri propelera: jedan za upotrebu na nivou mora, jedan za visine od oko 750 m (2500 ft) i jedan za visine oko 1500 m (5000 ft).

Osnovni operativni zahtevi za izradu ove letelice bili su: domet od 10 km; mogućnost leta pri brzini vetra 5 m/s, po kiši i temperaturama između -20°C i $+75^{\circ}\text{C}$; otpornost na ometanje; mogućnost rada do 15 m unutar objekta.

Takođe, zahtev je da jedan vojnik može da upravlja sa četiri takve letelice. Kolibri 60 treba da uzleti vertikalno do visine od oko 100 m (330 ft), nakon čega može da primi zadatak putem komandnog linka. Prema željenom cilju kreće se koristeći putne tačke GPS, a kada ulazi u objekte njime upravlja operator.

Letelica može da lebdi iznad cilja ili ispred prozora kako bi snimila unutrašnjost objekta. Može da se spusti blizu tačke interesovanja i zatim zumira cilj u režimu koji zahteva operator.

Podizanje letelice i spuštanje nazad na krov vozila odvija se bez izlaska operatora, i niko ne mora da izlazi iz vozila da bi je pronašao, što je naročito važno za minirane prostore. Posle prizemljenja letelica je spremna za naredne zadatke, nakon što se napune baterije.

M. K.



PROBLEMI S DODATNIM OKLOPOM*

Prema nedavnom izveštaju armije SAD, koji je pripremio Centar za armijsku obuku, zaključeno je da dodatni oklop za oklopna vozila Stryker 8x8, koja se koriste u Iraku, obezbeđuje efikasnu zaštitu samo za oko 50% ispaljenih raketnih granata. Mada je armija SAD mnogo investirala u vozila Stryker, dodatni rebrasti oklop nije uvek efikasan. Najčešće pogrešna predstava o rebrastom dodatnom oklopu jeste da on kao prostorna prepreka primorava granate RPG-7 da se aktiviraju ispred osnovnog oklopa vozila Stryker, znatno smanjujući mogućnost njegovog probijanja. Takav stav ignoriše činjenicu da bi za smanjenje sposobnosti proboja RPG-7 do nivoa da ne može probiti oklop Strykera, njegova detonacija trebalo da se dogodi na rastojanju većem od 1 m od oklopa vozila. Ali, pri detonaciji na udaljenosti čak 900

* Prema podacima iz INTERNATIONAL DEFENCE REVIEW, avgust 2005.

mm od oklopa, PRG-7 još uvek može da probije 80 do 90 mm valjanog homogenog oklopa, dok pri detonaciji na optimalnom rastojanju prosečno probija oklop debljine 320 mm.

Međutim, dodatni oklop je udaljen od osnovnog oklopa vozila samo 254 mm (10 inča), što je nedovoljno da bi se potpuno sprečilo njegovo probijanje, iako su poboljšanja sa keramičkim materijalima smanjila broj krhotina i povećala bezbednost ljudstva koje se nalazi u blizini vozila. Ipak, ponegde se navodi da je funkcija pločastog dodatnog oklopa da izazove detonaciju granata RPG-7 pre nego što one dotaknu oklop vozila i prodru u njega. U stvari, slučaj je obrnut: dodatni oklop treba da spreči detonaciju granata. Izrada dodatnog oklopa bazira se na posebnim konstruktivnim osobenostima granata RPG-7. Vrh granate sastoji se od dva koncentrična konusa koji čine deo električnog kola između udarnog senzora na vrhu nosa i upaljača smeštenog iza kumulativnog punjenja. Ako granata udari u cilj tako da njene bočne strane udare pre vrha nosa, upaljač se kratko spoji zbog zgnječanih koncentričnih konusa između kojih se uspostavlja kontakt, zbog čega ne dolazi do detonacije kumulativnog punjenja. Da bi se to ostvarilo, pločice dodatnog oklopa postavljaju se na udaljenost od osnovnog oklopa 2,5 inča, što je manje od prečnika granate RPG-7. Kao posledica toga, kada granata uleti u procep između pločica, jedna ili druga strana njenog nosa udariće u pločicu i kumulativno punjenje neće detonirati.

Međutim, umesto leta pravo ka procepu između dve pločice, neke granate prvim hicem pogađaju rubove pločica vrhom nosa, izazivajući detonaciju kumu-

lativnog punjenja, uz ozbiljne posledice za vozilo koje se štiti tim dodatnim oklopom. Osim toga, malo je verovatno da će najveći broj granata leteti baš paralelno sa pločicama, već će ih mnogo češće pogađati pod uglom, kada je udarna površina mnogo veća, a time i veće šanse da se kumulativno punjenje aktivira.

Sličan efekat ostvarili su i pobunjenici koji su u nekim slučajevima stavljali dodatne diskove na čelo granata, povećavajući tako njihovu udarnu zonu i adekvatno uvećavali šanse za detonaciju.

Pored toga, neke granate RPG-7, koje nisu ruskog porekla, ne koriste koncentrične konuse kao deo svog upaljačkog sistema, tako da i drobljenje bočnih strana nosa neće dovesti do onesposobljenja.

Sve to ukazuje na ozbiljne nedostatke dodatnog oklopa koji se koristi protiv granata RPG-7, što se i potvrdilo na ratištu u Iraku.

M. K.

<<<<◇>>>>

POBOLJŠANI EKSPLOZIVNI REAKTIVNI OKLOP*

Izraelska kompanija Rafael proizvodi novi oblik eksplozivnog reaktivnog oklopa (ERA), koji predstavlja četvrtu generaciju ove vrste oklopa firme Rafael. U nju su ugrađene nove karakteristike i iskustva stečena na ranijim verzijama.

Najznačajnija nova karakteristika je upotreba inovativnog niskožapaljivog eksploziva LBR (low-burning rate), koji se ponaša kao inertni materijal pri transportu, skladištenju i održavanju, ali

* Prema podacima iz INTERNATIONAL DEFENCE REVIEW, novembar 2005.



Borbeno vozilo pešadije CV90 s neosetljivim reaktivnim oklopom

ostvaruje punu energiju pri dejstvu mlaza kumulativnog punjenja. To je postignuto eksplozivom kategorije 1,5 D s veoma niskim rizikom, a takav oklop je nazvan neosetljivi reaktivni oklop.

Novi oklop je lakši za upotrebu i zahteva mnogo manje restrikcije i opreznosti nego raniji tipovi oklopa ERA. Manje žestoka reakcija LBR eksploziva pomaže da se smanji i kolateralna šteta kada se oklop aktivira.

Eksploziv LBR ugrađen je u hibridni tip reaktivnog oklopa s kojim je firma Rafael takođe prednjačila pre nekoliko godina. U tom „sendvič“ reaktivnom oklopu eksplozivni međusloj je kombinovan s inertnim međuslojem koji razbija frontalni deo kumulativnog mlaza. Inertni deo hibridnog oklopa smanjuje i udar zadnje ploče i blesak eksplozivnog sendviča na vozilu na kojem



Oklopni transporter M113 s neosetljivim reaktivnim oklopom

je hibridni oklop ugrađen, tako da je pogodan za upotrebu i na vozilima sa tanjim oklopom, za razliku od jednostavnih tipova oklopa ERA. Sve to čini hibridni reaktivni oklop veoma pogodnim za upotrebu na lakim i srednjim oklopnim vozilima kao zaštita od kumulativnog oružja, što nijedan drugi oklop danas ne može da obezbedi.

Neosetljivi reaktivni oklop firme Rafael obezbeđuje zaštitu ne samo od ručnih kumulativnih granata, poput RPG-7, već i protiv pancirnih projektila malog kalibra i parčadi artiljerijskih granata i bombi.

Hibridni reaktivni oklop firme Rafael već se uspešno primenjuje za zaštitu američkih borbenih vozila pešadije Bradley u Iraku, gde su neki od njih izdržali napad višestrukih udara sa RPG-7.



Oklopni transporter FV432 s neosetljivim reaktivnim oklopom

Sledeće potencijalne primene neosetljivog reaktivnog oklopa uključuju borbeno vozilo pešadije CV90 Hägglunds. Demonstracija na tipu CV9035 održana je na nedavnoj izložbi DSEI u Londonu, pri čemu je zaštićena i kupola i oklop. Ukupna masa vozila povećana je za 4 t i iznosila je 32 t.

Neosetljivi reaktivni oklop primenjen je i na oklopnim transporterima britanske vojske FV432 i M113. Transporter FV432 i demonstrator za M113, prikazani na izložbi, imali su rebrasti oklop kojim se smanjuje verovatnoća da budu oštećeni

delovi transmisije pri udaru granata RPG-7. U principu, rebrasti oklop je sličan onom koji je ugrađen na oklopni transporter Stryker, ali se sastoji od okruglih rebara umesto pločastih, što se pokazalo efikasnijim protiv dejstva granata RPG-7.

M. K.

<<<<◇>>>>

USAVRŠAVANJE ROBOTA ZA UKLANJANJE BOMBI*

Danas, kada Armija SAD u Iraku uveliko uvodi u upotrebu robote za uklanjanje bombi, već se radi na njihovom daljem poboljšanju.

Stotine robota Foster-Miller Talon IV i Pack Bot EOD je već u Iraku i Avganistanu, a Ministarstvo odbrane SAD je odobrilo i kompletnu novu proizvodnju.

Formalno, program prenosnih robota nazvan je MTRS (Man Transportable Robotic System). Neka od poboljšanja na MTRS uključuju povećanje mogućnosti robota da otkriju hemijske i nuklearne materijale, deaktiviraju bombe i samostalno se penju uz stepenice. Kontinuirano se radi na integraciji detektora i senzora sa svim ostalim delovima.

Iako roboti sada mogu deaktivirati neeksplozivne bombe, npr. donošenjem i postavljanjem blizu bombe punjenja C-4, nastoji se da se obezbede elegantniji alati i tehničke mogućnosti za njihovo onespособljavanje.

Jedan od ciljeva je da se ugradi razbijač RE1212 Disrupter, koji može da ispaljuje različita zrna i 12-kalibarsku municiju, ili mlaz vode od 140 ml kako bi pokrenuo nepokretnu bombu. RE1212

Disrupter razvila je firma Richmond Electronics kao bestrzajnu verziju neelektričnog razbijača koji je ranije razvijen u Sandia National Laboratories. Takođe, radi se i na robotima sposobnim da koriste termička punjenja za deaktiviranje upaljača bombi i otkrivanje bioloških agensa.

Drugi novi sistem, Bombat, takođe, napreduje i ima šansu da postane dobitni program. Bombat je mnogo manji (11 kg) i jeftiniji robot, izrađen na osnovu daljinski upravljane igračke kamiona. Razvila ga je Vazduhoplovna istraživačka laboratorija i Ministarstvo odbrane s ciljem da se 2500 primeraka primeni na ratištu u Iraku.

M. K.

<<<<◇>>>>

PROTOTIP INŽINJERIJSKOG BORBENOG VOZILA TERRIER*

Kompanija BAE Systems, iz čije je fabrike u Leicesteru u Engleskoj, zvanično izašao prototip novog borbenog inženjerskog vozila Terrier, započela je fabrička ispitivanja.

Oko 90% delova vozila je iz Velike Britanije, a gde god je to bilo moguće korišćeni su komercijalni podsistemi, što je uveliko smanjilo ukupnu cenu i povećalo pouzdanost. Tu spadaju dizel motor Caterpillar C18 od 552 kW (750 KS) serijska automatska transmisija Allison X300, oprema kopača, čekrk i hidraulično ovešanje na bazi ovešenja samohodnog artiljerijskog oruđa 155 mm AS90.

Posle prvog prototipa uslediće četiri predserijska vozila i između 60 i 65 serij-

* Prema podacima iz Jane's Defense Weekly, 21 septembar 2005.

* Prema podacima iz INTERNATIONAL DEFENCE REVIEW, septembar 2005.



Prototip inženjerskog borbenog vozila Terrier

skih. Planira se da prvih 20 vozila bude isporučeno Kraljevskoj inženjeriji Velike Britanije krajem 2008. godine.

Standardnu opremu ugrađenu na Terrier činiće i uređaj za dnevno-noćno osmatranje, digitalni komunikacijski sistem Bowman, sistem za NHB zaštitu, poput Titana i Trajana, a postojeće i mogućnosti daljinskog upravljanja vozilom u zonama visokog rizika. Od naoružanja imaće mitraljez opšte namene 7,62 mm i lanser dimnih granata. Obezbeđen je visok nivo zaštite od streljačkog naoružanja, parčadi granata i mina.

Za obavljanje specijalnih inženjerskih zadataka, Terrier je opremljen hidrauličnim čekrkom i produžnom rukom, koja je ugrađena napred s desne strane oklopa, i može da se preklopi unazad kada nije u upotrebi. Na produžnu ruku mogu da se dodaju različiti dodaci, uključujući kašiku bagera, čekić ili bušać.

Na prednji deo ugrađen je hidraulični dozer, koji može brzo da se ukloni i na njegovo mesto ugrade razni dodaci, uključujući viljuškar, površinski polagač mina, rasparač puteva i polagač pruga.

Terrier može da vuče i oklopnu inženjersku prikolicu AVRE, ili prikolicu koja nosi lansirni raketni sistem za čišćenje mina Python.

Tipični zadaci ovog vozila su kopanje rovova za oruđa-vozila i tranšeja, kao i čišćenje ili zaštita maršruta.

Terrier treba da zameni do sada upotrebljavani inženjerski traktor FV180, koji se proizvodi od 1978. godine.

M. K.

