



2
2011

VOJNOTEHNIČKI glasnik

NAUČNI ČASOPIS
MINISTARSTVA ODBRANE REPUBLIKE SRBIJE



ISSN 0042-8469



www.vtg.mod.gov.rs

2

UDC 623 + 355/359

GODINA LIX APRIL-JUN 2011.

MINISTARSTVO ODBRANE REPUBLIKE SRBIJE

MEDIJA CENTAR „ODBRANA“

DIREKTOR

Slavoljub M. Marković, potpukovnik

ODSEK ZA IZDAVAČKU DELATNOST

GLAVNI UREDNIK

Dragana Marković

ODGOVORNI UREDNIK

mr *Nebojša* Gaćeša, potpukovnik

e-mail: nebojsa.gacesa@mod.gov.rs

tel.: 011/3349-497, 064/80-80-118

UREĐIVAČKI ODBOR

Brigadni general dr *Danko* Jovanović, dipl. inž. (predsednik Odbora); brigadni general dr *Mladen* Vuruna, dipl. inž.; brigadni general dr *Bojan* Zrnić, dipl. inž.; pukovnik dr *Slobodan* Ilić, dipl. inž. (zamenik predsednika Odbora); pukovnik dr *Branislav* Jakić, dipl. inž.; pukovnik dr *Jugoslav* Radulović, dipl. inž.; pukovnik dr *Marko* Andrejić, dipl. inž.; pukovnik dr *Goran* Dikić, dipl. inž.; pukovnik dr *Željko* Ranković, dipl. inž.; pukovnik dr *Zoran* Rajić, dipl. inž.; pukovnik *Zoran* Patić, dipl. inž.; dr *Dragoljub* Vujić, dipl. inž.; dr *Slobodan* Jaramaz, dipl. inž.; dr *Zoran* Filipović, dipl. inž.; dr *Miljko* Erić, dipl. inž.; dr *Mladen* Pantić, dipl. inž.; potpukovnik mr *Nebojša* Gaćeša, dipl. inž. (sekretar Odbora)

Adresa redakcije:

VOJNOTEHNIČKI GLASNIK,

Braće Jugovića 19, Beograd

<http://www.vtg.mod.gov.rs>

<http://scindeks.nb.rs/journaldetails.aspx?issn=0042-8469>

e-mail: vojnotehnicki.glasnik@mod.gov.rs

Pretplata: e-mail: pretplata@odbrana.mod.gov.rs;

tel.-fax: 011/3241-009; tekući račun: 840-49849-58

Rukopisi se ne vraćaju

Časopis izlazi tromesečno

Prvi štampani broj Vojnotehničkog glasnika objavljen je 1. 1. 1953. godine.

Prvo elektronsko izdanje Vojnotehničkog glasnika na internetu objavljeno je 1. 1. 2011. godine.

Štampa: Vojna štamparija – Beograd, Resavska 40b

e-mail: vojsta@sezampro.rs

SADRŽAJ

NAUČNI ČLANCI

Jerković D. <i>Damir</i> Regodić B. <i>Dušan</i> Uticaj aerodinamičkih koeficijenata na elemente putanje klasičnog projektila	5–28
Donevski V. <i>Dragan</i> Metodologija izbora naoružanja za primenu na lakim terenskim točkaškim vozilima	29–40
Grkić R. <i>Aleksandar</i> Duboka V. <i>Čedomir</i> Krsmanović M. <i>Milan</i> Modeliranje procesa promene stepena prenosa u planetarnim menjačkim prenosnicima motornih vozila	41–59
Ilić M. <i>Slaviša</i> Radosavljević R. <i>Vladan</i> Unapređenje praćenja kvantitativnog stanja mirnodopskih zaliha pogonskog goriva na pumpnim stanicama	60–77

STRUČNI ČLANCI

Manjak M. <i>Mladen</i> Miletić M. <i>Slobodan</i> Predlog koncepta komandno-informacionog sistema brigade KoV Vojske Srbije	78–93
Sokolović S. <i>Vlada</i> Oklopčija N. <i>Milan</i> Marković B. <i>Goran</i> Izbor metoda sinhronizacije signala u softverskom GPS prijemniku	94–110
Markagić S. <i>Milorad</i> Osnovne funkcije elemenata telekomunikacionog kanala za uspešan prenos poruka	111–119
Majkić Đ. <i>Zoran</i> Vukčević S. <i>Novak</i> Analiza vrsta i lokacija veza i nekih konstruktivnih zahteva pri ugradnji različitih tipova nadgradnji na transportna vozila	120–141
Andrejić D. <i>Marko</i> Đorović D. <i>Boban</i> Pamučar D. <i>Dragan</i> Upravljanje projektima po pristupu projekt menadžmenta	142–157
Borisov A. <i>Mirko</i> Banković D. <i>Radoje</i> Primena GIS sa aspekta multifunkcionalnosti	158–174
Gošić M. <i>Aleksandar</i> X Međunarodni simpozijum „Prevencija saobraćajnih nezgoda 2010“	175–177
SAVREMENO NAORUŽANJE I VOJNA OPREMA	178–187
POZIV I UPUTSTVO AUTORIMA	188–198

CONTENTS

SCIENTIFIC PAPERS

Jerković D. <i>Damir</i> Regodić B. <i>Dušan</i> The influence of aerodynamic coefficients on the elements of classic projectile paths	5–28
Donevski V. <i>Dragan</i> Methodology for the selection of weapons mounted on light terrain wheeled vehicles	29–40
Grkić R. <i>Aleksandar</i> Duboka V. <i>Čedomir</i> Krsmanović M. <i>Milan</i> Modeling of the process of gear shifting in planetary gear trains of motor vehicles	41–59
Ilić M. <i>Slaviša</i> Radosavljević R. <i>Vladan</i> Improving the monitoring of quantitative conditions of peacetime fuel stocks at pumping stations	60–77

PROFESSIONAL PAPERS

Manjak M. <i>Mladen</i> Miletić M. <i>Slobodan</i> Proposal of a concept of the land brigade C4ISR system	78–93
Sokolović S. <i>Vlada</i> Oklopčija N. <i>Milan</i> Marković B. <i>Goran</i> Selection of the signal synchronization method in software GPS receivers	94–110
Markagić S. <i>Milorad</i> Basic functions of telecommunication channel elements for successful information transmission	111–119
Majkić Đ. <i>Zoran</i> Vukčević S. <i>Novak</i> Analysis of connection element classes and locations and of some structural requirements for the mounting of different superstructure types on transport vehicles	120–141
Andrejić D. <i>Marko</i> Đorović D. <i>Boban</i> Pamučar D. <i>Dragan</i> Managing projects using a project management approach	142–157
Borisov A. <i>Mirko</i> Banković D. <i>Radoje</i> Application of GIS from the multifunctionality aspect	158–174
Gošić M. <i>Aleksandar</i> X International symposium „Road accidents prevention 2010“	175–177
MODERN WEAPONS AND MILITARY EQUIPMENT	178–187
CALL FOR PAPERS AND INSTRUCTIONS FOR AUTHORS	188–198

NAUČNI ČLANCI

UTICAJ AERODINAMIČKIH KOEFIICIJENATA NA ELEMENTE PUTANJE KLASIČNOG PROJEKTILA

Jerković D. *Damir*, Vojna akademija, Katedra vojnih mašinskih sistema, Beograd,
Regodić B. *Dušan*, Univerzitet Singidunum, Fakultet za poslovnu informatiku, Beograd

UDC: 623.466.3

Sažetak:

U radu su prikazani rezultati istraživanja uticaja vrednosti aerodinamičkih koeficijenata i derivativa aerodinamičkih koeficijenata na elemente putanje i parametre stabilnosti kretanja klasičnog osnosimetričnog projektila. Date su zavisnosti aerodinamičkih koeficijenata od aerodinamičkih parametara i oblika aerodinamičke konfiguracije. Predstavljene su elementi putanje modela klasičnog osnosimetričnog projektila i analiza promene u odnosu na vrednosti aerodinamičkih koeficijenata.

Ključne reči: klasičan osnosimetričan projektil, aerodinamički koeficijenti, derivativi aerodinamičkih koeficijenata, elementi putanje, parametri stabilnosti, napadni ugao.

Uvod

Klasičan projektil, kao rotaciono kruto telo definisanih geometrijskih i dinamičkih karakteristika, bez dodatnih aerodinamičkih površina, nema dodatni energetske resurs tokom kretanja u vidu reaktivne sile (raketnog motora) i svoju stabilnost tokom leta obezbeđuje ugaonom brzinom oko glavne uzdužne ose (dinamičkom i žiroskopskom stabilnošću). Oblik klasičnog osnosimetričnog projektila je tokom godina evoluirao u skladu sa tehničko-tehnološkim razvojem društva i razvojem naučno-tehničkih i vojnotehničkih disciplina.

Klasični osnosimetrični projektili ostvaruju kretanje u atmosferi samo na osnovu polaznog energetskog resursa u vidu početne brzine, tako da je pored dejstva sila Zemljine teže, najznačajniji uticaj na kretanje otpor vazduha, odnosno aerodinamička sila i njen moment. Bezdimenziono predstavljene komponente ukupne aerodinamičke sile i momenta, aerodinamički koeficijenti, zavise od brzine kretanja tela, odnosno brzine strujanja, karaktera strujanja, uslovljenog oblikom i položajem tela u struji, te od ugaonih brzina tela. Funkcionalna zavisnost aerodinamičkih koeficijenata od pojedinih uticajnih parametara, odnosno njihov izvod, kao što su napadni ugao, komponente ugaonih brzina tela, predstavlja se derivativima aerodinamičkih koeficijenata [1].

Poznavanje vrednosti aerodinamičkih koeficijenata, odnosno njihovih funkcionalnih delova, predstavlja potpuno određenje aerodinamičkog opterećenja (sile i momenta), koje deluje na klasičan osnosimetričan projektil. Poznavanje aerodinamičke sile i momenta, uz poznato dejstvo gravitacione i Koriolisove sile, u pretpostavljenim atmosferskim uslovima, omogućuje rešenje modela kretanja osnosimetričnog projektila. Rešenje modela treba da da potpunu sliku kretanja (položaj, brzina, vreme) i stabilnosti tokom leta (orijentacija i uglovni položaj tela). Model kretanja projektila, koji omogućava potpunije sagledavanje kretanja tela sa analizom njegove stabilnosti, jeste model leta sa šest stepeni slobode kretanja [2]. Ovaj model omogućava izučavanje prostornog složenog kretanja klasičnog osnosimetričnog projektila. Rešenjem postavljenog modela kretanja, za poznate aerodinamičke karakteristike projektila, određuju se elementi putanje projektila.

Problem kretanja projektila svodi se i na definisanje parametara stabilnosti projektila i uslova pod kojima se stabilnost ostvaruje, izučavanje uticaja konstruktivnih karakteristika, početnih uslova kretanja i parametara atmosfere na kretanje projektila, te primena i razvoj eksperimentalnih metoda za određivanje veličina koje karakterišu putanju i uslove leta projektila. Posebno značajno je određivanje konkretnih konstruktivnih parametara projektila – geometrijskih, dinamičkih i energetskih svojstava, na osnovu zahtevanih karakteristika leta i karaktera dejstva na cilju.

Određivanje vrednosti aerodinamičkih koeficijenata predstavlja posebnu oblast aerodinamičkog istraživanja, pomoću poluempirijskih metoda i proračuna [2], eksperimentalnih ispitivanja u aerotunelima [2], odnosno pomoću numeričkih metoda mehanike fluida, softverskih CFD (Computational Fluid Dynamic) alata.

Upotreba određene metode, proračuna ili eksperimentalnog ispitivanja za određivanje vrednosti aerodinamičkih koeficijenata, prema dosadašnjim istraživanjima [3], [4], uslovljava svojim specifičnostima primene i ograničenjima, nivo tačnosti dobijenih vrednosti. Karakter promene vrednosti aerodinamičkih koeficijenata u odnosu na najznačajnije uticajne parametre (Mahov broj, napadni ugao, Reynoldsov broj), u zavisnosti od načina određivanja vrednosti, potvrđuje ispravnost primene različitih postupaka.

Uporednom analizom rezultata aerodinamičkih koeficijenata dobijenih numeričkim metodama, poluempirijskim proračunima i eksperimentalnim ispitivanjima, dolazi se do preliminarne ocene kvaliteta vrednosti. Softverska simulacija kretanja klasičnog osnosimetričnog projektila, oblika definisanog vrednostima aerodinamičkih koeficijenata, obezbeđuje uporednu analizu elemenata putanje (vreme leta, domet, visina, derivacija, brzina) i parametara stabilnosti.

Značaj uticaja odstupanja vrednosti aerodinamičkih koeficijenata analizom leta klasičnog osnosimetričnog projektila ogleda se u kvantitativnoj i kvalitativnoj oceni odstupanja vrednosti elemenata putanje i pokazatelja stabilnosti.

Model kretanja klasičnog osnosimetričnog projektila

Na klasični osnosimetrični projektil tokom kretanja deluju gravitaciona privlačna sila Zemlje, prenosna inercijalna sila Zemlje, Koriolisova sila usled rotacije Zemlje i aerodinamička sila interakcije tela sa vazduhom [1].

Dejstvo svih sila sem aerodinamičke je u centru mase tela. Posledica dejstva aerodinamičke sile na kraku od centra mase do njene napadne tačke je aerodinamički moment.

Kretanje osnosimetričnog tela – projektila u odnosu na Zemlju je relativno, a uticaj rotacije Zemlje ugaonom brzinom $\vec{\Omega}_E$ unosi projektilu prenosno kretanje. Brzina kretanja projektila u odnosu na Zemlju $\vec{V}$ predstavlja relativnu brzinu, a izvodi njenih projekcija po vremenu na ose bilo kog koordinatnog sistema predstavljaju komponente relativnog ubrzanja. Masa klasičnog osnosimetričnog projektila konstantna je tokom leta, jer nema promene mase letelice uslovljene radom raketnog motora.

Rezultantu spoljnih sila koje određuju kretanje centra mase osnosimetričnog tela čine:

- aerodinamička sila $\vec{R}$,
- sila Zemljine teže $m\vec{g}$ (vektorski zbir privlačne sile Zemlje i prenosne inercijske sile) i
- Koriolisova sila $-m\vec{a}_{Cor}$.

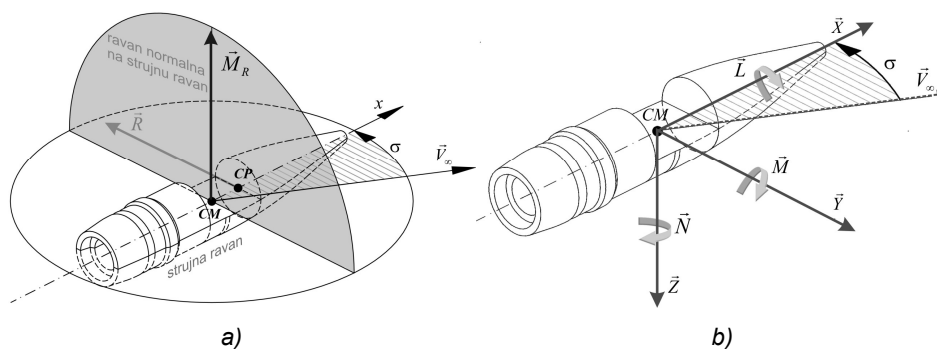
Moment količine kretanja $\vec{H}$ projektila u odnosu na centar mase jednak je rezultatnom momentu svih spoljnih sila koje deluju van centra mase. Jedina sila koja deluje van centra mase je aerodinamička i njen moment $\vec{M}_R$ deluje na telo oko centra mase. Sila Zemljine teže i Koriolisova sila takođe deluju u centru mase, te nemaju momente.

Klasični osnosimetrični projektili kreću se na rastojanjima do 20 km, pa se na ovim rastojanjima najčešće zanemaruje zakrivljenost Zemlje i sistem jednačina može se pojednostaviti vezama između koordinatnih sistema [1], [2].

Dejstvo aerodinamičke sile i momenta na klasičan osnosimetričan projektil

Uzdužna osa osnosimetričnog projektila ne poklapa se sa vektorom brzine – tangenta na putanju, već sa njom zaklapa određen ugao, koji se naziva napadni ugao – σ . Navedeno nepoklapanje uzdužne ose projektila i vektora brzine centra mase projektila javlja se usled uslova pod kojima se projektil pokreće iz sistema oruđa. Do odstupanja ose projektila od vektora brzine može doći i na delu putanje oko temena, zbog dejstva sile Zemljine teže, kada ugao nagiba vektora brzine dostiže nultu vrednost u temenu i menja orijentaciju, dok osa projektila teži da zadrži svoj prvobitni položaj.

Aerodinamička sila $\vec{R}$ ne poklapa se sa osom projektila, niti sa vektorom njegove brzine, slika 1 a). Aerodinamička sila ne deluje u centru mase projektila (CM), već u napadnoj tački, centar pritiska (CP). Dejstvo ukupne aerodinamičke sile van centra mase projektila, odnosno na kraku između centra mase i centra pritiska (ili napadne tačke) predstavlja ukupan aerodinamički moment $\vec{M}_R$, slika 1 a).



Slika 1 – Aerodinamička sila i moment sa komponentama
Picture 1 – Aerodynamic force and moment with components

Ukupna aerodinamička sila predstavlja se izrazom,

$$R = q_{\infty} \cdot S \cdot C_{\vec{R}}, \quad (1)$$

odnosno aerodinamički moment izrazom

$$M_R = q_{\infty} \cdot S \cdot d \cdot C_{\vec{M}_R}, \quad (2)$$

gde su:

q_∞ – dinamički pritisak,

S – referentna površina poprečnog preseka projektila,

$C_{\vec{R}}$ – vektor koeficijent ukupne aerodinamičke sile,

d – karakteristična dužina, najčešće se uzima referentni prečnik (kalibar) i

$C_{\vec{M}_R}$ – vektor koeficijent ukupnog aerodinamičkog momenta.

Napadni ugao σ predstavlja osnovnu veličinu od koje zavise vrednosti komponenata aerodinamičke sile i momenta. Projektil vrši rotaciono, precesiono i nutaciono kretanje u prostoru [1], [2]. Rotaciono kretanje predstavlja rotaciju oko uzdužne ose velikom brzinom. Ova rotacija uslov je stabilnosti leta klasičnih osnosimetričnih projektila. Jedna od posledica usled dejstva aerodinamičke sile na telo koje rotira jeste pojava precesionog kretanja koje predstavlja pomeranje uzdužne ose projektila u ravni normalnoj na strujnu ravan. Istovremeno, usled velike brzine rotacije kao stabilizujućeg faktora, vrednost napadnog ugla se menja, odnosno menja se ugao između uzdužne ose tela i vektora brzine, kao tangente na putanju, što predstavlja nutaciono kretanje. U svakom trenutku kretanja menja se slika strujanja oko projektila, a time i veličine aerodinamičkih sila i momenata.

Dejstvo vazduha na letelicu u toku njenog kretanja ispoljava se u aerodinamičkoj sili, koja stvara aerodinamički moment prema izabranoj tački – napadnoj tački. Aerodinamička sila i moment, kao vektorske veličine, mogu biti prikazane komponentama u jednom od uvedenih koordinatnih sistema [1], [2] slika 1 b).

Projekcije ukupne aerodinamičke sile se zbog prirode dejstva daju najčešće u aerobalističkom koordinatnom sistemu sa koordinatnim početkom vezanom za centar mase projektila, gde su prema slici 1 b): $\vec{X}$ – aksijalna sila, $\vec{Y}$ – bočna sila i $\vec{Z}$ – normalna sila.

Ukupni aerodinamički moment predstavljen je komponentama duž osa odabranog koordinatnog sistema i poput aerodinamičke sile, najčešće je dat u aerobalističkom koordinatnom sistemu [1], [2], [3], prema slici 1 b): $\vec{L}$ – moment valjanja, $\vec{M}$ – moment propinjanja i $\vec{N}$ – moment skretanja.

Aerodinamički koeficijenti

Određivanje aerodinamičkih koeficijenata u zavisnosti od konstruktivnih parametara letelice, odnosno geometrijskog oblika projektila zasniva se na teorijskom pristupu jednačina mehanike fluida i numeričkom rešavanju sistema parcijalnih diferencijalnih jednačina sa zadatim graničnim uslo-

vima i eksperimentalnim rezultatima ispitivanja u aerotunelu, odnosno izmerenih parametara tokom leta. U ovom delu rada, cilj je da se opišu funkcije zavisnosti aerodinamičkih koeficijenata od navedenih parametara.

Kretanje osnosimetričnog projektila u prostoru sastoji se od translacije centra mase i rotacije oko sopstvenog centra mase. Let ovih letelica karakterišu uslovi malih poremećaja, pri čemu se pretpostavlja da napadni uglovi ne prelaze nekoliko stepeni. Ova činjenica omogućuje primenu linearnih zavisnosti aerodinamičkih parametara [1], [2] pri proračunu aerodinamičkih koeficijenata i njihovih gradijenata, odnosno derivativa. Za letelicu čija je spoljna površina osnosimetričnog oblika, svaka ravan je istovremeno ravan simetrije spoljne površine.

Aerodinamički koeficijenti predstavljaju bezdimenzionalne veličine komponenti aerodinamičkih sila i momenata. Referentna sila je proizvod referentnog pritiska i referentne površine, dok je referentni moment proizvod referentne sile i referentne dužine. Referentna površina predstavlja kružni poprečni presek prečnika jednog nominalnog kalibra projektila. Za referentnu dužinu usvojena je veličina nominalnog kalibra d , osim za ugaonu brzinu oko uzdužne ose, kada se uzima polovina prečnika.

Aerodinamički koeficijenti zavise od sledećih parametara: aerodinamičkih parametara (Ma , Re), položaja aerodinamičke brzine u odnosu na letelicu, komponenti prostornog napadnog ugla σ (napadni ugao α i ugao klizanja β), bezdimenzione ugaone brzine promene položaja aerodinamičke brzine u odnosu na letelicu $\dot{\alpha}^*$ i $\dot{\beta}^*$ i bezdimenzione ugaone brzine letelice p^* , q^* i r^* .

Izvedene komponente aerodinamičke sile i momenta duž osa aerobalističkog koordinatnog sistema za projektil, prema predstavljenim izrazima, i u skladu sa komponentama napadnog ugla u aerobalističkom koordinatnom sistemu [1], [2], date su izrazima,

$$R = \begin{bmatrix} X \\ \tilde{Y} \\ \tilde{Z} \end{bmatrix} = \frac{\rho V^2}{2} S \begin{bmatrix} C_{X0} + C_{X\sigma^2} \sigma^2 \\ C_{\tilde{Y}\sigma} \tilde{\alpha} + C_{\tilde{Z}\sigma} \tilde{\beta} \\ -C_{\tilde{Y}\sigma} \tilde{\beta} + C_{\tilde{Z}\sigma} \tilde{\alpha} \end{bmatrix}, \quad (3)$$

$$M = \begin{bmatrix} L \\ \tilde{M} \\ \tilde{N} \end{bmatrix} = \frac{\rho V^2}{2} S d \begin{bmatrix} C_{L0} + C_{Lp} p^* \\ C_{\tilde{M}\sigma} \tilde{\alpha} + C_{\tilde{N}\sigma} \tilde{\beta} + C_{\tilde{M}\dot{\sigma}} \dot{\alpha}^* + C_{\tilde{M}q} \tilde{q}^* \\ -C_{\tilde{M}\sigma} \tilde{\beta} + C_{\tilde{N}\sigma} \tilde{\alpha} - C_{\tilde{M}\dot{\sigma}} \dot{\beta}^* + C_{\tilde{M}q} \tilde{r}^* \end{bmatrix}. \quad (4)$$

Za ovaj sistem jednačina pretpostavlja se da se ose inercije i simetrije poklapaju $x \equiv \bar{x}$.

Svi derivativi su funkcije Mahovog broja, a derivativi predstavljaju funkcije i bezdimenzione ugaone brzine [1], [2]. Preko dinamičkog pritiska ostvaren je neposredan uticaj gustine vazduha i aerodinamičke brzine na let projektila.

Aerodinamička brzina kretanja projektila definisana je u odnosu na vazduh, a vetar predstavlja brzinu kretanja vazduha $\vec{V}_W$.

Napadni ugao i ugao klizanja definisani su prema,

$$\tilde{\alpha} = \arctg \frac{\tilde{w}}{u}, \quad (5)$$

$$\tilde{\beta} = \arcsin \frac{\tilde{v}}{v}. \quad (6)$$

Simulacija kretanja modela klasičnog osnosimetričnog projektila

Proračun elemenata putanje kretanja i parametara stabilnosti kretanja po modelu šest stepeni slobode kretanja izvršen je na modelu klasičnog osnosimetričnog projektila.

Model klasičnog osnosimetričnog projektila

Proračun strujanja i aerodinamičkog opterećenja osnosimetričnog tela izvršen je na modelu klasičnog osnosimetričnog projektila kalibra 40 mm. Projektili 40 mm su karakteristični predstavnici klasičnih osnosimetričnih projektila, koji se kreću maksimalnom brzinom od oko $V_0 \approx 1000 \text{ m/s}$. U ovu grupu projektila, pored projektila sa konvencionalnim ravnim dnom (trenutno-obeležavajući), spadaju i projektili sa ispupčenim polusfernim dnom [5], [6], [7].

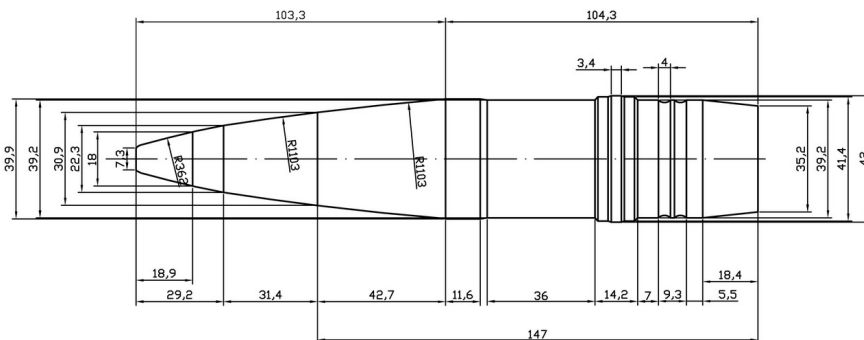
U radu se razmatra nekoliko projektila koji su u upotrebi. Odabrano je nekoliko tipova projektila 40 mm [2], [3], [4], [5], [7] u odnosu na koje se vrši komparacija dobijenih rezultata elemenata putanje:

- projektil tipa T predstavlja projektil 40 mm trenutno-obeležavajući TO M75 [3], [4], [5], [7], koji se sastoji od upaljača, prednjeg oživalnog dela, cilindričnog tela, zadnjeg konusa i ravnog dna,
- projektil tipa K, predstavlja projektil 40 mm trenutni sa kuglicama TKL M75 [3], [4], [5], [7], koji se sastoji od upaljača, prednjeg oživalnog dela, cilindričnog tela, zadnjeg konusa i polusfernog ispupčenog dna,

- projektil tipa M, model projektil 40 mm, koji se sastoji od upaljača, prednjeg oživalnog dela, cilindričnog tela, zadnjeg konusa, prema projektilu tipa K i ravnog dna, prema tipu T [2], slika 2.

U radu je analiziran model projektila zasnovan na standardnim konstrukcijskim parametrima delova postojećih projektila 40 mm, kao što su upaljač, centrirajući prsten, vodeći prsten, zadnji konus, eksplozivno punjenje, traser i sl., po ugledu na predstavljene tipove projektila [4], [5], [7], [8].

Izvršena je analiza model projektila tipa M, čiji se oblik zasniva na geometrijskim karakteristikama prednjeg dela, tela i zadnjeg konusa projektila tipa K, i sa ravnim dnom u skladu sa projektilom tipa T [2], [4], [7], sa karakterističnim parametrima datim u tabeli 1, [2] [3], [4], [7], [8].



Slika 2 – Model projektila tipa M
Figure 2 – Model of projectile type M

Karakteristični konstruktivni parametri za model projektil 40 mm tipa M [2], prema iskustvenim podacima sličnih projektila tipova T, K i drugih [2], [4], [7], dati su u tabeli 1.

Tabela 1/Table 1

Parametri modela projektila tipa M
Parameters of model of projectile type M

Parametar / Parameter	Oznaka / Mark	Vrednost/Value
masa / mass	m	0,960 kg
balistički koeficijent / ballistic coefficient	C_{43}	0,68
položaj centra mase od vrha / center of gravity from nose	x_{CM}	133 mm
referentni prečnik / referent diameter	d	39,9 mm
prečnik cilindričnog dela / diameter of cylindrical part	d_2	39,2 mm
prečnik dna / base diameter	d_3	35,2 mm
prečnik vrha / nose diameter	d_1	7,3 mm
prečnik vodećeg prstena / rotating band diameter	d_4	42,0 mm

ukupna dužina / total length	l	207,6 mm
dužina prednjeg dela / nose length	l_1	103,3 mm
dužina cilindričnog dela / cylindrical part length	l_2	85,9 mm
dužina zadnjeg konusa / back cone length	l_3	18,4 mm
poluprečnik prednjeg oživala / front ogive radius	R_{lo}	1103 mm

Za odabrani model projektil tipa M određeni su aerodinamički koeficijenti korišćenjem polueksperimentalnih proračuna [1] [2], [3], odnosno eksperimentalna istraživanja u vidu opstrujavanja modela u aerotunelu, [2], [6]. Polueksperimentalni proračuni razvijeni su za projektil tipa T sa ravnim dnom. Ovim proračunima dobijeni su rezultati aerodinamičkih koeficijenata, odnosno vrednosti aerodinamičkih koeficijenata i derivativa aerodinamičkih koeficijenata, neophodnih za definisanje ulaznih parametara simulacije kretanja modelom leta sa šest stepeni slobode kretanja. Takođe, radi ocene i provere dobijenih rezultata aerodinamičkih proračuna, izvršena je i komparativna analiza sa kataloškim vrednostima sličnih tipova projektila T i K.

Proračun elemenata putanje modela klasičnog osnosimetričnog projektila

Na osnovu predstavljenih jednačina za model kretanja i stabilnosti (1) do (4) u vektorskom obliku, izvršen je proračun elemenata putanje leta modela projektila tipa M programskim rešenjem SB6A1, [2]. Ovo programsko rešenje zasnovano je na programskom rešenju SB6 prema [3], [10]. Programsko rešenje sastavljeno je na osnovu sistema jednačina za model sa šest stepeni slobode kretanja klasičnog projektila datim u prvom delu rada. Originalno programsko rešenje prevedeno je u programski paket Matlab i izvršena je modifikacija ulaznih potprograma.

Programsko rešenje modela leta sa šest stepeni slobode kretanja daje realne rezultate proračuna koji sa velikom sigurnošću mogu zameniti eksperimente [1], [2]. Sistem diferencijalnih i algebarskih jednačina je nelinearan i ima promenljive koeficijente. Ne postoji analitičko rešenje navedenog sistema jednačina. Taj sistem se rešava numeričkom metodom Runge Kutta konstantnog koraka sa četiri približenja, korak po korak, u diskretnim vremenskim intervalima. Numeričko rešenje sadrži uticaje sila, momenata i uticajnih parametara na stabilnost leta.

Simulacija kretanja – leta model projektila, izvršena pomoću programskog rešenja, daje vrednosti elemenata putanje i parametara stabilnosti pri kretanju. Vrednosti elemenata putanje, napadnog ugla i faktora dinamičke i žiroskopske stabilnosti izračunati su i predstavljeni za definisan model projektila tipa M, definisanih geometrijskih i dinamičkih svojstava, tabela 1.

Polazni podaci za proračun leta modela projektila

Proračuni kretanja model projektila izvršeni su za dve vrste vrednosti aerodinamičkih koeficijenata: vrednosti aerodinamičkih koeficijenata dobijenih proračunom, (calc.) i vrednosti dobijenih eksperimentalnim istraživanjima, (exp.). Rezultati proračuna analizirani su međusobno u odnosu na eksperimentalne podatke za elemente putanje u karakterističnim tačkama za slične tipove projektila prema Tablicama gađanja [4], [7].

Za model projektil tipa M, slika 2, formirani su ulazni podaci u vidu datoteka, odnosno ulaznih potprograma programskog rešenja i grupisani prema sledećem:

– *prva grupa podataka o polaznim i graničnim uslovima za proračun leta projektila*: početno vreme, proračunski korak, način zaustavljanja proračuna – granični podaci, interval i korak proračuna parametara stabilnosti, komponente vetra, početni položaj projektila, početna brzina projektila, početna ugaona brzina projektila i uglovni početni položaj projektila (stav),

– *druga grupa podataka o geometrijskim i dinamičkim svojstvima projektila*: položaj centra mase, glavni momenti inercija, prečnik i masa model projektila i

– *treća grupa podataka o aerodinamičkim svojstvima projektila*: aerodinamički koeficijenti i derivativi sila i momenata u odnosu na vrednosti Mahovog broja.

Zbog potrebe upoređenja dobijenih vrednosti o elementima putanje i parametrima stabilnosti leta model projektila druga grupa podataka se ne menja, jer predstavlja nepromenljiva svojstva model projektila tipa M. Treća grupa podataka menja se u zavisnosti od vrste dobijenih podataka o aerodinamičkim karakteristikama, za model projektil tipa M – proračunom i ispitivanjem. U prvoj grupi podataka menjane su polazne i granične vrednosti u zavisnosti od potreba proračuna. Naime, varirane su vrednosti polaznog ugla radi dobijanja potrebne horizontalne daljine, visine, odnosno oblika putanje, pretpostavljenog kretanja model projektila. Takođe, u zavisnosti od položaja cilja na određenom dometu i visini, odnosno predviđenog vremena leta, menjani su granični uslovi. Vrednosti graničnih uslova zaustavljaju proračun u definisanoj tački i daju vrednosti o elementima putanje i parametrima stabilnosti.

Rezultat proračuna programskim rešenjem predstavljaju tri grupe podataka u funkcionalnoj zavisnosti od vremena, kao nezavisne promenljive:

- elementi putanje – karakteristike kretanja,
 - koordinate centra mase projektila (x , y i z),
 - vreme leta – kretanja projektila (t),
 - ugaoni položaj projektila u prostoru (χ i γ),
 - komponente brzine leta – kretanja projektila (u , v i w),

- komponente ugaone brzine kretanja projektila (p , q i r),
- parametri stabilnosti
- prigušni koeficijenti – koreni rešenja jednačine stabilnosti (λ_1 i λ_2),
- faktor žiroskopske stabilnosti u obliku ($1/Sg$),
- faktor dinamičke stabilnosti u obliku ($Sd(2 - Sd)$),
- napadni ugao u vertikalnoj ravni i ugao klizanja (α i β),

Za model projektil tipa M određena su dinamička svojstva korišćenjem programskog paketa, ProEngineer, [11]. Pored položaja centra mase u odnosu na vrh projektila, određeni su i momenti inercije duž glavnih osa model projektila:

- položaj centra mase od vrha projektila, $x_{CM} = 133 \text{ mm}$,
- uzdužni moment inercije modela, $I_{XX} = 263,6 \text{ kg mm}^2$,
- poprečni momenti inercije modela, $I_{YY} = I_{ZZ} = 3,052 \cdot 10^3 \text{ kg mm}^2$.

Prema datom proračunu, mešoviti momenti inercije model projektila tipa M su zanemarljivo male vrednosti, odnosno približno su jednaki nuli, što je u skladu sa pretpostavkom datog fizičkog modela klasičnog osnosimetričnog projektila.

Geometrijska i dinamička svojstva model projektila tipa M (druga grupa polaznih podataka) sa veličinama, oznakama i vrednostima korišćenim u programskom rešenju kretanja sa šest stepeni slobode izračunati su prema [2], [11].

Podaci o aerodinamičkim karakteristikama korišćeni u programskom rešenju za proračun leta projektila modelom šest stepeni slobode kretanja predstavljaju aerodinamičke koeficijente i derivative aerodinamičkih koeficijenata prema [1], [2], [3], [8].

Podaci o elementima putanje za projekte tipa T i tipa K – domet, visina ordinate putanje, brzina na cilju, vreme leta, odstupanje padne tačke od vertikalne ravni (derivacija) preuzeti su iz literature [4], [7], radi upoređenja. Podaci iz tablica gađanja [4], [7] predstavljaju integraciju eksperimentalnih poligonskih ispitivanja projektila i sredstava naoružanja sa proračunima leta projektila u standardnim atmosferskim uslovima. Tablice gađanja značajne su za verifikaciju proračunskih podataka dobijenih modelom sa šest stepeni slobode kretanja za model projektila tipa M, kao i za ocenu uticaja aerodinamičkih koeficijenata na karakteristike i stabilnost kretanja [9].

Analiza rezultata proračuna kretanja modela projektila

Izvršenim proračunima – simulacijom leta model projektila programskim rešenjem dobijeni su podaci o elementima putanje i parametrima stabilnosti za različite vrednosti polaznog ugla, [2], [3], [10].

Podaci o aerodinamičkim karakteristikama korišćenim za proračun leta model projektila predstavljaju kriterijumsku kombinaciju vrednosti aerodinamičkih koeficijenata dobijenih proračunima ADK0 i ADK1 [2], [3], [8], odnosno vrednosti aerodinamičkih koeficijenata dobijenih eksperimentalnim istraživanjem model projektila tipa M [2].

S ciljem upoređivanja karakteristika leta model projektila tipa M sa sličnim projektilima, korišćena je tablica gađanja za projektil tipa K [4, 7]. U tabeli 2 dat je uporedni prikaz vrednosti elemenata putanje za projektil tipa K prema tablicama gađanja [4], [7] i elemenata putanje za model projektil tipa M prema izvršenom proračunu sa šest stepeni slobode kretanja.

Tabela 2 / Table 2

Uporedni prikaz elemenata putanje za projekte tipa K i tipa M
Comparative review of path elements of projectiles type K and type M

Početni ugao / Start angle $\theta_0 (^{\circ})$	Daljina / Distance $x_c (m)$		Vreme leta / Flight time $t_c (s)$		Padna brzina / Target Velocity $V_c (m/s)$		Visina temena / Path Height $y_s (m)$		Derivacija / Derivation $z_c (m)$	
	tip type K	tip type M	tip type K	tip type M	tip type K	tip type M	tip type K	tip type M	tip type K	tip type M
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,77	2000	1999,8	2,5	2,48	645	660,7	7,4	7,3	0,7	0,6
0,98	2400	2408,6	3,16	3,13	586	602,5	11,9	11,6	1,1	0,8
1,23	2800	2833,2	3,88	3,87	530	545,0	18,1	17,9	1,6	1,9
1,53	3200	3273,2	4,67	4,72	479	489,2	26,5	26,8	2,3	3,4
1,87	3600	3700,8	5,55	5,64	430	438,2	37,6	38,5	3,2	5,1
2,25	4000	4109,5	6,54	6,63	387	392,0	52,3	53,4	4,2	7,2
2,70	4400	4521,7	7,63	7,75	350	349,1	71,6	73,2	5,6	9,7
3,22	4800	4925,1	8,82	8,97	322	316,3	96,5	98,6	7,3	12,7
3,83	5200	5328,7	10,1	10,30	304	294,0	128	131,5	9,4	16,5
4,55	5600	5739,2	11,5	11,76	291	275,8	170	174,0	12	21,4
5,40	6000	6085,7	13	13,06	279	262,9	223	218,1	15	26,5
6,37	6400	6584,0	14,6	15,06	267	247,7	286	296,1	19	36,0
7,43	6800	6995,0	16,2	16,83	256	237,8	359	375,2	24	45,8
8,58	7200	7395,2	18	18,64	247	230,0	445	466,4	29	57,6
9,82	7600	7786,0	19,8	20,50	239	224,1	544	570,3	36	71,3
11,17	8000	8173,2	21,6	22,44	233	219,8	656	689,4	43	87,6
14,23	8800	8938,3	25,8	26,60	224	214,9	934	979,6	60	128,7
16,00	9200	9324,9	28	28,88	221	214,2	1098	1159,1	71	155,0
17,97	9600	9715,6	30,5	31,35	219	214,6	1294	1367,7	84	186,1
20,12	10000	10100	33,2	33,95	219	216,0	1530	1605,5	99	222,3

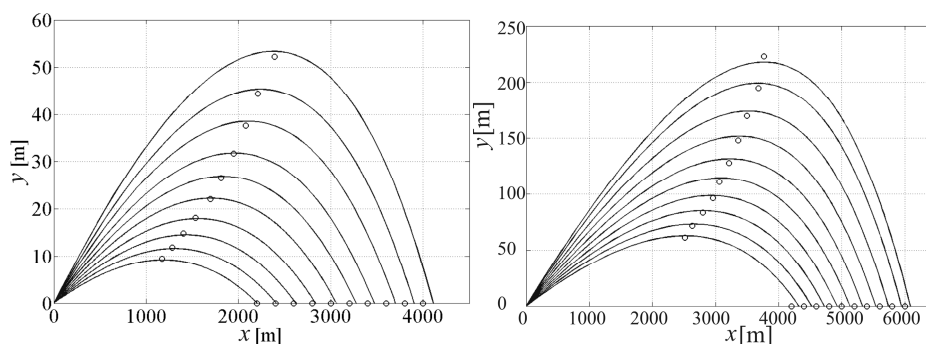
Vrednosti proračuna elemenata putanje kretanja model projektila date su u kolonama 3, 5, 7, 9 i 11 tabele 2. Elementi putanje projektila tipa K, prema [4,7], date su u parnim kolonama 2, 4, 6, 8 i 10 tabele 2. Na osnovu prikaza-

nih vrednosti elemenata putanje, za iste polazne uslove kretanja, primećuje se velika sličnost putanja ova dva tipa projektila. Sličnost putanja je očekivana, s obzirom na geometrijsku sličnost ovih projektila.

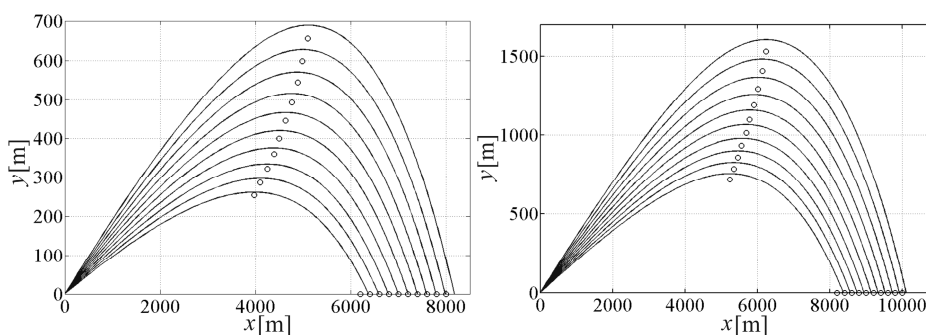
Prosečna razlika vrednosti dobijenih elemenata putanje u karakterističnim tačkama projektila tipa M u odnosu na projektil tipa K, u odnosu na interval ispitivanih polaznih uglova od $0,33^\circ$ do $20,12^\circ$ iznose:

- domet je veći za 1,33%,
- vreme leta je veće za 1,31%,
- padna brzina je manja za 1,97%,
- visina temena putanje je veća za 1,45% i
- derivacija je veća za 68,35% ili 25,75 m.

Na slikama 3 i 4 prikazane su putanje modela projektila tipa M u vertikalnoj ravni za različite polazne uglove. Takođe, prikazane su i karakteristične tačke putanje (teme i padna tačka) za projektil tipa K [4], [7].



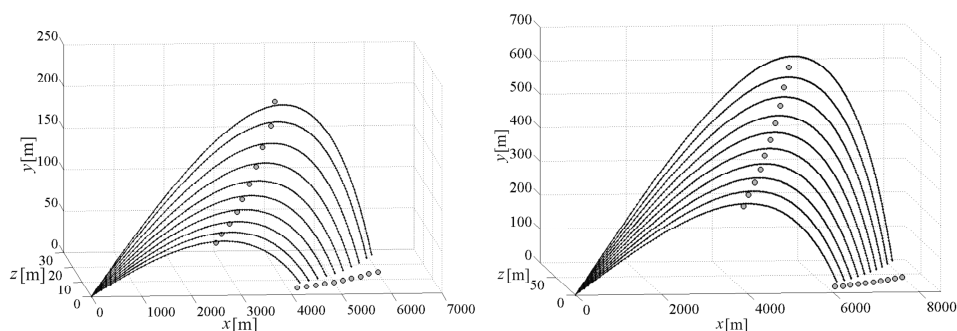
Slika 3 – Putanje projektila tipa M i temena i padne tačke projektila tipa K (do 6 km)
Figure 3 – Paths of projectile type M and top/target points of projectile type K (to 6 km)



Slika 4 – Putanje projektila tipa M i temena i padne tačke projektila tipa K (do 10 km)
Figure 4 – Paths of projectile type M and top/target points of projectile type K (to 10 km)

Prema predstavljenom karakteru promene putanja u širokom opsegu polaznih uglova, uočava se određena podudarnost proračunskih putanja model projektila u odnosu na temenu i padnu tačku projektila tipa K. Podaci o elementima putanje za projektil tipa K, prema [3], [5], predstavlja vrednosti eksperimentalno (poligonski) određenih podataka o elementima putanje i merama preciznosti za standardne meteorološke (atmosfera) uslove. Ova ispitivanja sproveo je proizvođač i predstavlja izuzetno skup i kompleksan proces. Za potrebe ovog rada nisu postojali tehničko-ekonomski uslovi da se za model projektila sprovedu ovakva ispitivanja (spoljnobalistička gađanja) na poligonu. Podaci o elementima putanje projektila tipa K i tipa T koji se nalaze u upotrebi u Vojski poslužili su kao referentni podaci za ocenu karaktera promene elemenata putanje model projektila, s obzirom na to da je model projektila svojim geometrijskim oblikom, dinamičkim svojstvima, brzinom kretanja i funkcionalnom namenom veoma sličan projektilima tipovi T i K.

Na slici 5 prikazane su prostorne putanje model projektila tipa M za različite polazne uglove. Na slikama su prikazane i karakteristične tačke putanje (teme i padna tačka) za projektil tipa K.



Slika 5 – Prostorne putanje projektila tipa M i temena i padne tačke projektila tipa K

Figure 5 – 3D paths of projectile type M and top/target points of projectile type K

Uočljivo je sa slike da postoje razlike pomeranja putanje od vertikalne ravni duž Oz – ose, tzv. „derivacija putanje“ usled žiroskopskog efekta (z_c) [1], [2]. U proračunu je uticaj žiroskopskog efekta na kretanje projektila dat u vidu polaznih vrednosti komponenti ugaone brzine projektila q_0 oko Oy – ose i r_0 oko Oz – ose, prema iskustvenim podacima za slične vrste osnosimetričnih projektila [1], [2] [3], [4]. Vrednosti ovih ugaonih brzina date su [2], [3], a izmerenih vrednosti sa poligonskih ispitivanja za projekte slične model projektilu tipa M, nema u raspoloživoj literaturi. Eksperimentalno merenje odstupanja putanje od vertikalne ravni je složeno i mora da eliminiše uticaj vetra tokom poligonskih ispitivanja. Navedeni razlozi su osnovni razlog neusaglašenosti dobijenih vrednosti derivacije za model projektil.

Uticaj aerodinamičkih koeficijenata na kretanje osnosimetričnog tela, na primeru model projektila tipa M, odražava se na oblik putanje, brzinu kretanja, i posebno na parametre stabilnosti kretanja. Tačnost određivanja vrednosti aerodinamičkih koeficijenata i njihovih derivativa predstavlja jedan od ključnih faktora za pouzdanu ocenu leta „brzorotirajućeg“ osnosimetričnog projektila. U tome se i ogleda značaj unapređenja postojećih proračuna i tačnost određivanja aerodinamičkih koeficijenata, prvenstveno radi smanjenja troškova eksperimentalnih (aerodinamičkih i spoljnobalističkih) ispitivanja, a posebno u bržem razvoju novih projektila.

Analiza uticaja aerodinamičkih koeficijenata na kretanje klasičnog projektila

Analiza uticaja aerodinamičkih koeficijenata na kretanje osnosimetričnog tela urađena je na primeru modela klasičnog osnosimetričnog projektila tipa M. Izvršeni proračuni i eksperimentalna istraživanja dali su vrednosti aerodinamičkih koeficijenata. Pokazalo se da se razlike u dobijenim vrednostima aerodinamičkih koeficijenata odražavaju na vrednosti dobijenih elemenata putanje, odnosno na vrednosti parametara stabilnosti.

Radi određivanja uticaja aerodinamičkih koeficijenata na kretanje osnosimetričnog tela, analiziran je uticaj svakog aerodinamičkog koeficijenata i derivativa posebno. Analiza uticaja odstupanja vrednosti aerodinamičkih koeficijenata razmatrana je za karakteristične tačke na putanji projektila. Proračun je vršen u skladu sa predstavljanim programskim rešenjem – simulacijom leta sa šest stepeni slobode kretanja.

Uticaj pojedinačnih aerodinamičkih koeficijenata

Uticaj aerodinamičkog koeficijenta aksijalne sile C_{x0} odražava se na gotovo sve elemente putanje i parametre stabilnosti. Ovakvim uticajem potvrđuje se pretpostavka aksijalnog aerodinamičkog koeficijenta kao jednog od najznačajnijih aerodinamičkih koeficijenata. Poseban uticaj ispoljava na koordinate položaja projektila do temena, odnosno do padne tačke.

Vrednosti aksijalnog aerodinamičkog koeficijenta menjane su od –15% do +15% u odnosu na nominalnu vrednost i analizirana je kvalitativna i kvantitativna promena elemenata putanje i parametara stabilnosti.

Smanjenjem vrednosti koeficijenta aksijalne sile povećane su vrednosti koordinata x i z temena putanje za 3% do 11%. Vrednosti x koordinate padne tačke povećavaju se od 3% do 10%, dok se vrednosti z koordinate povećavaju za samo oko 3%.

Povećanjem vrednosti aksijalnog aerodinamičkog koeficijenta smanjenje su vrednosti koordinata x i z temena putanje za 3% do 8%. U padnoj tački, vrednosti x koordinate položaja projektila smanjene su za 3% do 8%, dok je vrednost z koordinate položaja smanjena za oko 2%.

Smanjenjem vrednosti koeficijenta aksijalne sile povećane su vrednosti brzine projektila od 1,6% do 6% u temenu i padnoj tački. Vrednosti uzdužne ugaone brzine projektila su smanjene od oko 1,5% do 4,7% za temenu i od 2,5% do 7,8% za padnu tačku.

Uticaj promene vrednosti aksijalnog aerodinamičkog koeficijenta odražava se i na karakter promene parametara stabilnosti. Vrednosti faktora žiroskopske stabilnosti u neposrednoj su vezi sa brzinom kretanja i uzdužnom ugaonom brzinom projektila, tako da se uticaj ovog koeficijenta odrazio posebno i na promenu vrednosti žiroskopske stabilnosti. Vrednost dinamičke stabilnosti, odnosno njen karakter promene tokom leta, takođe je uslovljen promenom aksijalnog aerodinamičkog koeficijenta i njegovim uticajem na promenu brzine kretanja. Povećanje vrednosti aksijalnog koeficijenta uslovljava pad vrednosti žiroskopske i dinamičke stabilnosti, dok njegovo smanjenje utiče na rast vrednosti ovih faktora. Promena vrednosti aksijalnog koeficijenta utiče na promenu vrednosti faktora žiroskopske stabilnosti, zavisno od brzine kretanja i položaja na putanji do čak $\pm 20\%$ u padnoj tački, a faktora dinamičke stabilnosti od oko $\pm 5\%$.

Uticaj promene aerodinamičkog koeficijenta bočne sile izražen je preko vrednosti i karaktera promene derivativa ovog koeficijenta $C_{Yp\sigma}$. Uticaj promene aerodinamičkog koeficijenta momenta skretanja na karakteristike leta ispoljava se preko promene vrednosti derivativa $C_{Np\sigma}$. Odstupanjem vrednosti ovih koeficijenata, odnosno njihovih derivativa, nije zabeleženo značajnije odstupanje elemenata putanje. Ovim se potvrđuje pretpostavka da su aerodinamički koeficijenti bočne sile i momenta skretanja (Magnusov efekat), jedni od manje uticajnih aerodinamičkih koeficijenata na karakter putanje projektila.

Vrednosti derivativa $C_{Yp\sigma}$ i $C_{Np\sigma}$ variraju od -15% do $+15\%$ u odnosu na nominalnu vrednost i analiziran je njihov uticaj na parametre stabilnosti.

Uticaj odstupanja koeficijenta momenta skretanja ispoljava se na faktor dinamičke stabilnosti i koeficijente prigušenja λ_1 i λ_2 . Smanjenje i povećanje vrednosti derivativa momenta skretanja uslovljava i bitnu promenu karaktera koeficijenata prigušenja, tako što se vrednosti koeficijenata λ_1 povećavaju, a vrednosti koeficijenta λ_2 smanjuju. Veće odstupanje ovog derivativa menja karakter promene ovih koeficijenata tokom leta i u određenoj meri narušava uslove stabilnosti.

Smanjenje i povećanje vrednosti derivativa koeficijenta momenta skretanja ogleda se u povećanju vrednosti faktora dinamičke stabilnosti za oko 20%. Veće odstupanje vrednosti derivativa posebno se odražava na odstupanje karaktera promene faktora dinamičke stabilnosti.

Uticaj promene aerodinamičkih koeficijenata normalne sile i momenta propinjanja izražen je preko vrednosti derivativa ovih koeficijenata. Koeficijent normalne sile izražen je vrednostima derivativa $C_{Z\sigma}$, a momenta propinjanja preko vrednosti statičkog derivativa $C_{M\sigma}$ i dinamičkih derivativa $C_{M\dot{\sigma}} + C_{Mq}$.

Vrednosti derivativa aerodinamičkih koeficijenata $C_{Z\sigma}$, $C_{M\sigma}$ i $C_{M\dot{\sigma}} + C_{Mq}$ menjane su od –15% do +15% u odnosu na nominalne vrednosti i analiziran je njihov uticaj na elemente putanje i parametre stabilnosti.

Promenom vrednosti derivativa $C_{Z\sigma}$ srazmerno se menjaju vrednosti z koordinate (derivacije) od –15% do +15%. Uticaj ovog derivativa na faktore žiroskopske i dinamičke stabilnosti nije značajno izražena. Uočen je određeni uticaj ovog derivativa na koeficijent prigušenja λ_2 .

Uticaj promene statičkog derivativa momenta propinjanja $C_{M\sigma}$ utiče na promenu vrednosti z koordinate (derivacije). Prema očekivanom, povećanjem vrednosti derivativa smanjuju se vrednosti koordinate i obrnuto u iznosu od –13% do +17%. Vrednosti faktora žiroskopske stabilnosti srazmerno se smanjuju, odnosno povećavaju sa istim karakterom promene vrednosti derivativa aerodinamičkih koeficijenata $C_{M\sigma}$.

Povećanje vrednosti dinamičkog derivativa koeficijenta momenta propinjanja $C_{M\dot{\sigma}} + C_{Mq}$ utiče na smanjenje vrednosti faktora dinamičke stabilnosti od oko 2,5% do 7%, a njegovo smanjenje na povećanje faktora stabilnosti od 2,5% do 8%.

Uticaj promene aerodinamičkog koeficijenta momenta valjanja izražen je preko vrednosti njegovog derivativa C_{Lp} . Promena vrednosti ovog derivativa ispoljava se na promene vrednosti uzdužne ugaone brzine projektila, vrednosti koordinate z (derivacije) i faktora žiroskopske stabilnosti.

Vrednosti derivativa C_{Lp} varirane su od –15% do +15% u odnosu na nominalnu vrednost i analiziran je njihov uticaj na elemente putanje i parametre stabilnosti.

Odstupanje vrednosti koeficijenta momenta valjanja odražava se na promenu uzdužne ugaone brzine od 2,5% do 7,5% za teme putanje i od oko 4% do 13% za padnu tačku. Povećanje vrednosti derivativa utiče na smanjenje vrednosti brzine rotacije, dok je smanjenje vrednosti derivativa povećava. Ovakav karakter odstupanja uzdužne ugaone brzine u skladu je sa očekivanom pretpostavkom modela kretanja.

Odstupanje vrednosti koeficijenta momenta valjanja odražava se i na odstupanje vrednosti koordinate z od oko 1,5% do oko 7%. Vrednosti koordinate z smanjuju se povećanjem vrednosti derivativa i obrnuto – smanjenjem vrednosti derivativa povećava se vrednost koordinate z .

Promena vrednosti koeficijenta momenta valjanja preko uzdužne ugaone brzine projektila utiče na faktor žiroskopske stabilnosti. Smanjivanje vrednosti faktora žiroskopske stabilnosti javlja se sa smanjenjem vrednosti derivativa momenta valjanja i obrnuto. Promena vrednosti derivativa momenta valjanja menja vrednosti faktora žiroskopske stabilnosti za oko 5% do 15% za temenu tačku i 9% do 25% za padnu tačku.

Ukupan uticaj aerodinamičkih koeficijenata

Prema izvršenim istraživanjima uticaja aerodinamičkih koeficijenata i njihovih derivativa na elemente putanje i stabilnost kretanja model projektila, najširi spektar uticaja ima aerodinamički koeficijent aksijalne sile.

Na koordinate položaja centra mase model projektila tokom kretanja x i y najveći uticaj ima aerodinamički koeficijent aksijalne sile C_{x0} pri nultom napadnom uglu, dok na koordinatu z pored ovog koeficijenta, veliki uticaj imaju: statički derivativi aerodinamičkih koeficijenata normalne sile $C_{z\sigma}$, momenta propinjanja $C_{M\sigma}$ i dinamički derivativ aerodinamičkog koeficijenta momenta valjanja C_{Lp} .

Na brzinu kretanja projektila V najveći i najznačajniji uticaj ima aerodinamički koeficijent aksijalne sile C_{x0} pri nultom napadnom uglu.

Na uzdužnu ugaonu brzinu kretanja projektila p najznačajniji uticaj imaju aerodinamički koeficijent aksijalne sile C_{x0} i derivativ aerodinamičkog koeficijenta momenta valjanja C_{Lp} .

Na napadni ugao α uticaj imaju gotovo svi aerodinamički koeficijenti. Najznačajniji su uticaji statičkog derivativa aerodinamičkog koeficijenta normalne sile $C_{z\sigma}$ i dinamičkog derivativa aerodinamičkog koeficijenta momenta valjanja C_{Lp} .

Na ugao klizanja β uticaj imaju svi aerodinamički koeficijenti. Najznačajniji su uticaji statičkih derivativa aerodinamičkih koeficijenata normalne sile $C_{z\sigma}$, momenta propinjanja $C_{M\sigma}$ i dinamičkog derivativa aerodinamičkog koeficijenta momenta valjanja C_{Lp} .

Na koeficijente prigušenja λ_1 i λ_2 utiču svi aerodinamički koeficijenti. Najznačajniji su uticaji dinamičkih derivativa aerodinamičkih koeficijenata momenta skretanja $C_{Np\sigma}$ i momenta propinjanja $C_{M\dot{\sigma}} + C_{Mq}$.

Na faktor žiroskopske stabilnosti $1/Sg$ najznačajniji uticaj imaju aerodinamički koeficijent aksijalne sile C_{X0} , statički derivativ aerodinamičkog koeficijenta momenta propinjanja $C_{M\sigma}$, i dinamički derivativ aerodinamičkog koeficijenta momenta valjanja C_{Lp} .

Na faktor dinamičke stabilnosti $Sd(2 - Sd)$ najznačajniji uticaj imaju dinamički derivativ aerodinamičkog koeficijenta momenta skretanja $C_{Np\sigma}$, dinamički derivativ aerodinamičkog koeficijenta momenta propinjanja $C_{M\dot{\sigma}} + C_{Mq}$ i aerodinamički koeficijent aksijalne sile C_{X0} .

Zaključak

Potreba za kvalitetnom deskripcijom aerodinamičkih koeficijenata, u fizičkom i matematičkom smislu, uslovljava njihov adekvatan i pouzdan proračun. Funkcionalna zavisnost koeficijenata komponenti aerodinamičke sile i momenta u odnosu na uticajne parametre (Mahov broj, napadni ugao, Reynoldsov broj i ugaone brzine projektila), omogućuje potpunu analizu njihovih vrednosti u odnosu na uslove kretanja projektila definisane geometrijske strukture.

Najveće vrednosti aerodinamičkih koeficijenata, prema analizi rezultata ispitivanja, imaju koeficijenti aksijalne sile C_X , normalne sile C_Z i momenta propinjanja C_M . To znači da oni imaju i najveći uticaj na ukupan aerodinamički otpor tokom kretanja projektila. Uticaji ostalih aerodinamičkih koeficijenata kvantitativno su manji, ali ne i beznačajni, jer direktno utiču na parametre stabilnosti tela pri kretanju u atmosferi.

Sa stanovišta upotrebe ovakvih vrsta projektila koji se kreću velikom početnom brzinom oko $Ma = 3$, područje supersoničnih brzina je i najznačajnije za istraživanje uticaja aerodinamičkog oblika tela na elemente putanje. Aerodinamički koeficijent aksijalne sile predstavlja jedan od najznačajnijih koeficijenata koji definišu aerodinamičku silu i time u velikoj meri utiče na elemente putanje projektila (domet, brzinu i vreme leta).

Eksperimentalno merenje derivativa aerodinamičkih koeficijenata vrlo je složeno i skupo, jer podrazumeva postavljanje posebnih aerovaga za svaki derivativ ponaosob [2], [9]. To znači da je potrebno izvršiti onoliki broj opstruja-

vanja projektila i merenja koliko različitih derivativa je potrebno odrediti pri određenom Mahovom broju. Zbog toga proračunsko određivanje derivativa aerodinamičkih koeficijenata uz pomoć programskih rešenja ima velik značaj.

Tačnost u određivanju vrednosti aerodinamičkih koeficijenata predstavlja jedan od ključnih faktora za ocenu leta „brzorotirajućeg“ osnosimetričnog projektila. Značaj unapređenja postojećih proračuna i razvoja novih numeričkih rešenja, ogleda se prvenstveno u smanjenju troškova eksperimentalnih ispitivanja, a posebno u brzini razvoja novih projektila.

Promene položaja napadne tačke normalne aerodinamičke sile pokazuju da se napadna tačka u svim režimima strujanja nalazi ispred centra mase u odnosu na vrh projektila. Karakter promene položaja napadne tačke je gotovo podudaran prema eksperimentalnim i proračunskim rezultatima. Proračunski položaj nalazi se delimično bliže centru mase u odnosu na eksperimentalni položaj.

Simulacijom kretanja u programskom rešenju sa šest stepeni slobode kretanja u širokom opsegu polaznih uglova, elementi putanje model projektila za proračunske i eksperimentalno određene aerodinamičke koeficijente pokazuju veliku usklađenost. Kriva zavisnosti ordinate y u odnosu na horizontalnu daljinu x (putanja leta u vertikalnoj ravni), ima identičan karakter promene. Postoje vrlo mala odstupanja na padnom delu putanje. Promene brzine kretanja projektila V i uzdužne ugaone brzine kretanja projektila $\bar{p}$, pokazuju veliku podudarnost. Najznačajniji uticaj na karakter putanje ispoljavaju aksijalna, normalna sila i moment propinjanja, koji su pokazali podudarnost eksperimentalnih i proračunskih vrednosti. Samim tim logična je i podudarnost elemenata putanje projektila koji su dobijeni simulacijom kretanja u programskom rešenju sa šest stepeni slobode kretanja.

Podaci o elementima putanje za projektil tip K predstavljaju vrednosti eksperimentalno određenih podataka o elementima putanje za standardne meteorološke uslove. Podaci o elementima putanje za projekte tip K i tip T poslužili su kao referentni podaci, s obzirom na to što model projektil svojim geometrijskim oblikom, dinamičkim svojstvima, brzinom kretanja i funkcionalnom namenom veoma sličan projektilima tipa T i K.

Parametri stabilnosti kretanja osnosimetričnog projektila zavise od vrednosti derivativa aerodinamičkih koeficijenata. Karakter promene napadnog ugla α i ugla klizanja β za vrednosti proračunskih i eksperimentalnih derivativa razlikuju se po frekvenciji prigušenja i amplitudi oscilovanja, posebno na prvom delu putanje. To se vidi i iz vrednosti izračunatih koeficijenata prigušenja oscilacija λ_1 i λ_2 , čija je razlika na početnom delu putanje veća. Amplitude promene napadnih uglova smanjuju se tokom leta, što dokazuje stabilnost kretanja projektila i za proračunske i iz eksperimentalnih rezultata izračunate derivative. Vrednosti koeficijenata prigušenja su negativne u oba slučaja, što predstavlja potreban, ali ne i dovoljan uslov stabilnosti. Da bi projektil tokom kretanja bio stabilan potrebno je da se ispuni uslov odnosa faktora žiroskopske i dinamičke stabilnosti. Ovi faktori su za-

dovoljili uslov tokom kretanja model projektila, za proračunske vrednosti i eksperimentalne vrednosti aerodinamičkih koeficijenata.

Razlika proračunskih i eksperimentalnih vrednosti aerodinamičkih koeficijenata pokazala se u vrednostima dobijenih elemenata putanje, a posebno parametara stabilnosti. Veliki uticaj na parametre stabilnosti kretanja imaju dinamički derivativi aerodinamičkih koeficijenata – derivativi stabilnosti. Karakter promene dinamičkih derivativa zavisi od dinamičkih veličina – ugaonih brzina kretanja tela i izvoda napadnog ugla u funkciji vremena. Oni predstavljaju „osetljivost“ aerodinamičkih koeficijenata u odnosu na složeno kretanje tela (translaciju, rotaciju, precesiju i nutaciju).

Vrednosti dinamičkih derivativa aerodinamičkih koeficijenata tokom eksperimentalnog istraživanja nisu neposredno izmerene. Ovi derivativi izvedeni su iz eksperimentalno određenih vrednosti aerodinamičkih koeficijenata i gradijenata na osnovu pretpostavljenog karaktera i intenziteta ugaonih brzina projektila tokom leta. Ovo je i verovatan razlog razlike u dobijenim vrednostima parametara stabilnosti.

Statički derivativi (gradijenti) izvodi su aerodinamičkih koeficijenata u odnosu na napadni ugao. Podudarnost proračunskih i eksperimentalnih vrednosti statičkih derivativa aerodinamičkih koeficijenata pokazali su podudarnost elemenata putanje model projektila.

Literatura

- [1] Regodić, D., *Spoljna balistika*, Vojna akademija, Beograd, 2006.
- [2] Jeršković, D., *Uticaj aerodinamičkih koeficijenata na kretanje osnosimetričnog tela*, magistarska teza, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2009.
- [3] Regodić, D., *Zbirka zadataka iz spoljne balistike*, UŠIO, Beograd, 2003.
- [4] *Tablice gađanja za PAT 40 mm L/70 Bofors*, SSNO, Beograd, 1982.
- [5] *Tehničko uputstvo za brodski PAT 40 mm D70 M55m i M70 Bofors, knjiga 1*, SSNO, Beograd, 1975.
- [6] Regodić, D., Uticaj vrste strujanja na ukupni aerodinamički koeficijent, *Vojnotehnički glasnik*, vol. 43, br. 1, ISSN 0042–8469, UDC 623+355/359, pp. 52–64, Beograd, 1995.
- [7] *Range tables for 40 mm Automatic Gun L-70*, AB Bofors, Sweden.
- [8] Subotić, Z. i dr., *Programska rešenja za aerodinamičko projektovanje, Elaborat VTI 02–01–0161*, VTI, Beograd, 1988.
- [9] Čuk, D., Uticaj povećanja dometa na dinamičku stabilnost artiljerijskih raketa sa olučastim krilima, *Vojnotehnički glasnik*, vol. 55, br. 3, pp. 296–307, ISSN 0042–8469, UDC 623+355/359, Beograd, 2007.
- [10] Regodić, D., Reverzibilni proračun putanje projektila primenom modela sa šest stepeni slobode kretanja, *Vojnotehnički glasnik*, vol. 46, br. 5, pp. 527–538, Beograd, 1998.
- [11] *ProEngineer Wildfire M090*, Parametric Technology Corporation, 140 Kendrick Street, Needham, MA 02494 USA.

THE INFLUENCE OF AERODYNAMIC COEFFICIENTS ON THE ELEMENTS OF CLASSIC PROJECTILE PATHS

Summary:

The article deals with the results of the research on the influence of aerodynamic coefficient values on the trajectory elements and the stability parameters of classic axisymmetric projectiles. It presents the characteristic functions of aerodynamic coefficients with regard to aerodynamic parameters and the projectile body shape. The trajectory elements of the model of classic axisymmetric projectiles and the analyses of their changes were presented with respect to the aerodynamic coefficient values.

Introduction

Classic axisymmetric projectiles fly through atmosphere using muzzle velocity as initial energy resource, so the aerodynamic force and moment have the most significant influence on the motion of projectiles. The aerodynamic force and moment components represented as aerodynamic coefficients depend on motion velocity i. e. flow velocity, the flow features produced by projectile shape and position in the flow, and angular velocity (rate) of the body. The functional dependence of aerodynamic coefficients on certain influential parameters, such as angle of attack and angular velocity components is expressed by the derivative of aerodynamic coefficients. The determination of aerodynamic coefficients and derivatives enables complete definition of the aerodynamic force and moment acting on the classic projectile. The projectile motion problem is considered in relation to defining the projectile stability parameters and the conditions under which the stability occurs. The comparative analyses of aerodynamic coefficient values obtained by numerical methods, semi empirical calculations and experimental research give preliminary evaluation of the quality of the determined values. The flight simulation of the motion of a classic axisymmetric projectile, which has the shape defined by the aerodynamic coefficient values, enables the comparative analyses of the trajectory elements and stability characteristics.

The model of the classic projectile flight

The velocity of the projectile flight in relation to the Earth represents the relative velocity, and the time derivatives of the velocity projections to coordinate frame axis represent the relative acceleration components. The mass of classic axisymmetric projectile is constant during the flight, because there is no mass change caused by the rocket engine. The values of components of aerodynamic force and moment depend on the angle of attack being the basic parameter. The projections of the total aerodynamic force, because of the nature of its effect

on the projectile, are given in an aeroballistics coordinate frame with the coordinate origin positioned in the center of gravity. The determination of aerodynamic coefficients with respect to projectile construction, i. e. the projectile geometry, is based on the theoretical approach of fluid mechanic equation and it leads to numerical solving of the partial differential equation system with the given boundary conditions and experimental results of tunnel research, i. e. measured flight parameters. In this part of the article, the aim is to describe the functions of dependence of aerodynamic coefficients on given parameters.

Flight simulation of the classic projectile

The determination of aerodynamic coefficients, i. e. the determination of the motion trajectory elements and stability parameters according to the model of six degrees of freedom, is done on the classic 40mm axisymmetric projectile model, the shape of which is based on the geometric characteristics of the front ogive part and the back cone with the flat bottom. The equations of the model of six degrees of freedom are given in the aeroballistics coordinate frame. The initial data in the simulation are given for the values of aerodynamic coefficients and derivatives obtained by the calculations and experiments. The analysis of the change of trajectory elements and stability characteristics is done with respect to two given kinds of aerodynamic characteristics. The analysis of the trajectory element change and stability characteristics is also done in relation to the possible discrepancy of the values of aerodynamic coefficients and derivatives. The possible discrepancies are given in accordance with the analysis of the values of aerodynamic coefficients obtained by the calculation and experiment.

The influence of aerodynamic coefficients on the classic projectile motion analysis

The individual analysis of the influence of aerodynamic coefficients on the motion trajectory key elements and stability characteristics is done. The influence of axial aerodynamic coefficients, normal and side force derivatives, as well as the influence of the pitching, yawing and rolling moment derivatives, is considered. The most important influences of each of the components of aerodynamic coefficients are given and the values of the trajectory elements discrepancies are determined – of range, velocity, angular velocity, derivation, angle of attack and angle of yawing, i. e. stability characteristics – of dynamic and gyroscope stability factors and stability equation coefficients.

Conclusion

The need for a proper description of aerodynamic coefficients, in physical and mathematical sense, is a precondition of their adequate and reliable calculation. The highest values of aerodynamic coeffi-

ents, according to the calculation result analysis, are those of axial force coefficients, normal force and pitching moment, which means that they have the greatest influence on the overall aerodynamic resistance during the projectile motion. The influences of other aerodynamic coefficients are quantitatively lesser, but not insignificant, because they influence directly on the motion stability parameters. The character of the position change of the point of attack is almost the same according to experimental and calculation results. The trajectory elements of the model projectile for aerodynamic coefficients determined by calculation and experiment show considerable compliance in the flight simulation in a computer program with six degrees of freedom in a wide range of initial angles. The difference in values of calculation and experimental values of aerodynamic coefficients demonstrated the difference in the values of the obtained trajectory elements, and particularly in stability parameters. Dynamic derivatives of aerodynamic coefficients (stability derivatives) have great influence on stability motion parameters.

Experimental measurement of derivatives of aerodynamic coefficients is very complex and expensive because it entails the use of gauges for each of the derivatives. The importance of improvement of existing calculations and the development of new numerical solutions is evident in the reduction of the experimental research expenses.

Key words: classic axis-symmetrical projectile, aerodynamic coefficients, derivatives of the aerodynamic coefficients, path elements, stability parameters, angle of attack.

Datum prijema članka: 07. 06. 2010.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa: 10. 08. 2010.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje: 13. 08. 2010.

METODOLOGIJA IZBORA NAORUŽANJA ZA PRIMENU NA LAKIM TERENSKIM TOČKAŠKIM VOZILIMA

Donevski V. Dragan, POLIPLAN, Plandište

UDK: 623.4.01

Sažetak:

U radu je dat prikaz osnova metodologije za izbor naoružanja za primenu na lakim terenskim točkaškim vozilima. Definisana je metodologija za izbor naoružanja sa osnovnim ciljem da se postigne efikasan sistem vozilo-naoružanje sa aspekta adekvatne vatrene moći, pokretljivosti i zaštite.

Analizirane su performanse savremenih lakih terenskih točkaških vozila i postojećeg naoružanja pogodnog za primenu na takvim vozilima.

Definisani su načini opterećenja vozila usled dejstva naoružanja postavljenog na vozilo i date su smernice za formiranje matematičkog modela sistema vozilo-platforma-naoružanje.

Postavljen je princip eksperimentalnog istraživanja sistema vozilo-platforma-naoružanje sa potrebnom opremom.

Predložena metodologija po svom sadržaju je jedinstvena i omogućuje efikasno sagledavanje problematike izbora naoružanja za primenu na lakim terenskim točkaškim vozilima.

Ključne reči: vozilo, naoružanje, metodologija.

Uvod

Osnovni elementi koji karakterišu vojna točkaška vozila su: velika brzina, velika autonomija kretanja, mala potrošnja goriva, mali troškovi eksploatacije i konačno ključni činilac, povoljan odnos cena-efikasnost.

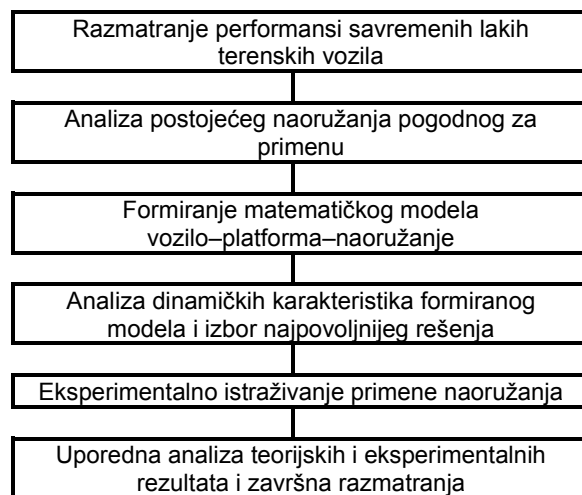
Poslednjih godina vrlo je izražen trend ugradnje različitih vrsta naoružanja na laka točkaška komercijalna vozila (laka terenska i „Pick up“ vozila, itd.). Tom prilikom javljaju se različiti problemi usled interakcije osnove vozila i ugrađenog naoružanja. Najčešće su to problemi vezani za nedovoljnu ili preveliku krutost noseće konstrukcije vozila, problemi vezani za preciznost ugrađenog naoružanja, razne vrste nepovoljnih oscilacija pri dejstvu naoružanja koje mu umanjuju efikasnost, te problemi ukupne koncepcije sredstva, smeštaja posade, borbenog kompleta i pripadajuće opreme.

Definisanje metodologije

Da bi se na efikasan način izabralo naoružanje za primenu na lakim točkaškim vozilima, potrebno je sagledati najvažnije aspekte ove problematike da bi se definisali osnovi metodologije i došlo do idejnog rešenja sistema.

Postupak izrade idejnog rešenja je dugotrajan, zahteva kompleksno sagledavanje problematike, a ogleda se u sveobuhvatnoj analizi raspoloživog prostora, karakteristika vozila i naoružanja, ugradnje i funkcionalne povezanosti postojećih i novih komponenti, ugradnji naoružanja i dodatne opreme [1] [2].

Na postojećim terenskim vozilima točkašima koja spadaju u kategoriju lakih vozila mogu se primeniti samo određene vrste naoružanja s jedne strane, a sa druge potrebno je izvršiti i određenu rekonstrukciju vozila s ciljem prihvata naoružanja. Osnovni cilj je da se postigne efikasan sistem vozilo – naoružanje. Ta efektivnost, pre svega, treba da se sagleda u adekvatnoj vatrenoj moći, zatim u pokretljivosti vozila, a zaštita će se svesti na najmanju moguću meru. Takođe, da bi se rekonstrukcija svela na najmanju moguću meru, potrebno je definisati i platformu koja će prihvatiti i nositi naoružanje. Osnovne faze izbora naoružanja i njegove primene na vozilu bile bi: razmatranje osnovnih performansi savremenih terenskih vozila točkaša, analiza karakteristika naoružanja pogodnog za primenu, formiranje matematičkog modela vozilo–platforma–naoružanje, analiza dinamičkih karakteristika formiranog modela i odabiranje najpogodnijeg rešenja, eksperimentalno istraživanje primene naoružanja, uporedna analiza teorijskih i eksperimentalnih rezultata i zaključna razmatranja. Navedene faze metodologije date su na slici 1.



Slika 1– Osnovne faze metodologije
Figure 1 – Basic phases of the methodology

Razmatranje osnovnih performansi savremenih lakih terenskih točkaških vozila

Danas, u svetu postoji relativno veliki broj proizvođača lakih terenskih točkaških vozila. Među njima najpoznatiji su MERCEDES BENZ, LAND ROVER, AM GENERAL, TOYOTA, a neki najpoznatiji modeli su tip G, DEFENDER, HUMMER, LAND CRUISER. Neka od navedenih vozila prikazana su na slikama 2 i 3.



Slika 2 – Vozilo MERCEDES BENZ tip G
Figure 2 – MERCEDES BENZ vehicle, type G



Slika 3 – Vozilo LAND ROVER DEFENDER 110
Figure 3 – LAND ROVER DEFENDER 110 vehicle

Za vozila iz ove kategorije, pored ostalog, karakteristično je da imaju sopstvenu masu između 2.000–3.000 kg, motor snage do 150 kW i da imaju pogon na sva četiri točka i maksimalnu brzinu najčešće do 140 km/h. Karakteristike prethodno navedenih vozila date su u tabeli 1.

Tabela 1
Table 1

Naziv vozila	Karakteristike vozila			
	Sopstvena masa [kg]	Nosivost [kg]	Maksimalna brzina [km/h]	Snaga [kW]
MERCEDES BENZ tip G	2.450	1.200	135	135
LAND ROVER DEFENDER 110	2.000	1.500	135	136
HUMMER M998	2.988	1.683	104	140
TOYOTA LAND CRUISER	2.900	910	175	127

Za navedena vozila posebno je važno da sa aspekta konstrukcije imaju mogućnost da se na njih može montirati platforma za prihvat naoružanja. Procenjuje se da će masa ove platforme biti do 500 kg. Takođe, ova vozila trebalo bi da poseduju i odgovarajući sistem oslanjanja.

Jedan od ciljeva bilo kog sistema oslanjanja jeste da ostvari male oscilacije apsorbovanjem udara koji nastaju pri kretanju vozila preko raznih terena ili kod ugradnje naoružanja na vozilo da apsorbuje pobudu koja je posledica dejstva oruđa.

Analiza postojećeg naoružanja pogodnog za primenu na platformi vozila.

S obzirom na namenu sistema vozilo–platforma–naoružanje, postoji određeni broj vrsta naoružanja koje bi bilo pogodno za primenu. To pre svega obuhvata mitraljez (kalibri 12,7 mm i 7,62 mm), minobacače do kalibra 100 mm, topove do kalibra 40 mm i lansere protivoklopnih raketa.

Mitraljez

Mitraljez je oruđe koje je, u zavisnosti od kalibra, namenjeno za uništenje žive sile i za gađanje ciljeva u vazduhu i na zemlji. Na sl. 4 i sl. 5 prikazani su mitraljezi kalibra 7,62 mm i 12,7 mm.



Slika 4 – Mitraljez 7,62 mm PKT
Figure 4 – 7,62 mm machine gun PKT



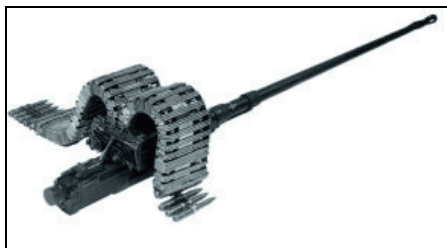
Slika 5 – Mitraljez 12,7 mm M 87 NSV
Figure 5 – 12,7 mm machine gun M 87 NSV

Mitraljez PKT kalibra 7,62 mm namenjen je za neutralisanje nezaklo-njenih vatrenih sredstava i uništenje žive sile. Osnovne taktičko-tehničke karakteristike su: maksimalna daljina gađanja 1.800 m, teoretska brzina gađanja 650÷750 metaka/min. i masa mitraljeza 10.5 kg.

Protivavionski mitraljez NSV-12.7 mm namenjen je za gađanje cilje-va u vazduhu do 1.500 m i ciljeva na zemlji do 2.000 m. Osnovne taktič-ko-tehničke karakteristike su: teoretska brzina gađanja 680÷800 meta-ka/min. i masa mitraljeza 25 kg.

Automatski topovi

Automatski topovi za ugradnju na vozila i daljinski upravljane platfor-me su najčešće kalibra 20 mm i 30 mm. Namenjeni su za dejstvo protiv nisko-letećih ciljeva u vazдушnom prostoru i protiv neoklopljenih i lako oklopljenih ci-ljeva na zemlji i vodi. Izvode se sa jednostrukim i sa dvostrukim uvođenjem municije. Na slici 6 i slici 7 prikazani su top MK 20 RH 202 i top MK 30–2.



Slika 6 – Automatski top MK 20 RH 202
Figure 6 – Automatic gun MK 20 RH 202



Slika 7 – Automatski top MK 30–2
Figure 7 – Automatic gun MK 30–2

Osnovne karakteristike topa MK 20 RH 202 su: dužina 2.612 mm, masa 83 kg sa dvostrukim uvođenjem municije i 75 kg sa jednostrukim.

Minobacač

Minobacač je vrsta artiljerijskog oruđa koje je namenjeno za izvrša-vanje zadataka neposredne do opšte vatrene podrške. Namenjen je, po pravilu, za gađanje gornjom grupom uglova, odnosno polazni ugao mine kreće se od oko 45° do oko 85°. Lafet je jednostavne konstrukcije, po pra-vilu bez kolevke i protivtrzajućeg uređaja, te se sila barutnih gasova pri opaljenju mine prenosi na tlo preko oslone ploče podloge. Zahvaljujući ovoj koncepciji rešenja masa minobacača je znatno manja u poređenju sa masom klasičnog artiljerijskog oruđa (topa ili haubice).

Sa taktičko-tehničkog stanovišta minobacači se odlikuju: malom masom, lakim transportovanjem, jednostavnim rukovanjem i održavanjem, velikom brzinom gađanja, visokom efikasnošću mina na cilju, posebno efikasnim dejstvom na živu silu i pri rušenju svih vrsta prepreka, kratkim vremenom i niskom cenom proizvodnje, što je izuzetno značajno za organizaciju ratne proizvodnje.

Radi smanjenja verovatnoće uništenja minobacača usled otkrivanja njihovog vatrenog položaja, radarom za otkrivanje minobacača, bilo je neophodno da se poveća njihova pokretljivost – ugradnjom na lakooklopljene šasije guseničnih ili točkaških vozila.

Osnovna klasifikacija minobacača po kalibru je:

- laki, kalibra 51 do 60 mm – namenjeni za neposrednu vatrenu podršku sopstvenim jedinicama na daljinama do 6.000 m,
- srednji, kalibra 60 do 100 mm – namenjeni za neposrednu vatrenu podršku sopstvenim jedinicama na daljinama do 8.000 m, i
- teški, kalibra preko 100 mm – namenjeni za neposrednu vatrenu podršku sopstvenim jedinicama na daljinama do 13.000 m.

Osnovni sklopovi minobacača su: cev sa zadnjakom, podloga, dvo-nožni, ređe tronožni, lafet i nišanska sprava. Na slici 8 i slici 9 prikazani su minobacači kalibra od 60 mm i 82 mm.



Slika 8 – Laki minobacač 60 mm M90
Figure 8 – 60 mm light mortar M90



Slika 9 – Minobacač 82 mm M69A
Figure 9 – 82 mm light mortar M69A

Laki minobacač 60 mm M90 namenjen je za neposrednu vatrenu podršku sopstvenih jedinica. Osnovni taktičko-tehnički podaci su: kalibar

60.75 mm, maksimalni domet 5.030 m, minimalni domet 150 m, polje dejstva po visini 45° do 85° masa oruđa na vatrenom položaju 32.7 kg.

Srednji minobacač 82 mm M69A namenjen je za neposrednu vatrenu podršku sopstvenih jedinica. Osnovni taktičko-tehnički podaci su: kalibar 82.14 mm, maksimalni domet 4.976 m, minimalni domet 77 m, polje dejstva po visini 45°÷85°, masa oruđa na vatrenom položaju 45 kg, brzina gađanja 15÷25 mina/min.

Lanseri raketa

Jedan od poznatih naših lansera raketa je MLRS 128 mm PLAMEN S. Ovo sredstvo namenjeno je za samostalno, brzo i neočekivano otvaranje vatre na neprijatelja i neoklopljena sredstva. Višecevni lanser raketa PLAMEN S ugrađen na vozilo znatno poboljšava mobilnost i autonomnost izvornog sistema VBR 128 mm M63. Iz lansirnog uređaja sa 32 lansirne cevi lansiraju se rakete PLAMEN S dometa 8,6 i 12,6 km. Na platformi vozila smešteno je rezervno punjenje od 32 rakete.

Tehničke karakteristike:

Kalibar	128 mm
Broj lansirnih cevi	32
Punjenje	ručno
Domet	8,6–12,6 km

Višecevni lanser raketa MLRS 128 mm PLAMEN S prikazan je na slici 10.



Slika 10 – MLRS 128 mm PLAMEN S na vozilu

Figure 10 – 128 mm rocket launcher PLAMEN S mounted on a vehicle

Višecevni raketni lanser OGANJ 128 mm (32 round) M-77 MRS razvijen je u bivšoj Jugoslaviji u skladu sa zahtevima jugoslovenske armije. OGANJ M-77 128 mm MRS je u osnovnoj verziji ugrađen na vozilo FAP 2220 BDS (6X4) sa po 32 cevi 128 mm u lanserima montiranim na zadnji deo vozila, sa dodatnim kompletom od 32 rakete. Rakete mogu biti lansirane u manuelnom, poluautomatskom i potpuno automatizovanom modu. Ovo sredstvo prikazano je na slici 11.



Slika 11 – Višecevni lanser raketa OGANJ
Figure 11 – Multiple rocket launcher OGANJ

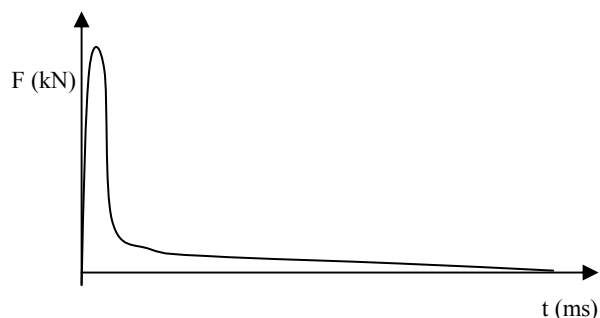
Matematički model vozilo–platforma–naoružanje

Komercijalna transportna sredstva projektovana su tako da su njihove konstrukcije i dinamičke osobine prilagođene osobinama i zahtevima uobičajenih ili specijalnih tereta i putnika. U svakom od ovih slučajeva uobičajena opterećenja vozila i dolaze preko sistema za oslanjanje uglavnom od neravnina na kolovozu (ili bespuću kod terenskih vozila).

U slučajevima kada se kod vozila visoke prohodnosti (terenska vozila) ugrađuju nadgradnje sa naoružanjem, dolazi do kombinacije prethodnih zahteva. Ovakvo vozilo mora da zadovolji zahteve transporta i da prihvati značajna dinamička opterećenja od dejstva oruđa ili oružja ugrađenih na platformu (nadgradnju).

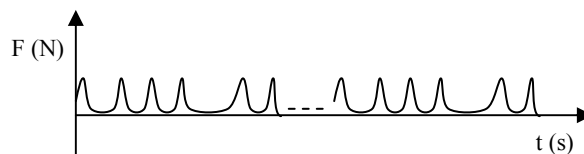
Mehanički model terenskog vozila u toku opaljenja, čije diferencijalne jednačine kretanja se analiziraju, sastoji se od krutih tela i deformabilnih elemenata sa elastičnim vezama [3], [4], [5].

Analiza dinamičkih modela sistema oruđe–platforma–vozilo zavisi najviše od prirode dinamičkih sila koje nastaju pri dejstvu naoružanja. Ukoliko je delovanje oruđa jednokratno sa velikim intenzitetom sile opaljenja, slika 12, (top, haubica, minobacač, raketa), tada se javlja problem stabilnosti vozila u odnosu na prevrtanje ili proklizavanje sistema i nosivosti nosećih ramova i veznih elemenata vozila, platforme i sistema za oslanjanje.



Slika 12 – Dejstvo oruđa (haubica)
Figure 12 – Artillery in action (howitzer)

U slučaju da je delovanje oruđa takvo da periodično stvara udarne sile manjeg intenziteta, tada se javljaju problemi rezonantnog oscilovanja u dinamičkom sistemu oruđe–platforma–vozilo, slika 13.



Slika 13 – Dejstvo oružja (mitraljezi, topovi manjih kalibara)
Figure 13 – Weapons in action (machineguns, guns of smaller caliber)

Analiza ovih pobudnih opterećenja se svodi na prikupljanje eksperimentalnih podataka o promenama sila reakcije postojećih oružja ili oruđa na mestima njihovog povezivanja sa nosećom konstrukcijom platforme koja se ugrađuje na vozilo.

Da bi se formirao matematički model sistema vozilo–platforma–oružje potrebno je definisati parametre kao što su: krutost prednjeg i zadnjeg mosta, centar elastičnosti, prigušenje prednjeg mosta i položaj težišta. Ova aktivnost može ići u dva pravca: ka definisanju diferencijalnih jednačina kretanja elemenata sistema i traženju analitičkog rešenja u zatvorenom obliku ili ka numeričkom modeliranju konstrukcionih elemenata sistema i korišćenju komercijalnih softvera tipa ADAMS, SolidWorks za numeričku simulaciju ponašanja sistema u uslovima vatrenog delovanja oružja ili oruđa primenom metode konačnih elemenata (FEM).

Analiza dinamičkih karakteristika modela vozilo–platforma–naoružanje i izbor najpogodnijeg rešenja

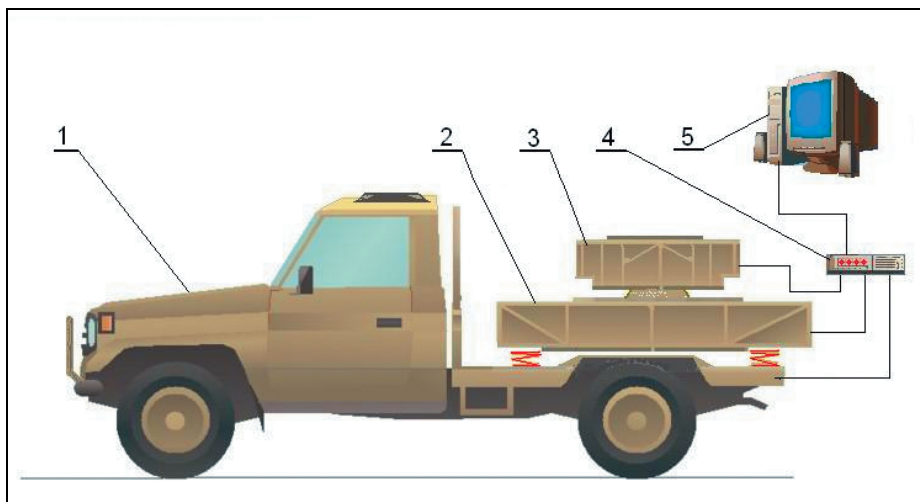
Dobijeni podaci dinamičkih karakteristika kao što su: težište oružja, težište postolja, težište platforme, težište kabine, težište motora, centar elastičnosti, krutost prednjeg mosta i krutost zadnjeg mosta analiziraju se i pružaju mogućnost za izbor najpogodnijeg rešenja.

Eksperimentalna istraživanja

S ciljem dobijanja eksperimentalnih podataka potrebno je odabrati lako terensko točkaško vozilo, izraditi odgovarajuću platformu, a umesto naoružanja uvešće se dinamički sistem koji će generisati odgovarajuće sile trzaja i frekvenciju otvaranja vatre. Sve potrebne veličine registrovaće se određenim davačima i biće adekvatno obuhvaćene [6], [7], [8].

Statističkom obradom zapisa ubrzanja, primenom metode najmanjih kvadrata za linearnu interpolaciju, utvrđuje se poremećaj u zapisu signala ubrzanja [9], [10].

Osnovna šema eksperimentalnog istraživanja prikazana je na slici 14.



Slika 14 – Šema eksperimentalnog istraživanja sistema vozilo–platforma–naoružanje (1 – vozilo, 2 – platforma, 3 – dinamički model naoružanja, 4 – akvizicija, 5 – računar)

Figure 14 – Scheme of the experimental research of the vehicle–platform–weapon system (1 – vehicle, 2 – platform, 3 – armament dynamic model, 4 – acquisition system, 5 – computer)

Uporedna analiza teorijskih i eksperimentalnih rezultata i izbor najpogodnije varijante

Dobijeni teorijski i eksperimentalni rezultati omogućiti će njihovu uporednu analizu. Ta analiza treba da da odgovor na validnost matematičkog modela. Ukoliko razlika bude u dozvoljenim granicama, onda će to ukazivati da je matematički model dobro koncipiran. U suprotnom, može se izvršiti odgovarajuće korigovanje matematičkog modela.

Zaključak

Predložena metodologija po svom sadržaju je jedinstvena i omogućava efikasno sagledavanje problematike izbora naoružanja za primenu na lakim terenskim vozilima točkašima. Stoga je potrebno pristupiti realizaciji predloženih faza koje su po svom sadržaju i obimu su veoma kompleksne.

Verifikovanje predložene metodologije direktno će doprineti poboljšanju kvaliteta projektovanja složenih borbenih sistema kao što su vozilo–platforma–naoružanje.

Literatura

- [1] Dragojević, M., *Borbena vozila*, Vojnoizdavački i novinski centar, Beograd, 1990.
- [2] Pantić, M., Janković, G., Tajeвиć, M., *Konverzija oklopnih borbenih vozila u vozila specijalne namene*, Naučni skup Odbrambene tehnologije OTEH 2005, Beograd, Novembar 2005.
- [3] Vučurović, O., *Problemi projektovanja lansirnih uređaja*, Mašinski fakultet, Beograd, 2006.
- [4] Tasić, M., *Uticaj impulsnog opterećenja na ponašanje dopunskog rama i oslanjanje vozila*, Doktorska disertacija, Vojna akademija VS, Beograd, 2006.
- [5] Tasić, M., Đurković, V., Pantić, M., *Uticaj impulsnog opterećenja duž podužne ose na oscilovanje nosećeg rama vozila*, Naučni skup Istraživanje i razvoj mašinskih elemenata i sistema, Banja Luka, Septembar 2006.
- [6] Samusenko, M. F., Emelin, M. I.: *Основи проектирования артиллерийского вооружения и самоходно-артиллерийских установок*, Москва, 1968.
- [7] Tasić, M., Đurković, V., Pantić, M., *Eksperimentalno određivanje pomeranja elastično oslonjenog rama vozila u uslovima impulsnog opterećenja*, Simpozijum o operacionim istraživanjima, Banja Koviljača, Oktobar 2006.

[8] Pantić, M., Neki parametri relevantni za projektovanje tenkova, *Vojnotehnički glasnik*, vol. 49, br. 2, pp. 158–169, ISSN 0042–8469, Beograd, 2001.

[9] Demić, M. i dr., *Osnovi projektovanja terenskih motornih vozila*, Kragujevac, 1994.

[10] Milinović, M., *Osnovi projektovanja raketa i lansera*, poglavlja iz projektovanja lansera, Mašinski fakultet, Beograd, 2002.

METHODOLOGY FOR THE SELECTION OF WEAPONS MOUNTED ON LIGHT TERRAIN WHEELED VEHICLES

Summary:

Nowadays, a number of light terrain wheeled vehicles are used for various purposes. Their basic performances are related to achieving high average speed off roads and to overcoming various obstacles. This type of vehicles is mainly used for commercial purposes. Models of these vehicles have been modernized and upgraded during the time but their basic purpose remains the same. However, nowadays there is a need to use these vehicles for other purposes. This is carried out through the process of conversion. The conversion means that a vehicle changes its purpose by the application of various technical solutions. One of conversions is related to the application of weapons on the vehicle chassis. The weapon mounting is connected with various problems such as vehicle stiffness, weapon precision, presence of various oscillations, overall vehicle layout and crew deployment. In order to mount weapons efficiently, the methodology of its selection is proposed. It consists of several phases and the most important of them are the following ones: the consideration of performances of modern light terrain wheeled vehicles, analysis of weapons convenient for application, creation of the vehicle-platform-weapon system mathematical model, analysis of the dynamic characteristics of the created model and the selection of the best solution, experimental research and analysis of theoretical and experimental results. The realization of the proposed methodology will considerably improve the quality of the design of vehicle-platform-weapon systems.

Key words: *vehicle, platform, weapons, methodology*

Datum prijema članka: 23. 03. 2010.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa: 12. 06. 2010.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje: 15. 06. 2010.

MODELIRANJE PROCESA PROMENE STEPENA PRENOSA U PLANETARNIM MENJAČKIM PRENOSNICIMA MOTORNIH VOZILA

Grkić R. *Aleksandar*, Vojna akademija, Katedra vojnih mašinskih sistema, Beograd,
Duboka V. *Čedomir*, Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Katedra za motorna vozila,
Krsmanović M. *Milan*, Vojna akademija, Katedra vojnih mašinskih sistema, Beograd

UDK: 629.313-585.86

Sažetak:

Menjački prenosnik, odnosno realizacija njegovih funkcija, posebno promena stepena prenosa, umnogome doprinosi upotrebnosti kvaliteta vozila uticajem na njegove performanse i komfor. U radu je prikazan način modeliranja prelaznog procesa pri promeni stepena prenosa na primeru planetarnog menjačkog prenosnika. Simulacioni model razvijen je s ciljem da se omoguće virtualna ispitivanja planetarnog prenosnika čime bi se pozitivno uticalo na smanjivanje broja ispitivanja realnih prototipova. Na taj način omogućilo bi se skraćivanje vremenskog ciklusa razvoja novog proizvoda, smanjenje troškova i doprinelo bi se poboljšanju upotrebne kvaliteta finalnog proizvoda (prenosnika), pa i vozila u celini.

Ključne reči: model, simulacija, planetarni prenosnik, promena stepena prenosa.

Uvod

Najdelikatniji proces u toku upotrebe stepenastog mehaničkog menjačkog prenosnika je promena stepena prenosa. Na izbor odgovarajućeg stepena prenosa utiče veliki broj faktora kao što su brzina kojom se vozilo kreće, režim rada motora i uslovi puta. Veoma značajna je i veština vozača koji, pored toga što mora svu pažnju da usmeri na upravljanje vozilom, mora da pravilno proceni pomenute faktore i da u pravom trenutku adekvatno promeni stepen prenosa.

Sam način realizacije procesa promene stepena prenosa zavisi od konstrukcije menjačkog prenosnika. Zahvaljujući višamelastim frikcionim sklopovima moguće je promeniti stepen prenosa bez prekida toka snage.

Promena stepena prenosa bez prekida toka snage [1] podrazumeva promenu koja se može ostvariti bez prethodnog rasterećenja motora i bez prekida kinematskog lanca između motora i kretača, što omogućava realizaciju transmisije bez glavne spojnice i olakšava upravljanje transmisijom. Proces razvoja menjačkog prenosnika koja omogućava ovakav način promene stepena prenosa u prošlosti je bio jako skup i oduzimao je dosta vremena. Zahtevani su ekskluzivni prototipovi i specijalizirane analize. Primena savremenih tehnologija projektovanja menjačkih prenosnika podrazumeva, pored dobrog poznavanja fizičkih procesa pri kretanju vozila, posedovanje odgovarajućih simulacionih modela koji mogu da doprinesu definisanju parametara sistema za upravljanje i razvoju podsistema samog menjačkog prenosnika. Simulacioni modeli obezbeđuju mogućnost formiranja tzv. virtuelnog prototipa prenosnika. Ispitivanjem virtuelnog prototipa racionalizuje se proces projektovanja i obezbeđuju se daleko kvalitetnije prve serije proizvoda.

U radu će se prikazati pristup modeliranju prelaznog procesa pri promeni stepena prenosa u programskom okruženju Matlab, odnosno njegovom modulu Simulink/SimMechanics koji omogućava neposredno modeliranje mehaničkih sistema.

Model koji je formiran u Simulink okruženju predstavlja strukturu mehaničkog sistema, geometrijske i kinematske odnose njegovih delova i sve to podržano ekvivalentnim matematičkim modelom. Opisivanje mehaničkih sistema realizuje se preko tzv. tela, koja simbolizuju delove sistema i veza između tela. Tela se opisuju koordinatama težišta (centra mase), masom i senzorom inercije.

Modul Simulink sadrži jedan interni koordinatni sistem i referentnu ravan koji se naziva World koordinatni sistem. Osim World koordinatnog sistema na blokovima koji predstavljaju tela postoji mogućnost određivanja centra mase (CG) i položaja drugih tačaka na telu koje predstavljaju lokalne koordinatne sisteme (CS1, CS2,...), koji se mogu definisati u odnosu na:

- referentni koordinatni sistem,
- druge koordinatne sisteme na telu i
- koordinatni sistem na susednom telu (*Adjoining CS*) sa kojim je dato telo povezano određenom vrstom veze.

Veze ograničavaju broj stepeni slobode kretanja tela i na taj način obezbeđuju pravilno funkcionisanje mehaničkog sistema. *Simulink* veze pridružuju stepene slobode kretanja modelu, pošto su blokovi koji predstavljaju tela definisani tako da ne poseduju nijedan stepen slobode kretanja. Bazno telo u vezi može biti i oslonac (*ground*). Osnovne vrste veza koje su dostupne u *Simulink* biblioteci blokova su:

- prizmatična (*Prismatic*) koja obezbeđuje jedan stepen slobode kretanja duž prave,
- rotaciona (*Revolute*) koja obezbeđuje jedan stepen slobode kretanja oko ose rotacije,

– sferna (*Spherical*) koja obezbeđuje tri stepena slobode kretanja oko tačke (*pivot*) i

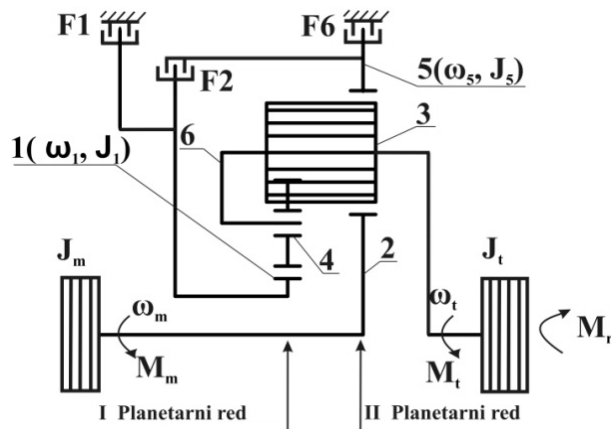
– čvrsta (*Weld*) koja nema nijedan stepen slobode kretanja.

Kombinacijom osnovnih veza može se dobiti više vrsta složenih veza koje predstavljaju idealizovane realne veze (npr. Bearing koja predstavlja ležaj). Bitno je naglasiti da svaka vrsta veze može da povezuje samo dva tela, a ne više njih. Pored veza mogu biti definisani i drugi tipovi ograničenja. Veza „mehaničkog“ i klasičnog Simulink okruženja ostvaruje se preko davača (merenje određene veličine) i aktuatora (zadavanje određene veličine). To znači da se ulaznim veličinama, koje su predstavljene Simulink signalima i imaju određenu matematičku funkciju, preko aktuatora daje fizički smisao i određuje fizička veličina (ugaona brzina, ubrzanje, moment, sila...). Rezultati simulacije formiranog mehaničkog modela mere se pomoću davača i kao Simulink signali (određene matematičke funkcije) predstavljaju izlaz iz sistema i mogu biti predstavljeni na odgovarajući način. Grafičko okruženje Simulink, osim što omogućava definisanje ulaza i izlaza, ima mogućnost definisanja početnih uslova simulacije (*IC – Initial conditions*) [2].

Opisano modeliranje mehaničkih sistema vrši se pomoću različitih blokova koji su smešteni u Simulink biblioteku i razvrstani su u pet osnovnih grupa: *Body*, *Joint*, *Constraint*, *Actuator* i *Sensor* [3].

Model za simulaciju promene stepena prenosa

Modeliranje procesa promene stepena prenosa realizovano je na planetarnom prenosniku tipa Ravigneaux koji se primenjuje u planetarnim menjačkim prenosnicima motornih vozila. Elementi prenosnika Ravigneaux prikazani su na slici 1.



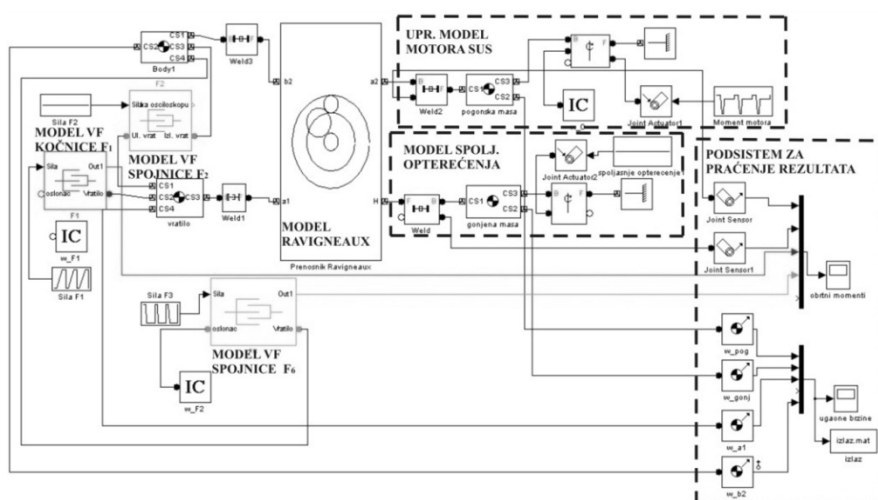
Slika 1 – Kinematska šema planetarnog prenosnika tipa Ravigneaux
Figure 1 – Kinematic scheme of the Ravigneaux planetary gear train

Prenosnik se sastoji od sledećih elemenata:

- centralnog zupčanika sa spoljašnjim ozubljenjem (1, 2)
- centralnog zupčanika sa unutrašnjim ozubljenjem – epicikla (5)
- satelita (3, 4) i
- nosača satelita (6).

Prvi stepen prenosa ostvaruje se aktiviranjem frikcionog sklopa F_6 (kočnica), drugi aktiviranjem frikcionog sklopa F_1 (kočnica), a treći aktiviranjem frikcionog sklopa F_2 (spojnica). Centralni zupčanik (1) preko ulaznog vratila vezan je sa motorom.

Za centralni zupčanik (1) vezani su rotirajući elementi frikcionih sklopova F_1 i F_2 . Rotirajući elementi frikcionih sklopova F_2 i F_6 vezani su za epicikl (5). Zajednički nosač satelita (6) vezan je preko izlaznog vratila sa gonjenim masama prenosnika. Model za simulaciju promene stepena prenosa prikazan je na slici 2.



Slika 2 – Model za simulaciju promene stepena prenosa
Figure 2 – Model for the gearshift simulation

Osnovni elementi modela su:

- uprošćeni model motora SUS,
- model spoljašnjeg opterećenja sistema,
- model planetarnog prenosnika tipa Ravigneaux,
- model višelamelastog frikcionog sklopa (spojnice, kočnice) i
- podsistem za praćenje rezultata simulacije.

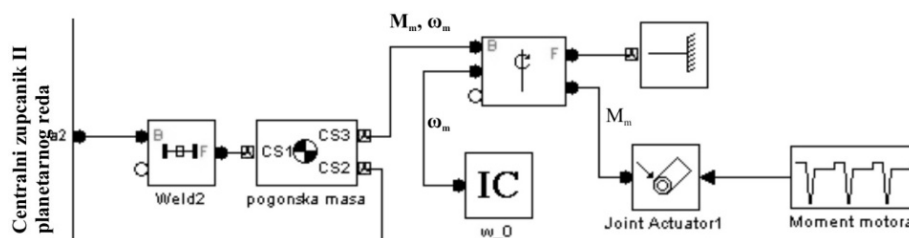
Model je razvijen modularno, tako da se čitav može dodati većem simulacionom modelu. Istovremeno, svaki podsistem predstavlja model za sebe koji se može koristiti nezavisno od glavnog modela. Podsystemi se, takođe vrlo lako mogu menjati i prilagođavati drugim modelima sistema za prenos snage [4] [5].

Uprošćeni model motora SUS

Rad dizel motora SUS opisuju sledeći parametri:

- prečnik i hod klipa,
- broj i raspored cilindara i
- stepen kompresije.

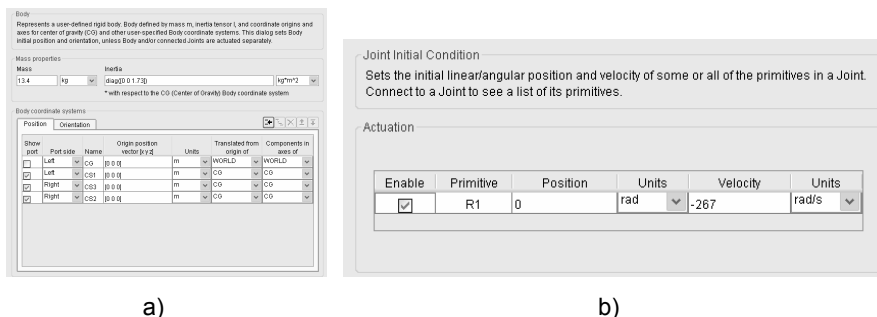
Osim ovoga rad motora zavisi i od vrste sistema za ubrizgavanja goriva i načina punjenja cilindara vazduhom. Način regulisanja broja obrtaja i momenta ubrizgavanja takođe utiču na rad motora odnosno na izgled spoljne brzinske karakteristike. Formiranje ovako složenog sistema i simulacija njegovog rada zahteva detaljno istraživanje koje nije predmet ovog rada. Imajući u vidu da su za simulaciju rada planetarnog prenosnika, koji je predmet ovog rada, neophodni ulazni parametri u vidu obrtnog momenta motora M_m , ugaone brzine motora ω_m i momenta inercije rotirajućih elemenata motora sveden na ulazno vratilo prenosnika, formiran je uprošćeni model motora SUS koji je prikazan na slici 3.



Slika 3 – Uprošćeni model motora SUS
Figure 3 – Simplified model of the engine

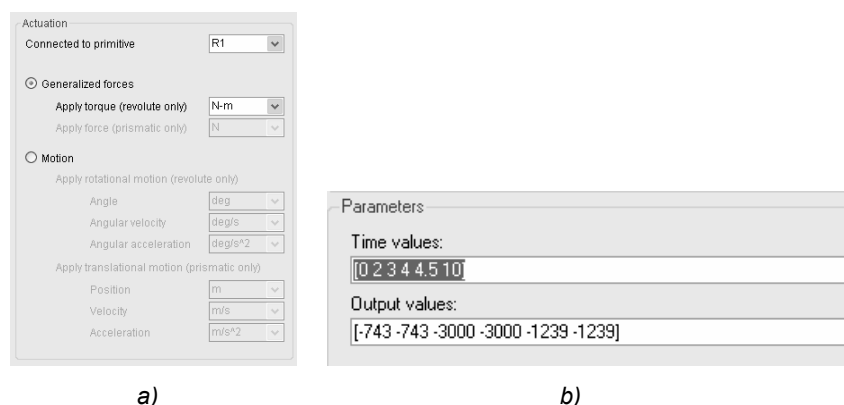
Pogonska masa predstavlja ulazno vratilo koje je sa jedne strane preko „Weld“ veze u čvrstoj vezi sa centralnim zupčanicom II planetarnog reda (a_2), a sa druge strane je preko „Revolut“ veze spojeno sa kolenastim vratilom motora. Blokom za unos parametara, slika 4 a), definiše se masa ulaznog vratila i svih elemenata koji su u čvrstoj vezi sa njim i momenti inercije obrtnih delova motora i ulaznog vratila sa elementima, kao i položaj elemenata koji su u vezi sa telom (pogonska masa).

Blokom IC (Initial Condition) definišu se početni uslovi, koji se u ovom slučaju odnose na početni broj obrtaja ω_m motora SUS. Maska za unos ovih podataka prikazana je na slici 4b). Početni uslovi sistemu se saopštavaju preko *Revolut* veze kao i ulazni obrtni moment, odnosno obrtni moment motora M_m .



Slika 4 – a) Unos parametara pogonske mase; b) Unos početnih uslova
Figure 4 – a) Entering parameters of the driving mass; b) Entering the initial conditions

Ovo se realizuje preko Joint Actuator-a, a na osnovu vrednosti koje dobija iz generatora signala, na slici 3. označenog kao moment motora. S obzirom na to da Joint Actuator može da generiše i položaj, odnosno brzinu i ubrzanje, potrebno je definisati željenu veličinu, slika 5. Vrednost obrtnog momenta definiše se u funkciji vremena u generatoru signala, slika 5b).

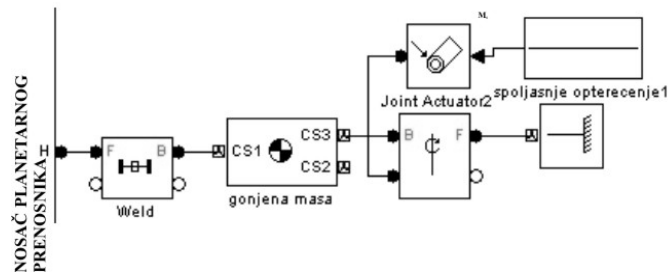


Slika 5 – a) Parametri za izbor veličine za pobuđivanje u Joint Actuator-u;
b) Parametri za definisanje obrtnog momenta motora
Figure 5 – a) Parameters for the selection of the size of the excitation in the Joint Actuator; b) Parameters to define the engine torque

Model spoljašnjeg opterećenja sistema

Spoljašnje opterećenje predstavlja otpore u vidu obrtnog momenta M_t koji nastaju na pogonskom točku vozila. Sa druge strane, ovo opterećenje definisano je momentom inercija rotirajućih elemenata od planetarnog prenosioka do pogonskog točka, svedenih na izlazno vratilo na slici prikazano

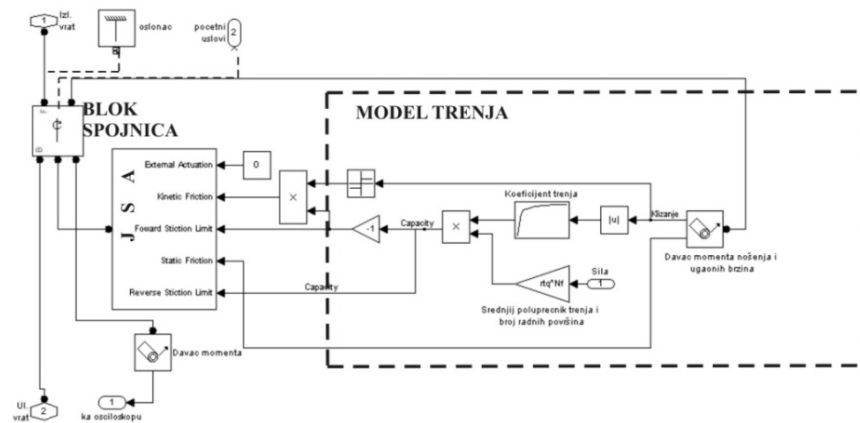
kao gonjena masa. Podsystem koji predstavlja spoljašnje opterećenje sistema prikazan je na slici 6. Ovaj podsystem ima potpuno iste elemente i na potpuno isti način definišu se parametri kao i kod podsystema koji predstavlja uprošćeni model motora SUS, tako da se neće posebno objašnjavati.



Slika 6 – Podsystem za definisanje opterećenja izlaznog vratila
Figure 6 – Subsystem to define the output shaft load

Model za simulaciju rada frikcionih prenosioca

Kontrola prenosa snage u planetarnim prenosnicima ostvaruje se preko frikcionih sklopova. Podsystem u okviru koga se simuliraju procesi uključivanja – isključivanja frikcionog sklopa prikazan je na slici 7.



Slika 7 – Podsystem za simulaciju rada frikcionih sklopova
Figure 7 – Subsystem for the simulation of friction components

Ulazni parametri za rad ovog modela su signali u vidu promena ugaonih brzina pogonskih i gonjenih elemenata frikcionog sklopa u vremenu, kao i promena pritiska u funkciji vremena u hidrauličkom sistemu za upravljanje radom višelamelastih frikcionih sklopova.

Izlazna veličina iz ovog podsistema je moment nošenja frikcionog sklopa. Na ovom podsistemu, mogu se razlikovati tri celine i to:

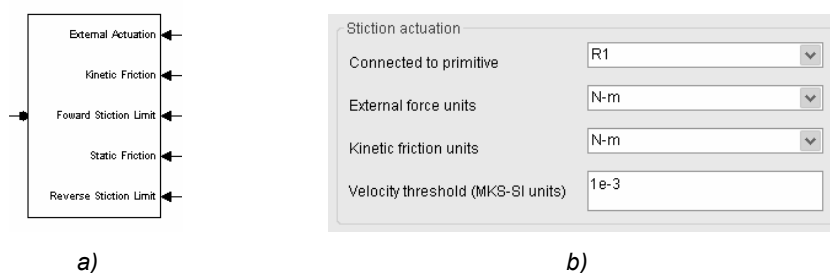
- blok Spojnica,
- Joint Stiction Actuator, označen kao JSA i
- model trenja, uokviren isprekidanom linijom.

Blok spojnica

Blok „Spojnica“ definisan je *Revolute* vezom. Na ovaj način ostvarena je veza između ulaznog i izlaznog vratila, što predstavlja frikcionu spojnicu. Ukoliko se umesto izlaznog vratila postavi oslonac i definišu početni uslovi (ugaona brzina jednaka nuli), veze prikazane isprekidanom linijom na slici 7, onda je u pitanju frikciona kočnica. Iz ovog bloka vode još tri signala. Prvi signal je usmeren ka davaču obrtnog momenta, koji ovaj signal dalje prosljeđuje ka osciloskopu. Drugi signal dolazi od sklopa JSA, koji bloku „Revolute“ saopštava u kakvom stanju je veza između elemenata u funkciji vremena. Treći signal je veza sa davačem momenata i davačem ugaonih brzina pogonskih i gonjenih elemenata, čije se vrednosti koriste kao povratna veza radi definisanja potrebnog momenta nošenja.

Joint Stiction Actuator

Blok u kome se na osnovu ulaznih parametara, konstrukcijskih karakteristika i proračuna odlučuje kojom vrstom i koja će biti vrednost momenta nošenja kojim će se delovati na elemente u relativnom kretanju u frikcionom sklopu naziva se Joint Stiction Actuator, slika 8. a).



Slika 8 – a) Joint Stiction Actuator; b) Parametri koji određuju rad JSA
Figure 8 – a) Joint Stiction Actuator, b) Parameters defining the JSA operation

Joint Stiction Actuator (JSA) povezuje silom trenja dva elementa koja se nalaze u relativnom kretanju na osnovu prethodno definisanih parametara. Parametri kojima se definiše rad JSA prikazani su na slici 8b.

S obzirom na to da sila trenja može da povezuje elemente koji su u međusobnom translatornom ili rotacionom kretanju, potrebno je iz padajućeg menija definisati vrstu veze. U skladu sa izabranom vrstom veze, potrebno je definisati, takođe iz padajućeg menija, merne jedinice i prag razlike brzine između elemenata koje treba povezati, posle kog dolazi do „zaključavanja“ frikcionog sklopa.

Vrednost relativne ugaone brzine može biti sa pozitivnim ili negativnim predznakom, s obzirom na to da frikcionni elementi mogu biti u ulozi pogonskih, ali i gonjenih elemenata.

U vezi sa ovim JSA razlikuje tri stanja frikcionog sklopa:

- otključano,
- zaključano,
- stanje na čekanju.

Otključano stanje podrazumeva da postoji razlika između ugaonih brzina pogonskih i gonjenih elemenata frikcionih sklopova, kao i da nema dejstva sile na upravljački uređaj frikcionog sklopa.

Zaključano stanje podrazumeva da ne postoji razlika između ugaonih brzina pogonskih i gonjenih elemenata frikcionog sklopa. Moment nošenja određen je statičkim momentom nošenja koji se mora nalaziti u granicama (Forward Stiction Limit i Reverse Friction Limit), koje su definisane proračunskim momentom nošenja.

Stanje na čekanju predstavlja prelazno stanje između stanja „otključano“ i stanja „zaključano“. Moment koji se ostvaruje između pogonskih i gonjenih elemenata frikcionog sklopa određen je proračunskim momentom trenja i zavisi od brzine klizanja između elemenata u relativnom kretanju.

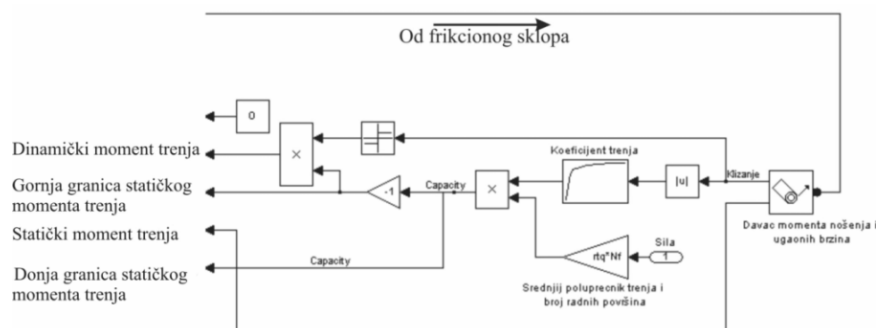
Model trenja

Model trenja (slika 9) vrši proračun momenata koji se javljaju na frikcionom sklopu. Proračun se radi na osnovu:

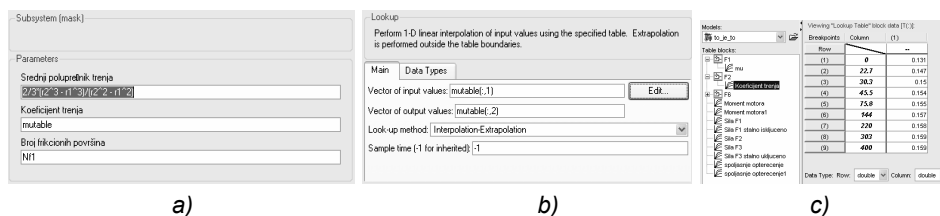
- sile aktiviranja frikcionog sklopa,
- trenutnih vrednosti ugaonih brzina pogonskih i gonjenih elemenata i momenata nošenja i
- tzv. „prethodno definisanih parametara“.

Sila aktiviranja definiše se u funkciji vremena i praktično ne postoje ograničenja u smislu kakvog će oblika ta funkcija biti. Trenutne vrednosti ugaonih brzina pogonskih i gonjenih elemenata i momenata nošenja dobijaju se preko davača direktno sa frikcionih elemenata.

Prethodno definisani parametri odnose se na konstrukcione karakteristike frikcionog sklopa, odnosno na srednji poluprečnik trenja i broj frikcionih površina (slika 10a).



Slika 9 – Model trenja
Figure 9 – Model of friction



Slika 10 – Parametri modela trenja

a) Konstrukcioni parametri; b) i c) Koeficijent trenja u funkciji brzine klizanja

Figure 10 – Friction model parameters

a) structural parameters, b) and c) The coefficient of friction in the function of the slide speed

Pored konstrukcionih parametara u ovom bloku unapred je definisana i vrednost trenja u funkciji brzine klizanja, slika 10. b) i c). Prva kolona predstavlja brzinu klizanja između frikcionih površina i definiše se na osnovu apsolutne vrednosti razlike ugaonih brzina pogonskih i gonjenih elemenata svedene na srednji poluprečnik trenja. Druga kolona predstavlja koeficijent trenja za zadatu brzinu klizanja. U narednom bloku određuje se moment nošenja u obliku u obliku:

$$M_n = F * \mu(v_k) * r_{sr} * N_f \quad (1)$$

gde je:

- F – sila aktiviranja frikcionih sklopova
- $\mu(v_k)$ – trenje u funkciji brzine klizanja frikcionih površina
- r_{sr} – srednji poluprečnik trenja
- N_f – broj frikcionih površina

Vrednost momenta dobijena izrazom (1) služi za definisanje granica statičkog momenta nošenja. Dinamički moment nošenja takođe se određuje korišćenjem izraza (1) sve do trenutka izjednačavanja ugaonih brzina pogonskih i gonjenih elemenata frikcionog sklopa, kada „prelazi“ u statički moment trenja, koji se mora nalaziti u gore pomenutim granicama.

Grčić, A. i dr., Modeliranje procesa promene stepena prenosa u planetarnim menjačkim prenosnicima motornih vozila, str. 41–59

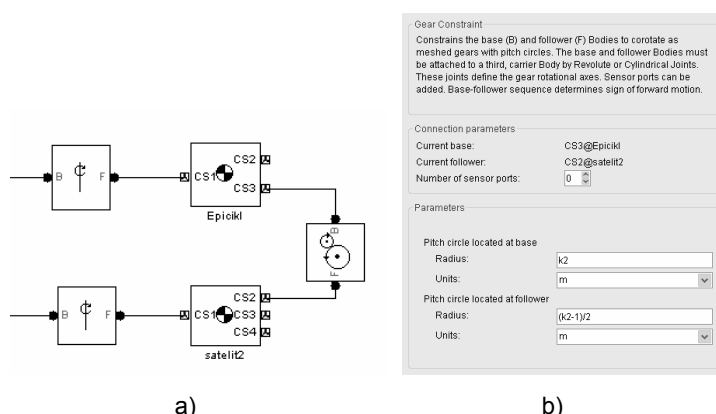
The diagram illustrates the system architecture, showing the central 'Nosao satellite' and its connections to three ground stations: 'centralni zupcanik 1', 'Epiokl', and 'centralni zupcanik 2'. Each ground station includes a 'satelit' block and a 'zupcanik' (antenna) block. The 'H' block is connected to the 'centralni zupcanik 1', and the 'b2' block is connected to the 'Epiokl'.

Parametri koji sačinjavaju ovaj planetarni prenosnik (mase, momenti inercije, brojevi zuba) prikazani su na slici 12. a).



Zupčanici su predstavljeni kao čvrsta tela definisana masom, momentom inercije, položajem u odnosu na koordinatni sistem i centrom gravitacije. Parametari zupčanika prikazani su na slici 12. b). Pored definisanja mase i momenta inercije zupčanika potrebno je definisati i veze zupčanika sa drugim telima. Veze se definišu preko koordinatnih sistema i njihovih međusobnih odnosa. U konkretnom slučaju, centralni zupčanik I reda ostvaruje tri veze kod kojih se vektori položaja poklapaju.

Veze između zupčanika su specifične i definisane su specijalnim blokom pod nazivom „Gear Constraint“. Na slici 13. a), prikazana je jedna takva veza između epicikla i satelita II planetarnog reda.



Slika 13 – a) Gear Constraint veza između epicikla i satelita II planetarnog reda;
b) Parametri za definisanje odnosa između dva zupčanika
Figure 13 – a) Gear Constraint connection between the ring and the planetary gear;
b) Parameters for defining relations between the two gears

„Gear Constraint“ definiše vezu između dva zupčanika parametrima poluprečnika kinematskih kružnica. Tela koja su spojena ovakvom vezom sa druge strane moraju biti povezana Revolute vezom kako je to prikazano na slici 13. b). Da bi se ostvarila ovakva veza između dva tela neophodno je u masku za definisanje odnosa dva zupčanika uneti poluprečnike kinematskih kružnica pogonskog i gonjenog zupčanika.

Podsystem za praćenje rezultata simulacije

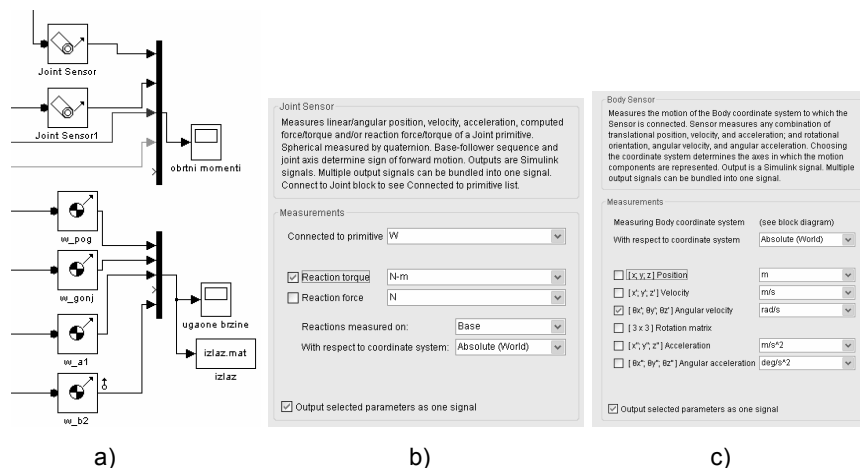
Merenja i beleženje rezultata simulacije simulira se podsystemom za praćenje rezultata simulacije koji je prikazan na slici 14. a). Veličine kojima se opisuju rezultati simulacije su obrtni momenti i ugaone brzine u funkciji vremena. Ovaj podsystem sastoji se od:

- „Sensor“ – a obrtnih momenata,
- „Sensor“ – a ugaonih brzina,
- sabirača signala i
- osciloskopa.

Blokovi tipa „Sensor“ simuliraju rad davača obrtnim momenata i davača ugaonih brzina.

Davač obrtnog momenta može da se koristi i kao davač sile, te je zato potrebno definisati veličinu koja se želi meriti, slika 14. b).

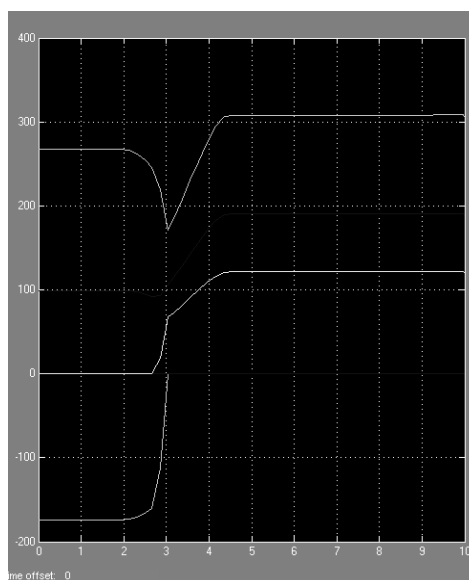
Merno mesta za ovu vrste davača su objekti kojima se definiše veza između dva tela (ranije opisane Weld ili Revolut veze).



Slika 14 – a) Podsystem za praćenje rezultata simulacije; b) i c) Definisanje rada davača obrtnog momenta i ugaone brzine

Figure 14 – a) Subsystem for monitoring the simulation results, b) and c) Definition of torque and angular velocity sensors

Davač ugaone brzine ima mogućnost merenja i pomaka, brzine, ubrzanja i ugaonog ubrzanja, zbog čega je potrebno definisati veličinu koja se želi meriti, slika 14 c). Merno mesto ovog davača je objekat koji opisuje telo „Body” na slici označeno kao pogonska ili gonjena masa.



Slika 15 – Prikaz rezultata simulacije na osciloskopu
Figure 15 – Overview of the simulation results on an oscilloscope

Osciloskopi omogućavaju vizuelizaciju rezultata simulacije, slika 15. Osnovna namena osciloskopa je vizuelizacija rezultata simulacije, odnosno on poseduje samo najosnovnije funkcije vezane za definisanje mer-nog opsega, „zumiranje“ po obe ose radi sagledavanja vrednosti promenljive u tačno određenoj tački, omogućava štampu dobijenih rezultata, odnosno praćenje rezultata tokom simulacije, u realnom vremenu. Dijagrami koji pružaju mnogo više detalja i koji su namenjeni prezentaciji rezultata simulacije dobijaju se upotrebom komande „plot“ iz radnog prostora. Ovakvi dijagrami dobijaju se zahvaljujući objektu na slici 14 a). prikazanom kao „izlaz. mat“, koji rezultate simulacije šalje u radni prostor u vidu matrice.

Analiza rada simulacionog modela

Nakon formiranja modela potrebno je definisati uslove u kojima će se odvijati simulacija i u vezi sa tim potrebno je definisati sledeće:

- konstrukcione parametre prenosnika,
- ulazne parametre,
- spoljašnje opterećenje i
- vreme trajanja simulacije.

Definisanjem konstrukcionih parametara, modelu planetarnog prenosnika se praktično dodeljuju fizičke osobine. Parametri koji se definišu su: unutrašnji prenosni odnosi k_1 i k_2 , mase i momenti inercije zupčanika sa rotirajućim elementima, koeficijent trenja i brojevi frikcionih površina u svakom frikcionom sklopu. Ulazni parametri prenosnika su u stvari izlazni parametri motora, koji pokreće ovaj planetarni prenosnik a to su obrtni momenat i ugaona brzina. Ugaona brzina motora definisana je kao početni uslov, prikazan na slici 3. i 4 a). Obrtni moment definisan je signalom iz generatora signala, kako je prikazano na slici 3. i 4. b).

Spoljašnje opterećenje predstavlja otpore kretanju vozila i simulira se signalom iz signal generatora preko Joint Actuator-a u obliku obrtnog momenta na izlaznom vratilu prenosnika M_t . Planetarni prenosnik opterećen je i „zamajnim masama“, koje simuliraju inerciju vozila prilikom ubrzavanja, odnosno usporavanja i to opterećenje prikazano je u vidu momenta inercije gonjenih masa I_{opt} slika 6.

Ukupna vrednost obrtnog momenta opterećenja na izlaznom vratilu iznosi:

$$M_{tu} = M_t + M_j, \quad (2)$$

gde je M_j – obrtni moment zamajnih masa i iznosi:

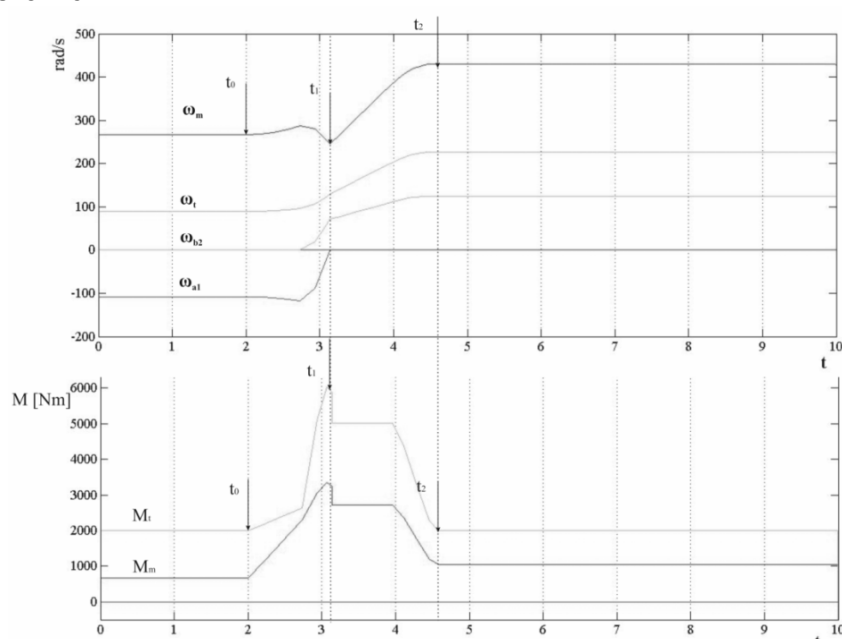
$$M_j = I_{opt} * \dot{\omega}_i \quad (3)$$

gde je $\dot{\omega}_i$ – ugaono obrzanje izlaznog vratila.

Vreme trajanja simulacije iznosi 10 sekundi i može se podeliti u tri intervala. Prvi predstavlja period u kome je uključen prvi stepen prenosa, odnosno aktivna je kočnica F_6 . Drugi period predstavlja prelazni proces, odnosno proces promene stepena prenosa i traje od momenta početka isključivanja kočnice F_6 do momenta potpunog uključivanja kočnice F_1 .

Treći interval predstavlja period u kome je uključen drugi stepen prenosa odnosno aktivna je kočnica F_1 .

Rezultati simulacije na prethodno definisanom modelu prikazani su na slici 16.



Slika 16 – Rezultati simulacije

Figure 16 – Simulation results

Do trenutka t_0 model radi u stacionarnom režimu rada u prvom stepenu prenosa, odnosno aktivna je jedino višelamelasta frikciona kočnica F_6 . U ovoj fazi vrednosti ugaonih brzina motora ω_m i nosača satelita, odnosno izlaznog vratila ω_i , kao i obrtni momenti motora M_m i izlaznog vratila M_i su konstantne.

Ugaona brzina centralnog zupčanika I planetarnog reda ω_{a1} takođe je konstantna samo sa negativnim predznakom, dok je ugaona brzina epicikla II planetarnog reda ω_b , s obzirom na to da je u čvrstoj vezi sa rotirajućim elementima višelamelaste frikционе kočnice F_6 jednaka nuli. Promena stepena prenosa, odnosno prelazni proces, počinje u trenutku t_0 isključivanjem frikcionog sklopa F_6 i istovremenim uključivanjem frikcionog sklopa F_1 . Istovremeno

se povećava ulazni obrtni momenat. U početnoj fazi ovog intervala dolazi do blagog rasterećenja motora, koje se ogleda u povećanju ugaone brzine ω_m , što je posledica povećanja ulaznog obrtnog momenta i početka isključivanja frikcionog sklopa F_6 . U drugoj fazi ovog intervala, kako frikcioni sklop F_1 preuzima na sebe moment nošenja, ω_m počinje da opada. Tokom trajanja prelaznog procesa vrednost ugaone brzine izlaznog vratila ω_i , kao i obrtni moment M_i , raste. Ugaona brzina epicikla ω_b takođe počinje da raste, dok centralni zupčanik I planetarnog reda, zbog aktiviranja frikcionog sklopa F_1 , prelazi u stanje mirovanja, odnosno njegova ugaona brzina ω_{a1} opada i u trenutku t_1 ima vrednost jednaku nuli. Potpuno uključivanje frikcionog sklopa F_1 završava se u trenutku t_1 , kada se na izlaznom vratilu ostvaruje maksimalni moment i od tog trenutka počinje period sinhronizacije koji se ogleda istovremenim porastom ugaonih brzina ulaznog i izlaznog vratila. Promena stepena prenosa završava se u trenutku t_2 , kada se uspostavlja stacionarni režim rada u drugom stepenu prenosa. Sa slike 16. može se videti da je promena stepena prenosa izvršena bez prekida toka snage, odnosno nije došlo do prekida ili do pada vrednosti obrtnog momenta M_i na izlaznom vratilu.

Formirani simulacioni model omogućava virtualno ispitivanje planetarnog prenosnika odnosno analizu uticaja pojedinih parametara na ponašanje prenosnika tokom promene stepena prenosa. Drugim rečima stvorena je mogućnost da se ispita ponašanje modela za simulaciju u različitim uslovima rada. Na raspolaganju su sledeće mogućnosti:

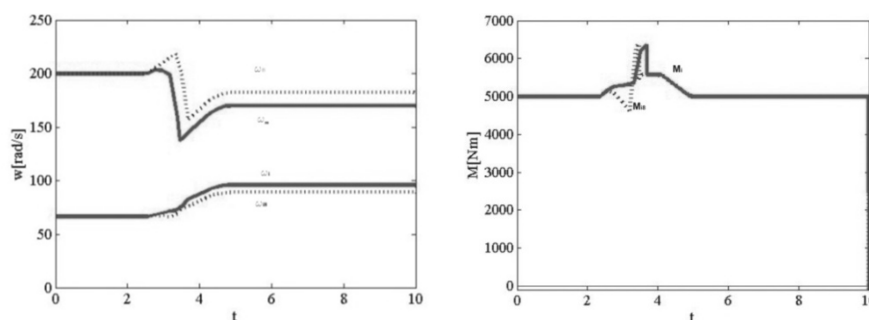
- promena konstrukcijskih parametara,
- promena ulaznih parametara,
- promena parametara opterećenja i
- promena parametara koji definišu „strategiju“ promene stepena prenosa.

Promena konstrukcijskih parametara omogućava modifikaciju formiranog modela prenosnika. Analizom simulacije modifikovanog modela u istim uslovima kao i pre modifikacije može se zaključiti kakav uticaj imaju pojedini konstrukcioni parametri na proces promene stepena prenosa (mase i momenti inercije pojedinih sklopova, pritisci u frikcionim sklopovima, broj frikcionih površina u frikcionim sklopovima itd.). Sa druge strane, promenom vrednosti unutrašnjih prenosnih odnosa k_1 i k_2 stvara se potpuno novi planetarni prenosnik. Promenom ulaznih parametara (obrotni momenat i broj obrtaja motora) i parametara opterećenja (moment inercije zamajnih masa i moment kočnice) može se analizirati uticaj ovih parametara na proces promene stepena prenosa.

Definisanje „strategije“, podrazumeva određivanje načina promene stepena prenosa: sa prekidom toka snage ili bez prekida toka snage (sa optimalnim ili sa suvišnim preklapanjem), kao i dužinu trajanja prelaznog procesa.

Na slici 17 a) prikazan je uporedni dijagram promene ugaonih brzina ulaznog ω_m i izlaznog vratila ω_i za slučaj povišenog spoljašnjeg optereće-

nja i za slučaj povišenog spoljašnjeg opterećenja, ali sa smanjenim brojem frikcionih površina (ω_{m8} ω_{i8}). Na slici 17. b) prikazan je uporedni dijagram promene obrtnih momenata izlaznog vratila za slučaj povišenog spoljašnjeg opterećenja M_i i za slučaj povišenog spoljašnjeg opterećenja M_{i8} , ali sa smanjenim brojem frikcionih površina $N_{f1} = 8$.



Slika 17 – Uporedni dijagram: a) promene ugaonih brzina i b) promene obrtnih momenata
Figure 17 – Comparative chart: a) changes in angular velocity and b) change of torque

Konstrukcijom je predviđeno da sklop F_1 ima 12 frikcionih površina, odnosno pet frikcionih lamela. Broj frikcionih lamela u ovom sklopu smanjivan je za jedan, a zatim je pokretana simulacija i na osciloskopu su se pratili rezultati. Uklanjanjem jedne frikционе lamele, odnosno posmatranjem simulacije sa 10 frikcionih površina u frikcionom sklopu F_1 , može se zaključiti da se promena stepena prenosa obavlja korektno uz izvesno produženje procesa sinhronizacije. Daljim smanjenjem broja frikcionih površina prikazan je slučaj za $N_{f1} = 8$, trajanje prelaznog procesa se značajno povećava, odnosno znatno je klizanje u frikcionom sklopu F_1 , što utiče na povećanje broja obrtaja motora.

Zaključak

U radu je prikazano modeliranje procesa promena stepena prenosa u planetarnom menjačkom prenosniku pomoću računara u Matlab/Simulink okruženju.

Navedeni rezultati pokazuju da primena savremenih metoda i tehnika u projektovanju složenih prenosnika kakav je planetarni prenosnik omogućava brzu procenu alternativa i njegovu optimizaciju. Na taj način stvaraju se mogućnosti za kvalitetnu analizu prelaznog procesa prilikom promene stepena prenosa, kao i analizu uticaja konstrukcijskih parametara prenosnika na proces promene stepena prenosa. Osim toga, moguće je analizirati i uticaje parametara koji definišu „strategiju“ promene stepena prenosa, kako bi se ova složena radnja realizovala što efikasnije.

Tradicionalno projektovanje bazira se na principu „trial-and-error“, što zahteva dosta novca i vremena. Računarski podržano modeliranje procesa promene stepena prenosa omogućava generisanje različitih varijanti virtuelnih modela prenosnika sa relevantnim podacima o njegovim osobinama čime se projektantima omogućava podrška u donošenju odluka u iterativnom procesu projektovanja, odnosno donošenje adekvatnih odluka u početnim fazama projektovanja.

Literatura

- [1] Živanović, Z., Janićijević, N., *Automatske transmisije motornih vozila*, ECOLIBRI, Beograd, 2000.
- [2] Grkić, A., *Simulacija rada planetarnog menjačkog prenosnika pri promeni stepena prenosa bez prekida toka snage*, Magistarski rad, Mašinski fakultet, Beograd, 2008.
- [3] Grkić A., Muždeka, S., Duboka, Č., Simulacioni model višelamelastih frikcionih sklopova, *Vojnotehnički glasnik*, vol. 57, br. 1, pp. 65–80, Beograd, 2009.
- [4] Krsmanović, M., Muždeka, S., Grkić, A., Arsenić, Ž., *Simulacija rada elemenata sistema za prenos snage prilikom polaska motornog vozila s mesta*, 21. međunarodni naučnostručni skup *Nauka i motorna vozila 2007*, JUMV – SP – 0702, ISBN 978–86–80941–32–5, NMV0756S, Beograd, 2007.
- [5] Lang T., Schyr Ch., Simulation Aided Proces for Developing Powertrains, SAE Convention, Sao Paulo Brasil, October 2000.

MODELING OF THE PROCESS OF GEAR SHIFTING IN PLANETARY GEAR TRAINS OF MOTOR VEHICLES

Summary:

Gear boxes, i. e. the realization of their functions, especially gear shift, have a big impact on vehicle operation quality through their effects on the performance of vehicles and their comfort. This paper shows a method of modeling the transition process during gear shifting in planetary gear trains. The simulation model is developed with in order to provide virtual research of planetary gear trains, which would positively decrease the number of real prototypes, thus considerably saving time and contributing to the quality improvement of the final product (planetary gear train) and vehicles in general.

Introduction

Modeling of gear shift processes has been carried out on the planetary gear type Ravigneaux used in planetary gear trains of motor vehicles.

The model was developed modularly, so that more simulation models can be added to the whole. At the same time each subsystem is a model for itself and can be used independently from the main model.

Simplified engine model

Bearing in mind that, for the simulation of the planetary gear which is the subject of this paper, the necessary input parameters are in the form of engine torque M_m , angular velocity and motor ω_m moment of inertia of rotating engine components reduced to the input shaft gear, a simplified model of an internal combustion engine has been formed.

Model of external load

External load resistance is in the form of the torque M_t occurring on the drive wheel of the vehicle. On the other hand, this load is defined by the moment of inertia of rotating elements from the planetary gear to the drive wheel, reduced to the output shaft.

Model of friction transmission simulation

Transmission power control in planetary gears is achieved through friction components. The output size of this subsystem is the moment of carrying the friction assembly.

Simulation model of the planetary gear train

The model simulation of the planetary gear type Ravigneaux was formed in accordance with the kinematic scheme of the gear train. The gears are presented as a solid body defined by mass, moment of inertia, position with respect to the system and the center of gravity.

Subsystem for monitoring the simulation results

Measuring and recording the simulation results are simulated with the simulation tracking subsystem. The simulation results are described through the torque and the angular velocity as a function of time.

Analysis of the simulation model

Forming a simulation model enables virtual testing of the planetary gear and the analysis of the impact of certain parameters on the behavior of the gear during gear changes. In other words, an opportunity has been created to examine the behavior of the model while simulating different conditions.

Conclusion

This paper presents the modeling of the gear change process in a planetary gear using computers in the Matlab / Simulink environment. Computer-aided modeling of the gear change process enables the generation of different versions of virtual gear models with relevant data about their characteristics thus helping designers in their decision making in the iterative process of design, i. e. in making appropriate decisions in the early stages of design.

Key words: *model, simulation, planetary gear train, gear shifting*

Datum prijema članka: 04. 10. 2010.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa: 10. 12. 2010.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje: 13. 12. 2010.

UNAPREĐENJE PRAĆENJA KVANTITATIVNOG STANJA MIRNODOPSKIH ZALIHA POGONSKOG GORIVA NA PUMPNIM STANICAMA

Ilić M. *Slaviša*, Vojska Srbije, Komanda za obuku,
Odeljenje za logistiku, Beograd,
Radosavljević R. *Vladan*, Vojni zavod za preventivnu
medicinu, Beograd

UDK: 355.651:662.75

Sažetak:

U radu je rešavan problem optimizacije postojećeg sistema praćenja kvantitativnog stanja mirnodopskih zaliha goriva na pumpnim stanicama u Vojski Srbije. Istraživani su postojeći organizacioni oblici, na pumpnim stanicama u Vojski i na civilnim pumpnim stanicama, kako bi se na bazi stečenih saznanja i primenom naučno zasnovanih postupaka pripremila teorijska podloga za izbor modela i organizaciono-tehnoloških rešenja koja najviše odgovaraju Vojski Srbije, odnosno sistemu odbrane. Na osnovu anketiranja kompetentnih lica u Vojski, primenom metode ekspertskog ocenjivanja i dobijenih kvantitativnih pokazatelja o ispitivanim modelima izvršena je višekriterijumska optimizacija, radi izbora optimalnog modela. Optimizacija postojećih modela, sa aspekta efikasnosti i ekonomičnosti, ogledala bi se u racionalizaciji, modernizaciji i automatizaciji dela postojećih vojnih kapaciteta i većim oslanjanjem na automatizovane civilne pumpne stanice.

Ključne reči: praćenje kvantitativnog stanja goriva, pumpna stanica, optimizacija, racionalizacija, automatizacija.

Uvod

Aktuelne organizacijske promene u Vojski Srbije i logistici odbrane poslednjih godina zasnivaju se na logističkom pristupu [1] i opredeljenju da je vojna logistika deo odnosno nastavak nacionalne (državne) logistike Republike Srbije, odnosno u primeni je princip „minimum vojne logistike – maksimum nacionalne logistike u sistemu odbrane“. Osnovno načelo u razvoju logistike sistema odbrane, pogotovo u uslovima nedovoljne ekonomske snage države, jeste povećanje efikasnosti i efektivnosti logističke podrške, zasnovano na povećanju informacione vidljivosti stanja resursa [2] i uz postepeno smanjenje procenta učešća vojne u odnosu na državnu logistiku.

Radi smanjenja ukupnih troškova, s obzirom na reformu Vojske Srbije koja je u toku, potrebno je izvršiti optimizaciju postojećeg sistema snabdevanja sa pogonskim sredstvima, kao podsistema logistike, primenom savremenih metoda, tehnika, softvera i opreme [3]. Racionalizacija i razvoj sistema za snabdevanje pogonskim gorivom (u daljem tekstu: gorivo) u Vojsci Srbije, kao dominantnom vrstom pogonskih sredstava, treba da ide u sledećim pravcima – fazama:

- smanjenje angažovanih kapaciteta za manipulaciju, skladištenje i distribuciju goriva (objekata, tehničke opreme i osoblja) a time i smanjenje troškova održavanja vezanih za rad nepotrebnih i neperspektivnih pumpnih stanica i skladišta;
- manje mirnodopske zalihe u sistemu ešaloniranja;
- smanjenje broja etapa u realizaciji snabdevanja sa gorivom od proizvođača do potrošača na pumpnim stanicama;

modernizacija tehničke opreme, sa težištem na kvalitetnoj informatičkoj podršci za praćenje stanja i tokova goriva.

Problem istraživanja u ovom radu svodi se na izbor optimalnog modela praćenja kvantitativnog stanja mirnodopskih zaliha pogonskog goriva na pumpnim stanicama u Vojsci Srbije, kako bi se obezbedilo ekonomičnije poslovanje i efikasnije praćenje imajućih i izdatih količina, s ciljem kvalitetnijeg odlučivanja i upravljanja u sistemu snabdevanja pogonskim sredstvima i postizanja bržeg odziva sistema.

Optimizacija praćenja kvantitativnog stanja mirnodopskih zaliha goriva na pumpnim stanicama (u daljem tekstu: PSt), kao najnižem hijerarhijskom nivou – podsistemu sistema snabdevanja mirnodopskim zalihama goriva u Vojsci Srbije, predstavlja realni problem. Realni problemi su najčešće slabo strukturirani problemi, ali naučna saznanja omogućavaju izvesnu formalizaciju i slabo strukturiranih problema. Prilikom priprema i razrada odluka, neophodno je razumno povezivati heuristički, logički i matematički aparat, koristiti sredstva mehanografije i automatizacije i sređeno iskustvo prilikom razrade odluke. Takođe, neophodno je uspostavljanje razumnog odnosa između odluka kompetentnih planera, njihovog iskustva, intuicije i talenta sa matematičkim metodama i tehničkim (računarskim) sredstvima [4].

Organizacija rada i praćenja kvantitativnog stanja goriva na pumpnim stanicama

U razvijenim zemljama zapada, prilikom odlučivanja o rešenjima u vojsci, teži se da se problemi razmatraju i rešavaju globalno, poštujući interes društva u celini, a prioritet u odlučivanju je zadovoljavajući kvalitet robe ili usluge (održivo) i manji troškovi. Uvek se teži poboljšanju – optimizaciji sistema, sa težištem na njegovoj modernizaciji i smanjenju troš-

kova opsluživanja sistema kao i racionalizaciji utroška novčanih sredstava. Kvalitet odluke zavisiće i od korišćenih metoda u odlučivanju, ali prvenstveno od kvaliteta raspoloživih informacija tj. organizacije praćenja i prikupljanja podataka na izvoru informacija.

Na pumpnim stanicama u VS, s ciljem kvalitetnog sagledavanja problema i tokova podataka u procesu praćenja kvantitativnog stanja goriva, neophodno je izvršiti strukturnu sistemsku analizu realnog sistema u realnom okruženju, prema modelu funkcija. Nakon toga treba sprovesti hijerarhijsku dekompoziciju (rašćlanjivanje) procesa i formiranje dijagrama toka podataka, kao polazne osnove za dalji rad na unapređenju postojećeg informacionog sistema [5]. Osnovne funkcije, u sistemu praćenja kvantitativnog stanja mirnodopskih zaliha goriva na PSt u VS, vezane za osnovne namenske aktivnosti na PSt, su: prijem goriva, čuvanje goriva, izdavanje, znavljanje i održavanje pogonske opreme.

Dostignuti stepen automatizacije funkcija, procesa i informacionog sistema na PSt u VS, ne zadovoljava savremene potrebe sistema snabdevanja gorivom i ne prati trend modernizacije i automatizacije u civilstvu. Sprovedeno istraživanje u praksi [5] pokazalo je da postojeći sistem praćenja kvantitativnog stanja goriva na PSt u VS ima sledeće nedostatke:

- dobijanje nepouzdatih podataka, usled zastarele opreme za manipulaciju sa gorivom i merne opreme, te manualnog prikupljanja podataka,
- nastajanje nedozvoljenih manjkova (usled subjektivne ljudske greške ili obmane),
- bespotrebni troškovi (rastur goriva, transportni troškovi, održavanje opreme, plate, neiskorišćenost kapaciteta, ...), što za posledicu ima necelishodno angažovanje respektivnih materijalnih i ljudskih resursa.

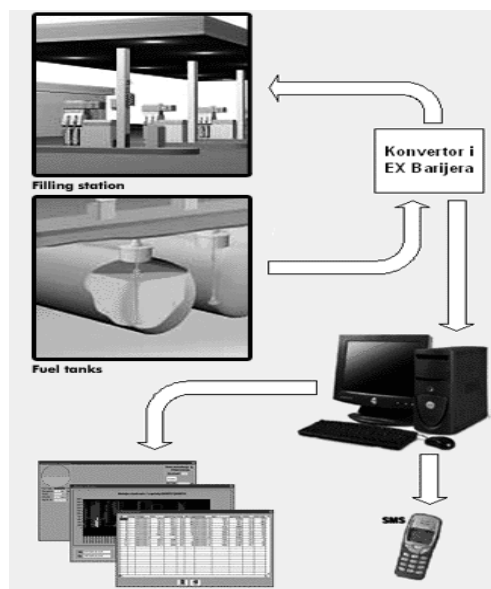
Uvažavajući uočene slabosti, može se zaključiti da postoji potreba za projektovanjem optimalnog organizaciono-tehnološkog i informacionog sistema za praćenje kvantitativnog stanja mirnodopskih zaliha goriva, s ciljem povećanja efikasnosti sistema snabdevanja i smanjenja ljudske greške i obmane, prilikom manipulacije i praćenja kvantitativnog stanja goriva. Tokom istraživanja zaključeno je da optimizacija praćenja kvantitativnog stanja mirnodopskih zaliha goriva na PSt treba da ide ka smanjenju uticaja ljudskog faktora, odnosno uvođenju automatizovanog praćenja kvantitativnog stanja goriva na PSt, sa modernim uređajima za opsluživanje kao i primeni tehnologija za brzo očitavanje i prenošenje informacija i izveštaja.

Intenzivan razvoj računarske i komunikacione tehnologije uslovio je globalizaciju i integraciju poslovnih procesa i tržišta, odnosno, uslovio je veliku potrebu za automatizacijom poslovnih procesa uopšte, pa u skladu sa time i na PSt u VS. Primenom osnovnih postavki sistemskog pristupa istraživanju i razvoju organizacionih sistema i naučnih dostignuća teorije masovnog opsluživanja, odlučivanja i višekriterijumske optimizacije, moguće je vršiti kvalitetnu analizu i rešavanje realnih problema odlučivanja u

vojnim organizacionim sistemima. S obzirom na to da se ne može projektovati sistem koji će u isto vreme imati najvišu moguću efikasnost i najniže troškove, cilj kome treba težiti jeste postizanje takvog sistema u kome je odnos između efikasnosti i troškova najprihvatljiviji.

Pumpne stanice u civilnom sektoru društva poslednjih godina postepeno se modernizuju novim digitalnim pumpnim automatima, sistemima za automatizovano izdavanje i sistemima za automatizovano merenje nivoa goriva u ukopanim cisternama. Ciljevi njihovog tehnološkog unapređenja su:

- potpuna automatizacija rada primenom računarskog upravljanja i nadzora;
- bolja kontrola izdavanja i praćenja stanja goriva (automatsko merenje nivoa goriva, temperature i indikacije vode u cisternama);
- sprečavanja mogućnosti nastajanja ljudske greške, obmane ili namernog otuđenja goriva;
- omogućeno samousluživanje korisnika na PSt u bilo kom delu dana (24 sata) bez obaveze prisustva manipulanta (korporativne ili platne kartice);
- stalna težnja za povećanjem ekonomičnosti funkcionisanja, profita i kvaliteta usluga;
- stalna težnja za povećanjem poštovanja zakonskih propisa koji se odnose na bezbednost i zdravlje na radu, zaštitu od požara i zaštitu životne sredine (odvođenje otpadnih voda, prosutog goriva ...), radi dobijanja upotrebne dozvole.



Slika 1 – Automatizovani sistem za merenje stanja goriva u rezervoarima PSt

Moderni sistemi za merenje stanja goriva u cisternama na civilnim pumpnim stanicama, sastoje od sledećih elemenata (slika br. 1):

- 1) monitoring računara,
- 2) sonde sa interfejsnim jedinicama za merenje u cisternama (nivo goriva i vode u cisterni, gustina i temperatura goriva) i
- 3) softvera na monitoring računarima.

Sistem za automatizovano merenje stanja goriva u cisternama na PSt (Tank Management System – TMS) omogućava sledeće funkcije [6]:

- merenje nivoa goriva i nivoa vode, preračunavanje u litre (sa tačnošću od 0,1 mm) i izračunavanje stvarne zapremine u cisterni prema Konverzionoj (baždarenoj) tabeli;
- merenje temperature goriva (sa tačnošću za temperaturu od 0,01°C);
- preračunavanje stvarne zapremine goriva u cisterni na zapreminu koja odgovara referentnoj temperaturi od 15°C;
- generisanje alarma, u sledećim slučajevima:
 - voda u cisterni,
 - voda u isporuci,
 - minimum količine goriva u cisterni,
 - maksimum količine goriva u cisterni,
 - oticanje goriva – statičko i dinamičko.
- Sistem automatizovanog izdavanja goriva na PSt bez prisustva manipulantu (samousluživanje korisnika) sa magnetnom karticom, omogućava sledeće prednosti:
- dostupnost izdavanja goriva na PSt 24 sata, bez obaveze prisustva manipulantu na PSt (omogućuje princip samousluživanja);
- dobijanje automatizovanih adekvatnih izveštaja o izdavanju goriva na PSt (vreme izdavanja, količina goriva, registarski broj m/v, ...);
- mogućnost uvezivanja programa o izdatim količinama goriva i programa za praćenje troškova transporta.

Radi unapređenja postojećeg sistema praćenja kvantitativnog stanja goriva na PSt, neophodno je pratiti dostignuća i trendove u okruženju, u civilnom sektoru, gde su modernizovani i primenjuju se sistemi sa automatizovanim praćenjem stanja goriva. Na osnovu analize postojećih modela praćenja stanja goriva na PSt u VS i napred prikazanog automatizovanog modela praćenja na civilnim PSt [5], dat je uporedni pregled karakteristika predloženih modela praćenja na PSt u tabeli 1.

Tabela 1

Uporedni pregled karakteristika predloženih modela praćenja na PSt

Postojeći model na PSt u VS (A ₁)	Postojeći perspektivni model na PSt u VS (A ₂)	Model zastupljen na PSt u civilstvu (A ₃)
NEDOSTACI		
zastarela tehnička oprema	troškovi za znavljanje i modernizaciju zastarele opreme	mogućnost nastajanja saobraćajnih nezgoda prilikom tankiranja vojnih m/v, izlaskom u grad radi tankiranja na civilnim PSt
manuelni postupci prilikom manipulacije sa gorivom, praćenju stanja, vođenju evidencija i izveštavanju	troškovi za uvođenje automatizovanog praćenja stanja goriva	otežan dolazak – tankiranja borbenih vozila i inženjerskih mašina na civilnim PSt
velika mogućnost nastajanja subjektivne (ljudske) greške (namerne ili nenamerne)	smanjena mogućnost nastajanja subjektivne greške, modernizacijom opreme	/
neiskorišćeni kapaciteti i veliki nepotrebni troškovi (za plate, rastur, transport...)	potrebno je ispuniti propisane obaveze u skladu sa ZNR, ZŽS i ZOP radi dobijanja upotrebne dozvole	/
nemaju upotrebnu dozvolu PSt jer nisu obezbeđene sve propisane obaveze u skladu sa zahtevima ZNR, ZŽS i ZOP	/	/
PREDNOSTI – POZITIVNO		
samostalnost jedinice za snabdevanje gorivom u miru	samostalnost jedinice za snabdevanje gorivom u miru	nema troškova za plate zaposlenih manipulanata, za tehničko održavanje opreme i za transport od Sk do PSt.
vrši se ujedno obuka lica za rad u ratnim uslovima	vrši se ujedno obuka lica za rad u ratnim uslovima	svode se na minimum moguće greške usled ljudskog faktora
manja mogućnost nastajanja saobraćajnih nezgoda	manja mogućnost nastajanja saobraćajnih nezgoda prilikom tankiranja vojnih m/v u kasarni	oslonac na nacionalnu logistiku
/	modernizacijom je obezbeđeno automatizovano praćenje stanja goriva i izveštavanje, dobijanje brzih i pouzdanih podataka	automatizovano upravljanje zalihama goriva na PSt i plaćanjem utrošenih količina
/	prolazna PSt za garnizon, velika izdavanja goriva, tankiranje borbenih vozila	dobijanje adekvatnih preciznih izveštaja o stanju i izdavanju goriva na PSt

Ilić, S. i dr., Unapređenje praćenja kvantitativnog stanja mironopopskih stanja na pumpnim stanicama, str. 60–77

Ciljevi i kriterijumi optimizacije modela praćenja stanja

Ciljevi optimizacije modela predstavljaju viziju njegove budućnosti, ono čemu on teži i što želi da se ostvari. Oni čine oznaku krajnjih stremljenja i dostignuća u određenom periodu i ukazuju na glavne odluke i pravce delovanja. Kod određivanja cilja optimizacije, osnovna pažnja usmerena je na otklanjanje uočenih nedostataka u postojećim modelima.

Za definisanje ciljeva optimizacije modela praćenja stanja goriva na PSt postoje dva prilaza:

1) reorganizacija i modernizacija postojećeg modela praćenja stanja mirnodopskih zaliha goriva na perspektivnim PSt u VS (automatizacija sopstvenih kapaciteta);

2) formiranje novog modela automatizovanog praćenja stanja mirnodopskih zaliha goriva na PSt, osloncem na kapacitete društva (civilne PSt);

S ciljem rešavanja problema višekriterijumske prirode, koji se odnosi na izbor optimalnog modela praćenja kvantitativnog stanja mirnodopskih zaliha goriva na PSt, primenom metoda operacionih istraživanja [7], neophodno je formalizovati rešavanje problema, identifikovati alternative (modele), definisati kriterijume i potkriterijume, odrediti pripadajuće vrednosti kriterijuma i potkriterijuma i težinskih koeficijenata za izabrane varijante i rangirati varijante – modele. Problem se u realnom sistemu javlja kada kriterijumske vrednosti i težinski koeficijenti nisu izraženi kvantitativno, pa je kvalitativne vrednosti i konstatacije neophodno prevesti u kvantitativne. U tim situacijama pribegava se ekspertskom ocenjivanju (izboru eksperata, određivanju njihove kompetentnosti, provođenju ekspertize, obrada rezultata ekspertize).

Na osnovu definisanih ciljeva i prilaza optimizacije, zadatak optimizacije koji treba rešiti je **izbor optimalnog modela praćenja kvantitativnog stanja mirnodopskih zaliha goriva na PSt**, između tri varijante ili alternativna modela (alternative) i to:

A₁ (model br. 1) – postojeći model rada i praćenja stanja goriva, zastupljen na PSt sa manjim intenzitetom izdavanja i malom iskorišćenošću kapaciteta;

A₂ (model br. 2) – postojeći model rada i praćenja stanja goriva, zastupljen na perspektivnim PSt u velikim garnizonima, uz pretpostavku da su pumpni uređaji modernizovani i da je automatizovano praćenje stanja;

A₃ (model br. 3) – model rada i praćenja kvantitativnog stanja goriva, zastupljen na civilnoj PSt, namenjenoj za opsluživanje civilnih i vojnih vozila, sa modernim pumpnim automatima i sistemom za automatizovano merenje stanja goriva.

Karakter rešavanog problema zahteva primenu kriterijuma – potkriterijuma, kako sa kvantitativnim pokazateljima, tako i sa kvalitativnim opisom (atributima), s ciljem da se što bolje definiše pouzdanost, efikasnosti i ekonomičnost predloženih varijanti – modela, radi njihovog rangiranja i izbora optimalnog modela [9]. Što se definicije kriterijuma tiče, od velikog broja parametara značajnih za izbor modela praćenja stanja goriva na PSt, odabran je skup od tri osnovna kriterijuma sa potkriterijumima, **kao osnovnih atributa poželjnih osobina za realizaciju izbora optimalnog modela i odlučivanje o rešenju problema.**

Realizaciju rangiranja alternativa, kao mogućih rešenja izučavanog problema, izvešćemo u dva nivoa (nulti K^0 – na tri kriterijuma i prvi K^1 – na potkriterijume), na osnovu sledećih osnovnih kriterijuma i potkriterijuma (atributa):

K^0_1 – Efikasnost praćenja kvantitativnog stanja goriva na PSt (kvalitativni iskaz);

$K^1_{1,1}$ – tačnost podataka o kvantitativnom stanju (nivo – zapremina goriva, temperatura goriva, nivo vode) i izdavanju goriva;

$K^1_{1,2}$ – brzina prikupljanja podataka (manuelno ili automatizovano);

$K^1_{1,3}$ – mogućnost sprečavanja otuđenja goriva;

K^0_2 – Efikasnost opsluživanja korisnika na PSt (kvantitativni podaci);

$K^1_{2,1}$ – očekivana iskorišćenost kapaciteta, (%);

$K^1_{2,2}$ – očekivano vreme zadržavanja m/v na PSt, $W(\text{min})$;

K^0_3 – Troškovi praćenja kvantitativnog stanja goriva na PSt (kvantitativni podaci, stvarna vrednost izražena u dinarima);

$K^1_{3,1}$ – troškovi za primanja zaposlenih na PSt;

$K^1_{3,2}$ – troškovi nabavke tehničkih sredstava za rad (nabavka moderne pogonske opreme sa automatizovanim praćenjem stanja);

$K^1_{3,3}$ – troškovi održavanje pogonske opreme, instalacija i objekata;

$K^1_{3,4}$ – troškovi gubitaka goriva na PSt usled rastura (transportni, manipulativni i evaporativni gubici goriva);

$K^1_{3,5}$ – troškovi transporta – distribucije goriva iz skladišta do PSt.

Cilj višekriterijumske optimizacije jeste donošenje konkretne odluke, koja je dobra za najveći broj zadatih kriterijuma. U matematičkom smislu, optimizacija se svodi na traženje ekstrema funkcije kriterijuma, a vrši se primenom različitih metoda, u zavisnosti od tipa relacija u matematičkom modelu, kriterijumske funkcije i ograničenja. Problem višekriterijumske optimizacije se gotovo po pravilu rešava primenom računara i odgovarajućeg softvera.

Primena ekspertskog ocenjivanja i metode analitičkog hijerarhijskog procesa

Metoda *analitičkog hijerarhijskog procesa* (AHP) je metoda višekriterijumske optimizacije koja se sve više primenjuje kao podrška odlučivanju pri rešavanju mnogih tipova problema. Algoritam metode AHP prikazan je na primeru izbora optimalnog modela praćenja kvantitativnog stanja goriva na PSt za potrebe VS [8].

Problem je rešavan najpre „ručno“, korišćenjem programa *MS Excel*, a posle toga „kompjuterski“, uz upotrebu programskog paketa *Expert Choice*. Programski paket *Expert Choice* zasnovan je na primeni metode AHP i kombinuje pogodnosti koje ova metoda nudi sa brzinom i preglednošću kompjuterizovanog izračunavanja i prikazivanja rezultata proračuna. Smisao AHP metode je rangiranje varijanti po važnosti i izbor najprihvatljivije, na osnovu definisanog skupa kriterijuma.

Problem određivanja težina kriterijuma moguće je uspešno rešiti primenom metoda ekspertskog ocenjivanja, tj. uključanjem grupe eksperata na pripremi dokumentacije odnosno naučno zasnovane podloge za donošenje odluke, uz uvažavanje njihove ekspertске kompetencije [9]. S obzirom na to što nema eksperata koji su se bavili ovim problemom, odnosno teško ih je sakupiti na jednom mestu i angažovati u analizi i rešavanju problema, u radu je korišćena metoda anketiranja, radi prikupljanja mišljenja i ocena najstručnijih lica koja se bave upravljanjem i planiranjem snabdevanja sa gorivom u VS, iz Uprave za logistiku (J-4) GŠ VS, Komande Kopnene vojske i iz jedinica Komande za obuku. Uzorak je obuhvatio ukupno 18 merodavnih ispitanika, donosilaca odluke, koji su bili raspoloživi i saglasni, što daje neophodnu objektivnost [5].

Na osnovu anketiranja i posle provere saglasnosti individualnih ocena ispitanika datih u anketi, individualne ocene statistički su obrađene. Za svakog eksperta izračunat je koeficijent kompetencije, a njihova aritmetička sredina predstavlja koeficijent kompetencije ekspertne grupe (tabela 2). Težine relativnih važnosti parcijalnih koeficijenata kompetencije (γ_i) određene su na osnovu prosečnog mišljenja ispitanika u anketi [9], tako da je koeficijent kompetencije za svakog eksperta određen prema formuli

$$K_i = 0,16 \cdot K_s + 0,2 \cdot K_u + 0,37 \cdot K_t + 0,27 \cdot K_o \quad (1)$$

Težine koje određuju relativnu važnost i -te individualne crte eksperta (t_i) određene su na osnovu prosečnog mišljenja ispitanika u anketi, tako da se koeficijent objektivne procene eksperata izračunava prema sledećoj formuli:

$$K_o = \frac{1}{9} (0,22 \cdot c_1 + 0,17 \cdot c_2 + 0,2 \cdot c_3 + 0,22 \cdot c_4 + 0,02 \cdot c_5 + 0,08 \cdot c_6 + 0,08 \cdot c_7) \quad (2)$$

Tabela 2

Koeficijenti kompetencije grupe eksperata

Ekspert	Aspekti procene				Koeficijent kompetencije	Isključiti
	K_s	K_u	K_t	K_o		
1.	0,9	0,90	0,87	0,81	0,86	
2.	0,9	0,91	0,80	0,86	0,85	
3.	0,7	0,83	0,53	0,76	0,68	
4.	0,7	0,80	0,67	0,63	0,69	
5.	0,6	0,71	0,73	0,63	0,68	
6.	0,6	0,63	0,57	0,61	0,60	
7.	0,5	0,52	0,50	0,45	0,49	H
8.	0,6	0,60	0,60	0,55	0,59	
9.	0,5	0,64	0,57	0,54	0,56	
10.	0,7	0,64	0,53	0,53	0,58	
11.	0,4	0,62	0,40	0,52	0,48	H
12.	0,7	0,58	0,47	0,54	0,55	H
13.	0,5	0,60	0,60	0,54	0,57	
14.	0,7	0,59	0,60	0,56	0,60	
15.	0,5	0,51	0,47	0,40	0,46	H
16.	0,6	0,60	0,50	0,54	0,53	H
17.	0,7	0,68	0,53	0,61	0,61	
18.	0,6	0,59	0,50	0,68	0,58	
Koeficijent kompetencije grupne ocene posle isključenja pet ispitanika					0,65	

Posle statističke obrade anketnih listova, usaglašavanja ocena i diskusije sa ispitanicima, iz grupe je isključeno pet ispitanika, čiji su koeficijenti kompetencije bili najmanji (manji od 0,56), tako da je ostalo 13 merodavnih ispitanika. Prosečni koeficijent kompetencije grupe eksperata je $K=0,65$, što znači da je grupa od 13 ispitanika kompetentna za ocenu predloženih varijanti modela praćenja kvantitativnog stanja goriva na PSt. Prilikom dalje statističke obrade podataka iz anketnih listova, obrađivani su podaci od 13 kompetentnih ispitanika i dobijene su prosečne grupne ocene vrednosti potkriterijuma – kriterijuma, kao i njihovih težinskih koeficijenata po predloženim varijantama, za izbor optimalnog modela praćenja kvantitativnog stanja goriva na PSt (tabela 3)

Tabela 3

Matrica odlučivanja, sa kriterijumskim vrednostima varijanti za problem izbora modela praćenja kvantitativnog stanja goriva na PSt

i	K^0_1			K^0_2		K^0_3				
j	$K^{1,1}_{1,1}$	$K^{1,2}_{1,2}$	$K^{1,2}_{1,2}$	$K^{1,2}_{2,1}$	$K^{1,2}_{2,2}$	$K^{1,3}_{3,1}$	$K^{1,3}_{3,2}$	$K^{1,3}_{3,3}$	$K^{1,3}_{3,4}$	$K^{1,3}_{3,5}$
A_1	3,46	2,92	3,46	7,87	4,34	840.000	0	30.000	38.300	216.000
A_2	6,23	5,77	5,38	18,81	4,93	1.200.000	1.000.000	30.000	125.750	720.000
A_3	8,54	8,61	8,85	48,13	3,19	0	1.000.000	0	0	0
W_{ji}	9,08	6,77	7,46	8,46	5,85	6,15	7,77	7,15	6,38	7,08
W_j	max	max	max	max	min	min	min	min	min	min
	8,00			7,31		7,31				
	max			max		min				

Prethodnim istraživanjima definisane su pripadajuće vrednosti potkriterijuma – kriterijuma i težinskih koeficijenata za sve tri predložene alternative i kriterijume, koje su prikazane u tabeli vrednosti kriterijumskih funkcija (tabela 3). Na osnovu njih, u istraživanju je strukturiran problem, a primenom odgovarajuće metode (AHP i programski paket Expert Choice) izabrane su optimalne metode.

Algoritam metode AHP se realizuje kroz četiri faze [1]:

- 1) strukturiranje problema;
- 2) prikupljanje podataka;
- 3) procena relativnih težina kriterijuma – potkriterijuma, W_{ji} i W_j ;
- 4) određivanje rešenja problema nalaženje (tzv. *kompozitnog normalizovanog vektora*).

Numeričke vrednosti kvantitativnih podataka za $K^{1,2}_{2,1}$ i $K^{1,2}_{2,2}$ za sve tri alternative dobijene su pomoću matematičkog aparata Teorije masovnog opsluživanja (TMO), rešavajući predložene modele praćenja kao sisteme masovnog opsluživanja neograničenog kapaciteta (∞) sa čekanjem, polazeći od pretpostavki da su osnovni parametri (broj pristiglih vozila u jedinici vremena i vreme trajanja između dolazaka dva vozila) pod velikim uticajem faktora slučajnosti.

Numerički podaci za potkriterijume $K^{1,1}_{1,1}$, $K^{1,2}_{1,2}$ i $K^{1,3}_{1,3}$, koji su kvalitativni, opisne prirode, „dobijeni“ su iz ocenjivanja u anketi, na osnovu **skale za ocenu kriterijumskih vrednosti** [4].

Numerički podaci za potkriterijume $K^{1,3}_{3,1}$, $K^{1,3}_{3,2}$, $K^{1,3}_{3,3}$, $K^{1,3}_{3,4}$ i $K^{1,3}_{3,5}$ dobijeni su ispitivanjem tržišta i realnog stanja problema (troškova) u praksi, uz ograničenja:

- period od jedne godine,
- odobreni utrošak za ispitivane PSt: za model A_1 je 80.000 l dizel goriva D-2 i 15.000 l motornog benzina, za model A_2 je 300.000 l dizel goriva D-2 i 50.000 l motornog benzina.

- za model **A₃**, izdavanjem goriva vojnim m/v samo do ugovorene – odobrene kvote goriva (na osnovu korporativnih kartica za evidenciju svih tankiranja goriva u granicama ranije utvrđenog limita), pretpostavlja se smanjenje potrošnje goriva.

Vrednosti **težinskih koeficijenata (težina)** potkriterijuma i kriterijuma ($W_{j,i}$ i W_j) dobijeni su nakon procene stepena značajnosti potkriterijuma – kriterijuma¹ u odnosu na kriterijum na neposredno višem nivou rangiranja, primenom skale koju je predložilo anketirano lice.

Dobijeni podaci za rešavanje ispitivanog problema, prikazani u tabeli 3, pripremljeni su za realizaciju daljeg ispitivanja važnosti i rangiranja alternativa, u skladu sa primenom algoritma AHP metode, a proračunati su i korištenjem programa MS Excell. Rezultati proračuna i rang varijanti dati su u tabeli 4. Na osnovu vrednosti ukupnih težina, varijante se rangiraju, pri čemu najviši rang ima ona sa najvećom ukupnom težinom. Uočava se da je **optimalna treća alternativa A₃ (Model praćenja br. 3)** sa najvećom težinom u vrednosti od 0,53 ili 53%, A₂ je druga sa težinom od 0,38 ili 38%, a najnepovoljnija je A₁ koja se primenjuje u praksi sa težinom od 0,14 ili 14%.

Tabela 4

Završna tabela proračuna sa rangom alternativa

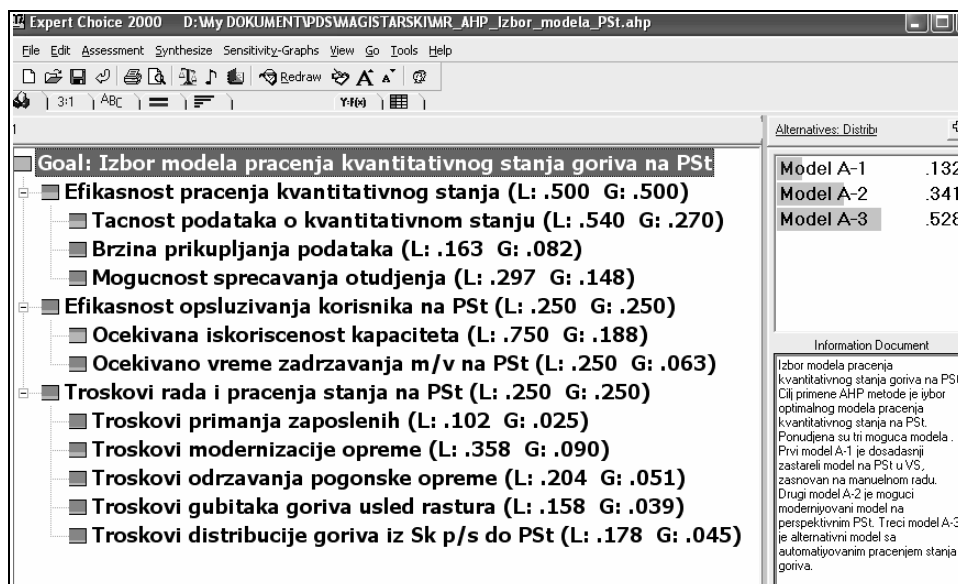
	K1			K2		K3					Сума	Ранг
	K1,1	K1,2	K1,3	K2,1	K2,2	K3,1	K3,2	K3,3	K3,4	K3,5		
A1	0.024	0.007	0.015	0.016	0.019	0.008	0.010	0.025	0.008	0.012	0.145	3
A2	0.074	0.022	0.034	0.045	0.034	0.021	0.051	0.025	0.037	0.040	0.384	2
A3	0.172	0.052	0.099	0.126	0.010	0.003	0.051	0.013	0.003	0.005	0.534	1

Prva faza u procesu odlučivanja, **primenom programskog paketa Expert Choice**, obuhvata tri komponente [6], i to:

- identifikaciju problema,
- identifikaciju alternativa i kriterijuma i
- proučavanje alternativa.

Procena potkriterijuma u odnosu na kriterijum kome pripadaju vrši se na način identičan proceni kriterijuma u odnosu na cilj problema, poređenjem parova potkriterijuma po kriterijumima. Kada se nakon učitanih ocena parova i gotovog proračuna vratimo u prozor modela „Model/View“, videćemo da su u zgradama pored čvorova svih potkriterijuma upisane vrednosti nivoa prioriteta u odnosu na svoj kriterijum, i dobijamo hijerarhijsko stablo u dva nivoa prioriteta potkriterijuma i kriterijuma (slika 2).

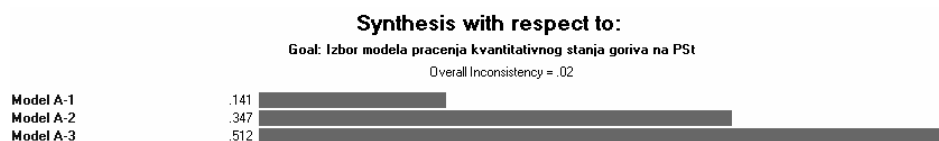
¹ Kod potkriterijuma i kriterijuma kod kojih je uslov optimizacije minimum (min), parametri prikazani u tabeli 3, vrednosti atributa potkriterijuma $K_{2,2}^1$, $K_{3,1}^1$, $K_{3,2}^1$, $K_{3,3}^1$, $K_{3,4}^1$ i $K_{3,5}^1$ prikazani u tabeli, množe se koeficijentom -1, čime se ništa znatno ne menja, i dalje se obrađuje kao optimizacija sa uslovom maksimuma.



Slika 2 – Vrednosti važnosti – prioriteta alternativa u odnosu na čvor cilja

Na slici 2. vidi se da su i vrednosti značajnosti alternativa (prikazano u gornjem desnom uglu prozora modela „ModelView“) dobile određene vrednosti koje su približno jednake konačnim rezultatima proračuna dobijenih metodom AHP u *MS Excellu* kao završnih podataka rešenja problema, a na osnovu kojih su rangirane varijante: A_3 , A_2 pa A_1 .

Upotreba softvera omogućava mnogo brži proračun nego „ručni“ postupak (slika 3). Program nudi ogromne mogućnosti za različite oblike analiza koje mogu dovesti do kvalitetnijeg konačnog rešenja, kao što je analiza prioriteta varijanti odluke u zavisnosti od promene prioriteta kriterijuma i slično.



Slika 3 – Sinteza u odnosu na čvor cilja, Ideal Mode

Rezultati dobijeni „ručnim“ proračunom provereni su i potvrđeni programskim paketom *Expert Choice*. Proračun pokazuje da su vrednosti težina alternativa relativno (tabela 5) ujednačene (razlika je zanemarljiva, usled zaokruživanja vrednosti tokom proračuna), što je potvrda ujednačenosti ocenjivanja karakteristika posmatranih modela za odabrane kriterijume.

Uporedni pregled težina alternativa i njihovo rangiranje

Tabela 5

Modeli praćenja	Značajnost alternative		RANG
	<i>MS Excell</i>	<i>Expert Choice</i>	
Model A ₁	0,145	0,141	3.
Model A ₂	0,384	0,347	2.
Model A₃	0,534	0,512	1.

Zaključak

Postojeća rešenja u sistemu logističke podrške, usmerena na praćenje kvantitativnog stanja mirnodopskih zaliha goriva na PSt u VS, nisu proizvod systemske analize i optimizacije, pa ih nije racionalno informatički podržati. Zato je stalan zadatak da se neprekidno vrši systemsko posmatranje pojava i problema i njihov formalizovan opis, radi stvaranja podloge za njihovu automatizaciju i uspešnije rešavanje.

Složeni problemi odlučivanja i kontrole stanja, u vojnim organizacionim sistemima, mogu se rešavati na dva načina: korišćenjem postojećih i posebno razvijenih alata (prikupljena i sistematizovana teorijska i praktična znanja, tehnike, metode, softver i oprema) i korišćenjem ljudskog empirijskog znanja, elastičnosti, socijalnog iskustva i kreativnosti.

S ciljem dobijanja efikasnijeg, ekonomičnijeg i unificiranog praćenja kvantitativnog stanja mirnodopskih zaliha goriva na PSt za potrebe VS, potrebno je preduzeti sledeće [5], [10], [11]:

1) Sagledati mogućnosti postojećih PSt u VS, a zatim ih grupisati po sledećem:

- PSt za čuvanje mirnodopskih zaliha goriva u velikim garnizonima i opsluživanje svih potrošača (perspektivne PSt), lociranih u garnizonu, u kojima su intenzivne dnevne manipulacije (veliki prosečni utrošak goriva) i koje opslužuju i borbena vozila, tako da je ekonomski isplativo funkcionisanje, održavanje i modernizacija istih;
- PSt namenjene samo za čuvanje trupnih ratnih materijalnih rezervi goriva (bez čuvanja i izdavanja mirnodopskih zaliha goriva), na kojima se ne bi godišnje baždariili pumpni automati i plaćala posebno zaposlena lica za rad na PSt;
- PSt koje treba isprazniti (nepotrebne i neperspektivne), pripremiti za otuđenje (rashodovanje ili prodaja), jer njihova upotreba i održavanje nije ekonomski isplativo i rentabilno.

2) U kasarnama sa malim prosečnim izdavanjem pogonskih sredstava, gde nije ekonomski opravdano funkcionisanje PSt za čuvanje mirno-

dopskih zaliha goriva, čuvati samo trupne ratne materijalne rezerve goriva, a vojna vozila tankirati:

- u velikim garnizonima, na vojnoj PSt gde postoje intenzivna izdavanja;
- na najbližoj – definisanoj civilnoj PSt (po mogućstvu sa automatizovanim praćenjem stanja zaliha i izdavanja goriva po potrošačima i jedinicama).

3) Modernizovati perspektivne PSt u kasarnama velikih garnizona (znavljanje zastarelih pumpnih uređaja sa savremenim digitalnim), radi postizanja potpune automatizacije rada i sledećih efekata:

- dobijanje pouzdanih i brzih informacija, neophodnih za pravovremeno donošenje kvalitetnih odluka na svim nivoima komandovanja;
- smanjivanje mogućnosti nastajanja ljudske greške, obmane ili otuđenja;
- manje potrebe za angažovanjem manipulanata (manji broj zaposlenih);
- racionalizacija ukupnih troškova;
- poboljšanje pouzdanosti i kvaliteta tehničkog održavanja opreme i uređaja na PSt.

4) Razviti koncept popune vojnih m/v sa gorivom na civilnim PSt (Model A₃).

5) Razviti i uvesti jedinstven informacioni sistem za praćenje kvantitativnog i kvalitativnog stanja goriva na pumpnim stanicama, za potrebe Vojske Srbije.

Sprovođenjem napred navedenih postupaka u praksi, ostvarili bi se sledeći ciljevi:

- dobijanje tačnih i automatizovanih podataka o parametrima kvalitativnog i kvantitativnog stanja i izdavanja goriva, u određenom sektoru – lokaciji, po jedinici, vozilu i vozaču;
- znatno smanjenje ukupnih troškova u sistemu snabdevanja gorivom u VS;
- imajući smeštajni kapaciteti za gorivo na PSt u kasarnama, koristili bi se za smeštaj i čuvanje trupnih ratnih materijalnih rezervi uz jedinicu;
- smanjenje potencijalnih opasnosti za životnu sredinu i odgovornosti vezanih za posedovanje velikog broja PSt u VS (bez upotrebnih dozvola);
- povraćaj novca prodajom viška tehničke opreme sa vojnih PSt u napuštenim kasarnama, civilnim strukturama ili izdavanje u zakup;
- neosporivo i efikasno praćenje izdavanja goriva, utroška i realizacije naplaćivanja;
- poboljšanje pozicije pregovaranja o ceni goriva, „Jugopetrolovi“ troškovi distribucije i znavljanja smanjuju se i moguće su kompenzacije sa njima, treba im izdati smeštajni prostor i opremu na korišćenje.

Literatura

- [1] Andrejić, M., *Logistika*, udžbenik za KŠU, SLJR – Vojna akademija, Beograd, 2009.
- [2] Andrejić, M., Milenkov, M., Sokolović, V., „Logistički informacioni sistem“, *Vojnotehnički glasnik*, vol 58, broj 1, pp. 33–61, ISSN 0042–8469, UDC 623+355/359, Beograd, 2010.
- [3] Andrejić, M., Metode i tehnike za podršku planiranja u vojnim organizacionim sistemima *Vojnotehnički glasnik*, vol. 49, broj 1, pp. 36–53, ISSN 0042–8469, UDC 623+355/359, Beograd, 2001.
- [4] Andrejić, M., Patić, Z.: *Mogući pristup projektovanju sistema logističke podrške u procesu transformacije sistema odbrane*, Naučni skup Odbrambene tehnologije, Beograd, 6–7. decembra 2005.
- [5] Ilić, S.: *Praćenje kvantitativnog stanja mirnodopskih zaliha pogonskih sredstava na pumpnim stanicama*, magistarski rad, VA, Beograd, 2009.
- [6] <http://www.etag.co.yu/mer-gor.htm>.
- [7] Andrejić, M., Ljubojević, S., Operaciona istraživanja u funkciji podrške odlučivanju u sistemu odbrane, *Vojnotehnički glasnik*, vol. 57, broj 3, pp. 15–28, ISSN 0042–8469, UDC 623+355/359, Beograd, 2009.
- [8] Nikolić, I., Borović, S.: *Višekriterijumska optimizacija: metode, primena u logistici, softver*, CVŠ VJ, Beograd, 1996.
- [9] Mišković, V., Milićević, M., Stanojević, P.: Modeli ocenjivanja i rangiranja varijantnih rešenja organizaciono – tehnoloških sistema, *Vojnotehnički glasnik*, vol. 49, br. 2, pp. 135–146, ISSN 0042–8469, UDC 623+355/359, Beograd, 2001.
- [10] „Expert Choice 2000 Enterprise 10.1., Tutorials“ Expert Choice Inc.
- [11] Kodžopeljić, J., Stanojević, P., Mišković, V., Milićević, M.: Pristup razradi metodologije ocene i rangiranja varijantnih rešenja opremanja VJ sredstvima NVO, *Vojnotehnički glasnik*, vol. 46, br. 4, pp. 397–411, ISSN 0042–8469, UDC 623+355/359, Beograd, 1998.

IMPROVING THE MONITORING OF QUANTITATIVE CONDITIONS OF PEACETIME FUEL STOCKS AT PUMPING STATIONS

Summary:

The paper has solved the problem of optimizing the existing inefficient and irrational system of the quantitative monitoring of the situation in peacetime fuel supplies at the pumping stations in the Army of Serbia. A study of existing organizational forms, military pumping stations as well as civilian ones, was carried out. Based on the completion of the survey by competent persons in the military, the methods of expert evaluation and the obtained quantitative indicator of the tested models, a multicriteria optimization was performed in order to select the optimal model. The optimization of the existing models, in terms of efficiency and economy, would be the rationalization and modernization – automation of military capacity and greater reliance on automated civilian pumping stations.

Introduction

Within the framework of the undergoing reform of the Serbian Army and in order to reduce the total costs, it is necessary to optimize the existing supply system that is technologically outdated, inefficient and uneconomic. The problem of research in this paper is reduced to the selection of an optimal model of the quantitative monitoring of the state of peacetime stocks of fuel at the pumping stations in the Serbian Army, in order to ensure economical operation and efficient monitoring of available and issued quantities, aiming at better decision making and management in the supply system as well as at achieving faster system response, with greater reliance on government logistics.

Organization of work and monitoring the fuel quantitative status at pumping stations

The existing system of monitoring the quantitative state of fuel pumping stations in the Army of Serbia has the following disadvantages:

- *getting unreliable data, due to outdated equipment for fuel handling and measuring equipment, and manual collection of data;*
- *creation of unauthorized shortages (due to subjective human error or deception)*
- *inadequate engagement of respective material and human resources.*

Optimization of quantitative monitoring of peacetime supplies of fuel at gas stations should aim at reducing the impact of the human factor, introducing automated quantitative monitoring of fuel condition with modern equipment for handling as well as applying technology for fast reading and dissemination of information and reports. Civilian pumping stations have been modernized gradually with new digital pump machines, systems for automated production and automated systems for measuring the fuel level in buried tanks.

The objectives and criteria of the optimization of model monitoring

In order to solve the problem of multi-criteria nature, the methods of operational research have been applied and the formalization of problem solving has been carried out. Models have been identified, criteria and subcriteria have been defined as well as respective criteria values, sub-criteria and weight coefficients for chosen variants in order to rank the alternatives - models. On the basis of the defined objectives and optimization approaches, the task of optimization to be solved is to choose one optimal model of monitoring the quantitative condition of peacetime stocks of fuels at gas stations, out of three variations or alternative models.

Application of expert assessment and methods of analytical hierarchy process

The problem was solved first „manually“, by using MS Excell, and after that by using the Expert Choice software package. The Expert Choice software package is based on the application of the method of

analytical hierarchy process and combines the benefits that this method offers with the speed and visibility of computerized calculations and their result display. The purpose of the AHP method is to rank alternative decisions by their importance and to select the most acceptable alternative on the basis of a defined set of criteria and alternatives. The problem of determining the weight of criteria has been determined by applying the method of expert evaluation, along with interviewing and taking into account the competence of the interviewees.

Conclusion

The existing solutions in the system of logistics support, focused on the monitoring of the quantitative status of peacetime fuel supplies at the pumping stations in the Serbian Army, are not the product of system analysis and optimization. Therefore, it is not rational for them to get an IT support. The continuous task should thus be to monitor the phenomena and problems and their formalized description in order to create a foundation for their automation and successful problem solving.

Key words: quantitative monitoring of fuel condition, pumping station, optimization, rationalization, automation.

Datum prijema članka: 03. 06. 2010.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa: 10. 06. 2010.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje: 12. 06. 2010.

STRUČNI ČLANCI

PREDLOG KONCEPTA KOMANDNO- -INFORMACIONOG SISTEMA BRIGADE KoV VOJSKE SRBIJE

Manjak M. *Mladen*, Miletić M. *Slobodan*, Vojska Srbije,
Uprava za telekomunikacije i informatiku (J-6) GŠ,
Centar za komandno-informacione sisteme i informatičku
podršku – Odeljenje za informacione tehnologije, Beograd

UDC: 355.133.4:355.311.6

Sažetak:

U radu je izložen predlog koncepta komandno-informacionog sistema – KIS brigade KoV Vojske Srbije. Predloženi koncept rezultat je višegodišnjeg bavljenja ovom interdisciplinarnom oblašću autora rada, ali i rezultat rada i nagomilanog iskustva velikog tima ljudi koji su se u proteklom periodu u institucijama bivše JNA, Vojske Srbije i Crne Gore i Vojske Srbije (Centar za borbene komandno-informacione sisteme) kontinuirano i sistematično bavili problematikom komandno-informacionih sistema. Komandno-informacioni sistemi (KIS) danas predstavljaju osnovno sredstvo za ostvarivanje efikasnog komandovanja i rukovođenja – KiR, odnosno sredstvo za umnožavanja snage (borbene moći) bez povećanja broja jedinica i borbenih sredstava. KIS je vrlo složen multidisciplinarni sistem koji zahteva primenu metodologije vlastitog prototipskog razvoja. Zbog složenosti, važnosti i osetljivosti sistema (KIS-a), razvoj se mora realizovati u zemlji unutar nadležnih istraživačkih i razvojnih institucije MO i VS, koji jedini imaju odgovarajuća neophodna znanja i kapacitete. Dodatni razlog za to su i steknuta višegodišnja iskustva u poznavanju vojne strukture i funkcionisanja sistema. Brza i ad hoc rešenja u ovoj oblasti su neprihvatljiva i sa vojne, stručne i ekonomske strane i nose sa sobom velike bezbedonosne rizike. Osnovna struktura predloženog koncepta KIS brigade KoV Vojske Srbije zasnovana je na šest vrsta KIS-a, pet tehničkih podsistema i većem broju pratećih informacionih sistema. Ključni segment su tehnički

podsystemi koji predstavljaju otvorenu tehničko-tehnološku (hardversku i softversku) osnovu za realizaciju svakog KIS-a. KIS je dinamičan sistem koji mora permanentno da prati potrebe korisnika i tehničko-tehnološke promene. Iz tog razloga on nije zatvoren i jednom definisani sistem, već sistem koji se neprekidno razvija, dograđuje i implementira.

Ključne reči: informacija, komandno-informacioni sistem, komandovanje i rukovođenje, arhitektura, struktura, podsystem.

Uvod

Realan odnos snaga u toku borbenih dejstava ne zavisi toliko od potencijalnih mogućnosti zaraćenih strana koliko od efikasnosti komandovanja borbenim sastavima, brzini prikupljanja, obrade i korišćenja informacija radi donošenja optimalnih odluka, odnosno od efikasnog i optimalnog iskorištavanja sopstvenih mogućnosti i karakteristika prostora i okruženja, te eksploatacije slabosti protivnika. Informacija je oduvek bila jedan od parametara moći, ali je poslednjih decenija nagli napredak na polju informaciono-komunikacionih tehnologija omogućio da ona postane ključni faktor s kojim se dobijaju bitke i ratovi.

Za efikasno komandovanje i rukovođenje nužan je neprekidni priliv pravovremenih i kvalitetnih informacija, ali i efikasnost obrade, sigurnost i brzina prenosa informacija. Količina informacija takođe ima veliki značaj, ali njen uticaj na donošenje odluka nije linearan.

Na osnovu brojnih analiza [1][2][3], utvrđeno je da efikasnosti KiR-a u prvom redu zavisi od raspoložive količine informacija i utrošenog vremena za donošenje odluke. Takođe, uočeno je da priliv informacija po kvantitetu i po kvalitetu različito utiče na efikasnost rada KiR-a i na utrošeno vreme za donošenje odluke. Efikasnost KiR-a menja se približno po eksponencijalnom zakonu, tako da veliki kvantitativni priliv raspoloživih informacija iznad nekog nivoa ne doprinosi bitno efikasnosti KiR-a. Brzina porasta efikasnosti KiR-a uveliko zavisi od kvaliteta informacija. U principu kvalitetnije informacije ne zahtevaju veću količinu informacija i obrnuto. Utrošeno vreme za donošenje odluke zavisno od priliva informacija ima osobine slične funkciji parabole. U početku nedovoljna količina informacija zahteva veliko vreme za donošenje odluke. Isti je slučaj sa prevelikim prilivom informacija, gde zahtevano vreme obrade informacija traje duže a time i vreme za donošenje odluke. Drugim rečima, treba da bude optimum između raspoložive količine i kvaliteta informacija i minimalnog vremena za donošenje odluke. Brojni praktični primeri pokazali su da se upravo sa KIS-om ostvaruje navedena optimalnost i znatno veća efikasnost KiR-a, nego sa klasičnim načinom rada. Prema tome, primena savremenih informaciono-komunikacionih tehnologija (IKT) u KiR-u predstavlja imperativ za sve savremene armije. U tom pogledu komand-

no-informacioni sistemi (KIS) predstavljaju osnovno sredstvo za ostvarivanje efikasnog KiR-a, odnosno sredstvo za umnožavanja snage (borbene moći) bez povećanja broja jedinica i borbenih sredstava.

Pojam i karakteristike komandno-informacionih sistema

Opšta definicija komandno-informacionih sistema [4][5][6] je da je to **skup hardverskih i softverskih rešenja uz pomoć kojih se u realnom vremenu ostvaruje integracija svih organizacionih struktura, doktrina, tehničko-tehnoloških sistema i sredstava, informacionih tokova i procesa s ciljem ostvarivanja efikasnog i racionalnog funkcionisanja vojske u celini i njenih pojedinačnih segmenata (jedinica, komandi itd.).** Iz ove opšte definicije proizilazi i pojam KIS brigade KoV **kao skupa tehničkih sredstava, sistema i programskih (softverskih) rešenja, organizovanih i namenjenih da u prostoru kontrole jedinice, odnosno komande, obezbede u realnom vremenu integrirano i automatizovano izviđanje, komuniciranje, upravljanje i komandovanje, s ciljem ostvarivanja efikasnog i racionalnog funkcionisanja brigade u celini i njenih potčinjenih sastava (komande, jedinice).**

KiS je veoma kompleksan multidisciplinarni sistem sistema. Da bi ostvario svoju ulogu i namenu, koncept KIS-a treba da se zasniva na sledećim principima:

- **Interoperabilnost** je princip kojim se KIS-u omogućava obavljanje funkcije i zadataka u združenim i kombinovanim operacijama, odnosno mogućnost uvezivanja i rada u širem okruženju od onog osnovnog za šta je namenjen. Za ostvarivanje ovog principa moraju se ispuniti sledeći uslovi: *unificiranost, kompatibilnost, standardizacija i komunikaciona uvezanost.*
- **Fleksibilnost** je princip koji podrazumeva veći stepen integracije na svim nivoima i sposobnost KIS-a da se prilagodi promenljivim i nepredvidljivim situacijama gde se zahteva brzo preusmerenje na nove zadatke uz minimalne konflikte, prekide i gubitke raspoloživog vremena.
- **Raspoloživost** je princip u kome KIS uvek pruža trenutnu povratnu informaciju (odziv) na postavljeni zahtev. Da bi sistem bio raspoloživ, on mora da bude *pouzdan, redundantan i pravovremen.*
- **Mobilnost** je princip kojim je obezbeđena puna prostorna pokretljivost elemenata KIS-a, kao i njegova sposobnost da prati i pruža sve neophodne usluge mobilnim snagama i pojedincima u toku izvođenja borbenih dejstava. Protok i obrada informacija odvijaju se neprekidno u obe ravni (po vertikali i horizontali).

- **Uređenost – disciplinovanost** je princip kojim se u KIS-u obezbeđuje uređen, disciplinovan i optimalan rad za sve učesnika i osigurava puna kontrola resursa, informacionih tokova i procesa. On sadrži sledeće tri aktivnosti: *kontrola i upravljanje, kontrola elektromagnetnog spektra i upravljanje informacionim prioritetima*.
- **Žilavost** je princip po kojem KIS ima zadovoljavajuću verovatnoću preživljavanja u svim uslovima delovanja (borbenim i neborbenim). Za žilavost su važni sledeći činioci: *sigurnost sistema, zaštita informacija, zaštita od upada i napada na sistem*.
- **Održivost sistema** je princip kojim se ostvaruje neprekidnost podrške KIS-a svim definisanim misijama i operacijama i u svim uslovima.

Osnovni elementi analize sistema KiR za KIS brigade KoV VS

Komandno-informacioni sistem je sastavni deo sistema komandovanja [7] [8] u brigadi kao njegov strukturni element, a namenjen je za podršku KiR-u u obezbeđenju i vođenju operacija, a posebno borbenih dejstava (b/d) kao njihovog najsloženijeg i najzahtevnijeg oblika. To znači da se razvoj KIS-a mora bazirati na analizi tog sistema. S tim ciljem analiziraju se sledeći sadržaji:

1. **osnovne funkcije KiR-a** koje su invarijantne, ali se njihova unutrašnja struktura i način na koji se izvršavaju stalno menja i zavisi od dostignutog stepena razvoja ratne veštine;
2. **organizacija** kroz koju se KiR realizuje;
3. **tehnička sredstva i sistemi** koja se koriste u sistemu KiR;
4. **procedure (pravila)** po kojima KiR funkcioniše.

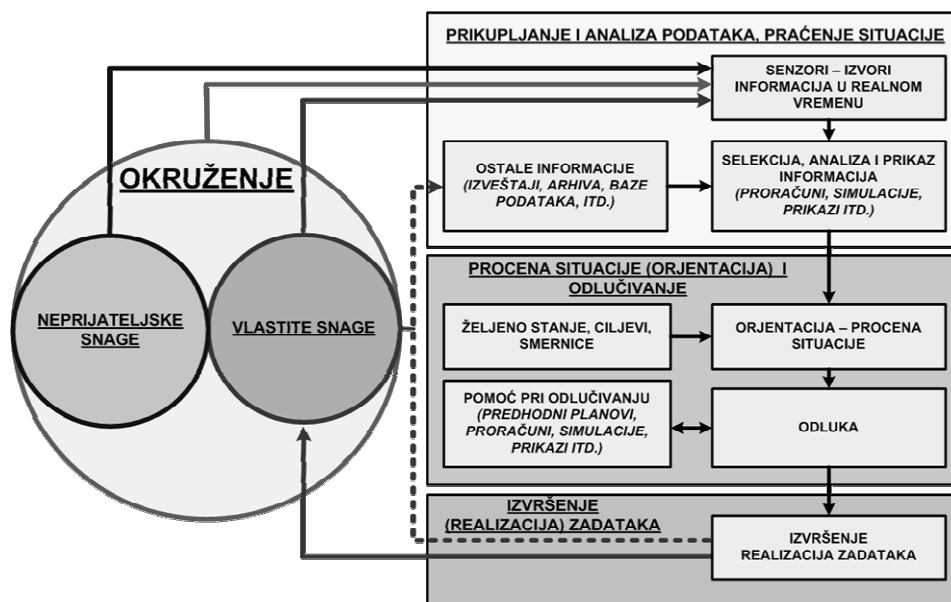
Komandovanje i rukovođenje je proces usmeravanja jedinica i pojedinaca u izvršavanju zadataka i ostvarenju postavljenih ciljeva. Komandovanje se ogleda u pravu pojedinca (komandanta i komandira) da donosi odluku, izdaje naređenja i kontroliše sprovođenje odluke. Rukovođenje podrazumeva ovlašćenja i aktivnosti komandanta i organa komande u planiranju i pripremi za donošenje odluke kako pre početka tako i u toku izvođenja operacija.

Funkcije KiR-a mogu se podeliti ili grupisati na više načina [9] [10] [11]. Prvi način je opšteg karaktera i on funkcije KiR-a deli na *procesne* i *područne* funkcije. *Procesne funkcije* KiR su: *planiranje, organizovanje, naređivanje, koordinacija i kontrola*. One se neprekidno odvijaju, imaju kružni tok i prisutne su na svim nivoima vojne organizacije. *Područne funkcije* KiR-a su: *personalni poslovi, obaveštajno-izviđački poslovi, operativni poslovi, logistika, planiranje i razvoj, telekomunikacije i informacioni sistemi, obuka, doktrina, finansije, civilno-vojna saradnja, vojno-policijski poslovi itd.*

Drugi način je podela na funkcionalne celine (makrofunkcije) sa kojima se realizuju postavljeni ciljevi i zadaci u operacijama. One su razvrstane na sledeći način:

- **funkcije operativnog komandovanja** u kojima su dominantno zastupljeni sadržaji rada operativnih organa komandovanja;
- **funkcije obaveštajnog obezbeđenja** pripadaju grupi funkcija operativnog komandovanja ali su ipak izdvojene zbog svoje specifičnosti i vrlo velikog značaja, posebno sa stanovišta KIS-a;
- **borbene funkcije** obavljaju manevarske snage, snage vatrene podrške i protivvazduhoplovne odbrane;
- **funkcije logistike** obuhvataju široku paletu raznih obezbeđenja (tehničko, sanitetsko, intendantsko itd.) i podrške (ABHO, inženjerija itd.).

Treći način podele je specijalizovanog karaktera a odnosi se na rad komandi i jedinica u toku borbenih dejstava ili izvršenja operacija, koji se odvija u realnom vremenu (slika 1).



Slika 1 – Funkcije rada komande u toku b/d

Funkcije se u načelu grupišu na:

- **prikupljanje i analiza podataka i praćenje situacije;**
- **procena situacije (orijentacija) i odlučivanje;**
- **izvršenje (realizacija) zadataka.**

U VS se primenjuje funkcionalni model organizacione strukture komandovanja i rukovođenja. Brigada KoV je združeno-taktička jedinica promenljivog sastava i predstavlja osnovnu manevarsku snagu VS u operacijama.

Sastoji se od komande i više različitih osnovnih jedinica. Ako se analiziraju ciljevi i zadaci komande brigade KoV VS, zaključuje se da ona treba da sadrži tri osnovna dela i to: *deo za planiranje, deo za komandovanje u operacijama i deo za obezbeđenje operacija*. Navedenu podelu treba shvatiti u širem smislu, a ne kao striktno odvojene celine. Sve tri funkcije zastupljene su u štabu kao osnovnom organu komande.

Bez obzira na to što je sama priroda ratnih ili vanrednih događaja stohastička i teško predvidljiva, nastoji se da se uređenom i formalizovanom metodologijom (procedurom) rada svake komande oni učine predvidljivim i rešivim. Uređene procedure rada mogu se generalno grupisati u dve grupe: *doktrinarne procedure i standardne operativne procedure (SOP)*. Navedene procedure su standardizovani detaljni koraci ili pravila koja opisuju kako da se izvršavaju postavljeni zadaci nastali kao posledica određenih događaja ili ciljeva. Pored ovih uređenih procedura, u radu se zavisno od situacije i događaja u okruženju mogu koristiti procedure i smernice koje generišu nadležni komandanti ili komande, a nastale su kao plod iskustva i znanja. Obično su to dinamične i teško predvidljive situacije koje zahtevaju trenutni ili brz odgovor. Procedura otpočinje određenim događajem, a završava određenim proizvodom rezultatom, koji može da bude inicijalni događaj za drugu proceduru.

Sa stanovišta razvoja i realizacije KIS-a vrlo je bitno uočiti da rad komande ima dve faze. *Prva faza* je rad komande do početka operacije (ili b/d) a *druga faza* je rad komande od početka operacije (ili b/d).

U prvoj fazi komanda radi na operativnom planiranju po uređenim procedurama i najčešće nije vremenski kritična (ima dovoljno vremena). Izvori informacija i informativna podrška su brojni i raznovrsni, što uz nekritično vreme omogućava da svi procesi u širem okruženju budu predvidljivi i rešivi. KIS u ovoj fazi više ima ulogu podrške planiranju nego operativnom komandovanju (naređivanju).

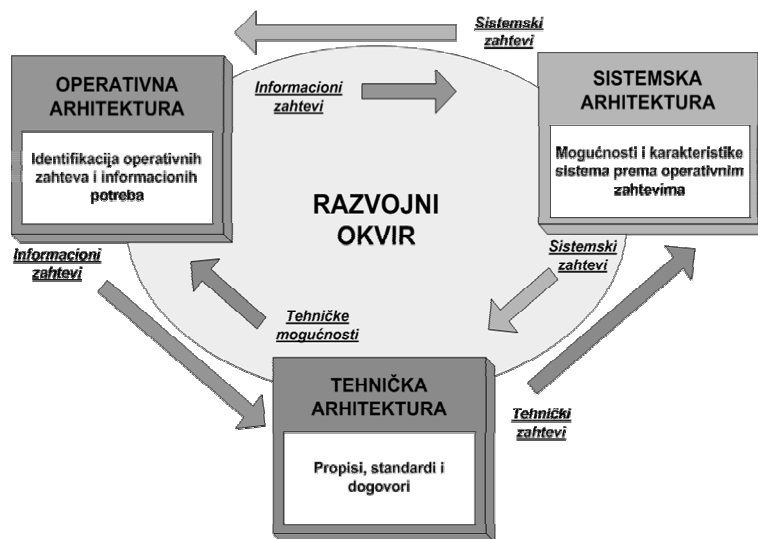
U drugoj fazi bez obzira na to što se operativno planiranje može nastaviti, dominantni su procesi izvršnog komandovanja (naređivanja). Situacija na bojnopolju ili okruženju se dinamički u realnom vremenu menja, a prateći procesi su stohastički i teško predvidljivi. U stvarnoj situaciji na bojnopolju ne odvija se sve kako je planirano. Od komandanta i njegovog štaba zahteva se trenutno reagovanje, odnosno donošenje adekvatnih i pravovremenih odluka. Raznovrsnost izvora informacija je smanjena i svodi se na raspoložive senzore jedinica i ljudstvo u borbenom dodiru sa neprijateljem. Komandant i štab moraju da reaguju brzo i kreativno, a ne šablonski. Upravo zato je osnovni smisao primene KIS-a podrška komandantu i štabu u ovoj fazi rada. Efikasnost svakog KIS-a i uspešnost njegovog razvoja i realizacije se meri i verifikuje upravo u ovoj fazi rada komandi i jedinica.

Principi razvoja arhitekture KIS-a

Koncept razvoja arhitekture KIS-a, prema *Architecture Framework V2.0* Ministarstva odbrane SAD (*DoD*) [12] koji se u svetu najčešće koristi za razvoj KIS-a, treba da pruži odgovore na osnovna pitanja: kome su potrebne informacije (korisnici), ko stvara odnosno generiše informacije (izvori) i identifikuje i opiše sve informacione tokove i procese koji se odvijaju od izvora do korisnika. Ovaj razvoj se posmatra kroz tri kategorije ili okvira: operativni, sistemski i tehnički. Na osnovu njih definišu se sledeći osnovni segmenti razvoja arhitekture KIS-a:

- *operativna arhitektura sistema (OA)*;
- *sistemska arhitektura (SA)*;
- *tehnička arhitektura (TA)*;
- *osnovni informacioni produkti (OIP)*;
- *nivoi interoperabilnosti (NI)*.

Svaka od pojedinačnih arhitektura treba da sadrži sve osnovne atribute KIS-a, koji su opisani sa odgovarajućim nivoom detaljnosti, fleksibilnosti, evolutivnosti i međusobnim vezama sa drugim arhitekturama. Svaka od njih daje elemente za definisanje druge arhitekture (*slika 2*). Neki od atributa mogu da povezuju po dve arhitekture što omogućava integritet, koherentnost i konzistentnost KIS. Tako na primer, na osnovu operativne i sistemske arhitekture definiše se tehnička arhitektura, i obrnuto, operativna i sistemska arhitektura moraju se definisati u skladu sa tehničkim standardima, pravilima, dogovorima i profilima.



Slika 2 – Koncept razvoja arhitekture KIS-a

Operativna arhitektura definiše borbeni kontekst KIS-a tj. misije i zadatke koje treba da podrži, operativne elemente i informacione tokove i procese za određene operativne potrebe i zadatke. Pored toga, ovom arhitekturom definišu se tipovi informacionih tokova i procesa, njihova učestalost razmene, vrsta zadataka i aktivnosti koje podržavaju dotični informacioni tokovi, priroda tih tokova uz detaljan opis interoperabilnih zahteva.

Sistemska arhitektura daje tekstualni i grafički opis, elemenata sistema i njihove međusobne veze. Na nivou domena, sistemskom arhitekturom se prikazuju višestruke veze i opisuju interne strukture i funkcije pojedinih podсистема unutar ukupne arhitekture sistema. Vrš se specifikacija sistema, njegovih komponenti i performansi, fizičkih resursa koji su potrebni za realizaciju zadatih funkcija tehničke arhitekture i osiguranje interoperabilnosti. Za pojedine podсистеме, sistemskom arhitekturom prikazuju se fizičke veze, razmeštaju elementi, komunikacioni kanali, struktura mreže, identifikuju svi čvorovi, specificiraju kapaciteti za svaki informacioni tok itd. Komponente sistema izvođe se iz operativne arhitekture kao vizije sistema.

Tehnička arhitektura obezbeđuje tehnički koncept implementacije i uvođenja KIS-a u operativni rad. Definiše se tehničkim referentnim modelom (TRM) i informacionim standardima. Tehnička arhitektura obuhvata minimalan set pravila, interakcija i uzajamne zavisnosti između delova ili elemenata kojima se obezbeđuje da KIS ostvari svoju namenu. Obuhvata tehničke standarde, dogovore, pravila i kriterijume potrebne da bi se odredile norme kvaliteta i funkcionalnosti interfejsa, komunikacione veze između elemenata arhitekture sistema a u skladu sa operativnim zahtevima. Tehnička arhitektura danas se najčešće oslanja na tehnologije komercijalnih „otvorenih sistema“ koje su prilagođene vojnim zahtevima. Njome se obezbeđuje interoperabilnost, redukuju troškovi i upošljava sopstvena industrija u oblasti informaciono-komunikacionih tehnologija. Vojni standardi se propisuju samo u neophodnim slučajevima, s tim da se po formi i sadržaju približe sličnim komercijalnim međunarodnim standardima (IEEE, ITU, ISO). Profilom standarda obezbeđuje se okvir – ram za primenu informacionih tehnologija, definiše zajednički rečnik, skup servisa i njihove veze. Svaka kategorija servisa se dalje dekomponuje na servisne komponente koje se implementiraju na pojedinačne kompjutere, homogene ili heterogene kompjuterske platforme itd. Kategorije standardnih servisa definišu se prema pet osnovnih kategorija informacionih tehnologija: tehnologija obrade informacija, tehnologija prenos informacija, informaciono modelovanje, interfejsi između korisnika i kompjutera i zaštita informacija.

Osnovni informacioni produkti su model podataka (*data model*) i rečnik podataka (*data dictionary*) koji proističu iz sva tri okvira arhitekture (operativnog, sistemskog, tehničkog). Postoje dva tipa skupa podataka: arhitekturni i borbeni. Arhitekturne informacije predstavljaju sredstvo za opisivanje arhitekture KIS-a i one uključuju sve termine kao što su: misije, zadaci, operativni

elementi, čvorovi, sistemi, servisi i standardi. Borbene informacije su podaci koje zahteva realizacija borbenih zadataka. Proističu iz operativne arhitekture, „provlače“ se kroz sistemsku arhitekturu i standardizuju u tehničkoj arhitekturi.

Ovaj koncept razvoja obezbeđuje osnovu za interoperabilnost sistema, što predstavlja jedan od osnovnih zahteva koje svaki KIS mora da zadovolji. Tokom razvoja arhitekturnih produkata implementiraju se određeni interoperabilni nivoa sa definisanim mogućnostima i zahtevima. Na primer, zahtevi interoperabilnosti na nivou „čvor – čvor“ moraju se definisati tokom definisanja čvorne strukture sistema u operativnoj arhitekturi itd. Tokom izgradnje osnovnog modela čvornih veza i interfejsa, zahtevi za čvornom interoperabilnošću „prevode“ se na sistemsku interoperabilnost.

Osnovna namena tehničkog referentnog modela jeste definisanje zajedničkog radnog okruženja ili informacionih tehnologija za razvoj i implementaciju KIS. Tehnički referentni model komandno-informacionih sistema, standardizovao ga MO SAD kao *TRM (Technical Reference Model)*, a nastao je na osnovu tri koncepta:

- koncept portabilnih otvorenih sistema (*Portable Operating System Interface – POSIX*),
- koncept radnog okvira tehničke arhitekture za upravljanje informacijama (*Technical Architecture Framework for Information Management – TAFIM*) i
- koncept generičke arhitekture otvorenih sistema (*Generic Open Architecture – GOA*).

Zemlje NATO-a za razvoj KIS-a koriste upravo ovaj model u nešto izmenjenoj formi jer se u velikoj meri rešava pitanje interoperabilnosti. Međutim, svaka vojska ima svoje specifičnosti vezano za njenu organizaciju, strukturu, doktrinu, obučenos, tradiciju, tehničko-tehnološku opremljenost itd., tako da primena ovog modela nije pravilo već orijentacija za sopstveni model razvoja i realizacije. Zajedničko za sve je da se razvoj mora realizovati etapno u skladu sa određenom stručnom metodologijom, poštujući nekoliko osnovnih (polaznih) razvojnih postavki.

Prva osnovna postavka je da je KIS vrlo složen multidisciplinarni sistem koji zahteva primenu metodologije prototipskog razvoja i objedinjavanje kadrovskih i materijalnih resursa na jednom mestu zbog veće efikasnosti. Druga osnovna postavka je da se zbog složenosti, važnosti i osetljivosti sistema KiR-a, razvoj KIS-a mora realizovati u zemlji i unutar nadležnih istraživačkih i razvojnih institucije MO i VS, koje imaju odgovarajuća neophodna znanja i kapacitete. KIS se ne kupuje već se razvija, a isto tako brza i ad hoc rešenja koja po svojoj suštini nose veliki bezbedonosni rizik i rizik od promašaja u ovoj složenoj oblasti su neprihvatljiva sa vojne, stručne i ekonomske strane. Treća osnovna postavka je da se posle razvoja prototipa i uvođenja u eksploataciju, nastavlja permanentni razvoj KIS-a kroz brojne modernizacije i usavršavanja dok traje njegov vek eksploatacije, drugim rečima razvoj KIS-a nije jednokratani niti jednosmeran proces.

Predlog koncepta komandno-informacionog sistema brigade KoV Vojske Srbije

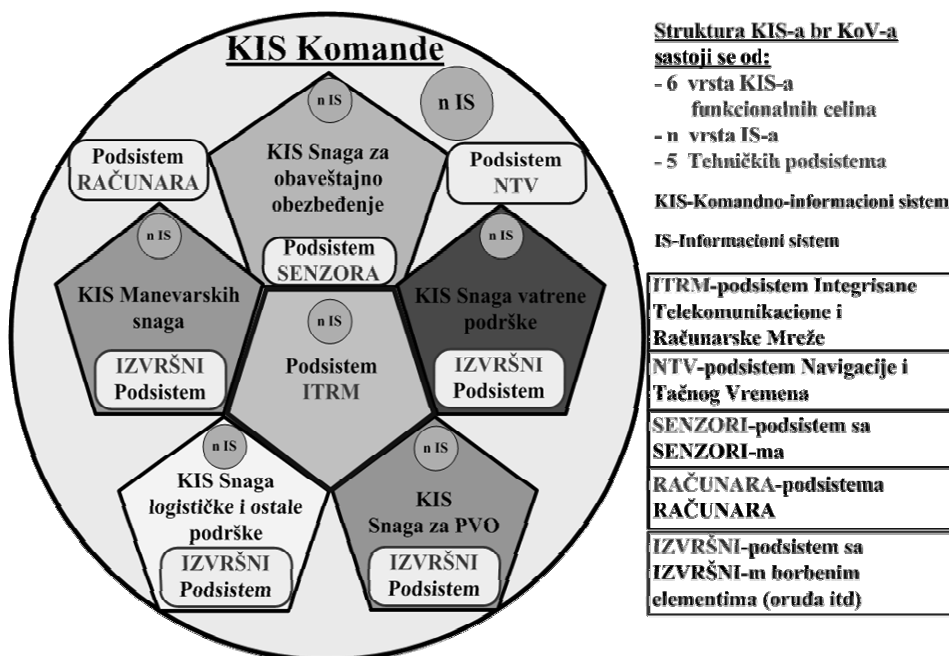
Na bazi višegodišnjih istraživanja i stečenih iskustava sa praktičnim rešenjima, koncept KIS-a brigade KoV Vojske Srbije se zasniva na modelu dekompozicije sistema KiR na funkcionalne celine (makrofunkcije) i rad komandi u toku b/d koji se odvija u realnom vremenu. Time naravno nisu isključene procesne i područne funkcije koje su obavezne i implementirane unutar KIS-a, ali nisu pogodne sa stanovišta realizacije praktičnih organizacionih i tehničko-tehnoloških rešenja KIS-a. Po predloženim organizacionim i funkcionalnim rešenjima taktičkih i združeno-taktičkih jedinica u VS, KIS brKoV treba da se zasniva na sledećim postavkama:

- brigada KoV-a je modularne i promenljive strukture, formirana od jedne ili više različitih osnovnih jedinica;
- osnovne jedinice u KoV-u su nivoa bataljon–divizion;
- koncepcija KIS-a treba da ima univerzalan karakter, otvorenu tehničko-tehnološku strukturu koja omogućava duži radni vek sistema, jednostavniju i brzu dogradnju i rekonfiguraciju sistema, lakše prihvatanje novih tehnologija i tehničkih rešenja;
- KIS treba da ostvari punu prostornu integraciju i vremenski sinhronizam svih organizacionih i tehničkih elemenata i podsistema;
- KIS treba da ostvari preduslove za samostalnu trenutnu orijentaciju i geopozicioniranje u prostoru svih elementa snaga jedinica, sa zahtevanom tačnošću, nezavisno od uslova (meteoroloških, vremena itd.);
- za efikasno funkcionisanje KIS-a neophodan je adekvatan senzorski podsistem koji radi u realnom vremenu;
- za funkcionisanje KIS-a neophodna je adekvatan računarski podsistem koji kao i ceo sistem radi u realnom vremenu;
- KIS treba da obezbedi u realnom vremenu uvezivanje svih izvršnih elemenata (oruđa, borbeni podsistemi itd.) radi ostvarivanja nad njima pune kontrole, nadzora i upravljanja;
- u sistemu komandovanja brigade i potčinjenih jedinica obezbediti zadovoljavajući nivo redundantnosti, fleksibilnosti i pouzdanosti;
- za funkcionisanje KIS-a brKoV obezbediti po kapacitetu odgovarajuće, pouzdano, kvalitetno, sigurno, fleksibilno i pravovremeno telekomunikaciono i računarsko mrežno okruženje koje prati dinamiku kretanja jedinica u prostoru itd.

Na osnovu navedeni postavki predloženi koncept rešenja strukture KIS-a brKoV (slika 3) sastoji se od šest vrsta KIS-a osnovnih taktičkih jedinica i komande brigade, pet tehničkih podsistema i većeg broja pratećih IS-a:

- *KIS komande brigade (funkcija operativnog komandovanja);*
- *KIS snaga za obaveštajno obezbeđenje (obaveštajna funkcija);*

- KIS manevarskih snaga (borbena funkcija);
- KIS snaga za vatrenu podršku (borbena funkcija);
- KIS snaga za PVO (borbena funkcija);
- KIS snaga logističke i druge podrške (funkcija logistike);
- podsistem ITRM (integrisana telekomunikaciona i računarska mreža);
- podsistem NTV (navigacije i tačnog vremena);
- podsistem SENZORA (radari, pasivni OEU, ED, laseri itd.);
- podsistem RAČUNARA (serveri, radne stanice, banke podataka itd.);
- IZVRŠNI podsistemi (borbeni sistemi, oružja, SUV, neborbeni sistemi itd.).



Slika 3 – Koncept strukture KIS-a brKoV

Tehnički podsistemi predstavljaju ključnu tehničko-tehnološku (hardversku i softversku) osnovu za realizaciju svakog KIS-a. Bez njihove adekvatne systemske realizacije koja je pretežno hardverskog karaktera, nije moguća uspešna realizacija bilo koga KIS-a, gde dominiraju softverska rešenja.

Podsistem ITRM – treba da obezbedi neprekidnu, kvalitetnu, pouzdanu, zaštićenu i automatizovanu razmenu svih vrsta informacija. On predstavlja okosnicu svih tokova informacija na koju se naslanjaju komande i jedinice. Podsistem mora da bude pouzdan, redundantan, sigurn

ran, fleksibilan, dinamičan, otporan na sve vrste dejstava i potpuno automatizovan. U sprezi sa podsistemom senzora obezbeđuje uslove kontrole i nadzora elektromagnetnog spektra. Podsistem je prostorno raspoređen i pokriva komandu i jedinicu. Organizaciono pripada komandi, odnosno KIS-u komande. Arhitektura ITRM treba da bude modularna i da omogućava realizaciju fleksibilne prostorne mreže mešovitog tipa.

Podsistem NTV – omogućava prostorno pozicioniranje i praćenje svih elemenata vlastitih snaga (stacionarnih i mobilnih), pozicioniranje i identifikaciju elemenata prostora i vremensku sinhronizaciju svih procesa i tokova neophodnih za KIS. Pored toga, u sprezi sa podsistemom senzora omogućeno je pozicioniranje i praćenje svih elemenata snaga protivnika. Okosnicu ovog sistema treba da čine globalni satelitski navigacioni sistemi tipa *GPS*, *GLONASS* i *GALILEO*. Ovi sistemi istovremeno omogućavaju precizno pozicioniranje u prostoru i generisanje tačnog vremena. Da bi se eliminisala mogućnost da vlasnici namerno narušavaju i blokiraju ove sistema i da bi se ostvarila veća tačnost pozicioniranja koristi se dodatna vlastita zemaljska oprema za tzv. diferencijalni režim rada. Suština je u korišćenju referentnih baznih stanica čija je prostorna pozicija precizno određena i gde se obavlja monitoring globalnih satelitskih navigacionih sistema. Na osnovu izmerenih grešaka (namernih i nenamernih) ove bazne stanice generišu u realnom vremenu korekcione poruke za korisnike unutar svoje zone pokrivanja. Prenos ovih informacije treba da se obavlja preko ITRM. Pored navedenih satelitskih sistema mogu se koristiti i drugi sistemi i sredstva za navigaciju (inercijalni itd.) kao pomoćna. Vremenska sinhronizacija svih informacionih procesa i tokova kao i izvršnih aktivnosti (borbenih dejstava) ima izuzetnu važnost za svaki sistem komandovanja i jedinicu, a za KIS je to jedan od glavnih instrumenata (poluga) kojim se realizuju njegove prednosti. Ovaj podsistem organizaciono pripada komandi odnosno KIS-u komande.

Podsistem SENZORA – služi za automatizovano prikupljanje podataka o protivničkim i vlastitim snagama, prostoru i vremenu. Pomoću nje ga se određuju svi parametri nekog elementa snaga, prostora i vremena, što omogućava svakom učesniku – korisniku konačnu identifikaciju procesa i događaja neophodnih za dalju analizu i donošenje odluka. Podsistem senzora sačinjavaju sredstva i sistemi za elektronsko ratovanje, osmatrački i akvizicijski radari PVO, radari za osmatranje bojišta, antibalistički radari, IC, termovizijski i laserski sistemi svih vrsta, zvukovni i seizmički sistemi itd. Organizaciono podsistem pripada KIS-u komande i KIS-u snaga za obaveštajno obezbeđenje. Sensori izvan ovog podsistema koji pripadaju SUV-u ili određenom borbenom sistemu organizaciono su deo KIS-a kome pripadaju ali se uvezuju na podsistem senzora.

Podsistem RAČUNARA – koji čine farme servera, radne stanice, prenosni računari, softverske aplikacije, baze podataka omogućavaju

automatsku obradu svih informacija, trenutni prikaz situacije i podataka, donošenje kvalitetnih odluka, neophodne simulacije i predikcije, ubrzava reakcija sistema... Ovaj sistem je raspoređen u prostoru i njegovi ključni elementi moraju biti duplirani. Najčešći način rada ovog podsistema zasnovan je na distribuiranoj obradi informacija i procesa. Distribuirana prostorna raspodela elemenata obezbeđuje zahtevanu žilavost, raspoloživost i pouzdanost KIS-a. Ovaj podsistem organizaciono pripada komandi odnosno KIS-u komande.

IZVRŠNI podsistemi – predstavljaju osnovnu pretpostavku za funkcionisanje vojne organizacije i čine ga borbeni sistemi, sistemi za upravljanje vatrom (SUV), oruđa, neborbeni sistemi... Borbeni sistemi velike složenosti sadrže senzore, računare i podsisteme za navigaciju. Uvezivanjem u KIS svih borbenih sistema ostvaruju se brojni efekti od koji su najvažniji:

- povećanje borbene moći jedinica (umnožavanje snage);
- povećanje stepena iskorišćenja pojedinačnih borbenih sistema;
- povećanje verovatnoće preživljavanja na bojištu;
- povećanje preciznosti dejstva i smanjenje vremena reakcije;
- racionalizacija utroška resursa;
- kompenzacija nedostataka pojedinih borbenih sistema itd.

Za borbene i neborbene sisteme i oruđa koja trenutno nemaju mogućnost uvezivanja u KIS, potrebno je programom modernizacije ostvariti tu mogućnost. Ovi podsistemi organizaciono pripadaju borbenim ili logističkim snagama i njihovim komandno-informacionim sistemima [13].

U tehničke podsisteme spadaju uređaji za napajanje, prevozna sredstva i drugi pomoćni uređaji koji su deo organizacione celine kojoj pripadaju.

Zaključak

Komandno-informacioni sistemi (KIS) danas predstavljaju osnovno sredstvo za ostvarivanje efikasnog KiR-a, odnosno sredstvo za umnožavanja snage (borbene moći) bez povećanja broja jedinica i borbenih sredstava. Komandno-informacioni sistemi su vrlo složeni multidisciplinarni sistemi sistema koji zahtevaju primenu metodologije prototipskog razvoja. Zbog složenosti, važnosti i osetljivosti sistema (KIS-a), razvoj se mora realizovati u zemlji unutar nadležnih istraživačkih i razvojnih institucije MO i VS, koji jedini imaju odgovarajuća neophodna znanja i kapacitete. Na ovaj način se sistemski pod njihovim vođenjem i nadzorom otvara mogućnost adekvatnog učešća na kooperativnoj osnovi i ostalih institucija i privrednih subjekata u zemlji. Brza i adekvatna rešenja u ovoj oblasti su neprihvatljiva i sa vojne, stručne i ekonomske strane i nose velike bezbedonosne rizike. Osnovna struktura KIS brigade KoV VS zasnovana je na

šest vrsta KIS-a, pet tehničkih podsistema i većeg broja pratećih informacionih sistema. Ključni segment su tehnički podsistemi koji predstavljaju otvorenu tehničko-tehnološku (hardversku i softversku) osnovu za realizaciju svakog KIS-a. KIS je dinamičan sistem koji mora permanentno da prati potrebe korisnika i tehničko-tehnološke promene. Iz tog razloga on nije zatvoren i jednom definisani sistem, već sistem koji se neprekidno razvija, dograđuje i implementira.

Literatura

- [1] Jane's C3I-C4I Systems 1990–1996.
- [2] Assessing the value of information superiority for ground force – Proof of concept, D. Gonzales i dr., NDRI RAND.
- [3] Exploring information superiority, W. Perry i dr., NDRI RAND.
- [4] Studija Konceptija razvoja komandno-informacionih sistema u Vojski Jugoslavije, Uprave za informatiku, GŠ VJ, 1993.
- [5] Taktička studija komandno-informacionog sistema brigade KoV, 2007.
- [6] Prethodna analiza komandno-informacionog sistema brigade KoV (predlog radnog tima GŠ VS), 2008.
- [7] Idejni projekat Informatička podrška u oružanim snagama SFRJ, SSNO za NIR, 1989.
- [8] Funkcionalna analiza informacionih potreba brigade u KoV-u, Centar vojnotehničkih škola KoV JNA „General armije Ivan Gošnjak“, 1990.
- [9] PA i PR Mobilni automatizovani informacioni sistem komandovanja – model 95, Uprave za informatiku, 1996.
- [10] Komandno-informacioni-sistem komande brigade u KoV-u – Projekat razvoja, CBKIS, 1998.
- [11] Taktička studija (nacrt) KIS artiljerijsko-raketnog divizionu PVO brigade KoV, Uprava ARJ PVO 1999.
- [12] Architecture Framework V2.0, DoD – USA.
- [13] Andrejić, M., Milenkov, M., Sokolović, V., Logistički informacioni sistemi, *Vojnotehnički glasnik*, vol. 58, broj 1, pp. 33–61, ISSN 0042–8469, UDC 623+355/359, Beograd, 2010.

PROPOSAL OF A CONCEPT OF THE LAND BRIGADE C4ISR SYSTEM

Summary:

This paper describes the structure of a concept of the land brigade command information system that is a product of the research work of numerous experts throughout the years done in the then-Yugoslav Army, Army of Serbia and Montenegro and today's Army of the Republic of Serbia. The institution formed for this purpose is the Centre for Command Infor-

mation Systems and Information Support where command information systems are studied continuously and systematically. Today the KIS represents a primary source needed to obtain an efficient military command management system and an instrument for multiplying combat power without increasing the number of units and combat resources. The KIS is a complex multidisciplinary system requiring the implementation of prototype evolution methodology. Due to its complexity, importance and sensitivity, the KIS has to be realized in one's own military R&D institutions belonging to the Ministry of defense, because only these institutions have adequate knowledge and facilities. Fast and ad-hoc solutions in this area are unacceptable from the military, specialized and economic point of view. The primary KIS or KoV structure concept relies on six types of KIS, five technical subsystems and a number of adequate information systems. The key segment are technical systems that represent one open technical and technological (hardware and software) platform in the realization of any KIS type. The KIS is a dynamic permanent system following the users' needs and technical technology changes. It is not, therefore, a closed and finally defined system, it is the system in continuous evolution, under construction and implementations.

Introduction

The concept described in this paper is the result of work of numerous people, authors included, engaged in the last twenty years of KIS research. The real balance of forces in combat does not depend so much on the potentials of warring parties but rather on the efficiency of command of combat units as well as of the speed of collecting, analyzing and using information with the main goal to make the optimal decision and make the most of one's own potentials, terrain features and enemy's weaknesses.

Command and information systems

A general definition of command and information systems is that they are the collection of hardware and software solutions used for real-time integration of all organizational structures, military doctrines, technical and technology systems, information flows and processes aiming at the realization of efficient and rational functioning of the military (units, headquarters, etc.).

Basic elements in analyzing command management and command information systems

A command information system is an element of the land brigade command system intended for the support of command management in securing and leading complex combat operations.

The basic principles of the KIS architecture evolution

The key factor is the fact that the KIS is a very complex multidisciplinary system requiring the application of the methodology of prototype evolution together with encompassing human and material resources for better effectiveness.

Concept of the land brigade command information system

On the basis of long-term research and the obtained experiences with practical solutions, the concept of the KIS br KoV is based on the decomposition model of the military command management system which is decomposed onto functional parts (macro-functions) and command unit operations in real time during combat.

Conclusion

Command information systems (KIS) today represent the basic instrument for efficient military command management systems rather than an instrument for the multiplication of combat power without increasing the number of units and combat resources. The KIS is a complex multidisciplinary system requiring the application of the prototype evolution methodology.

Key words: information, C4ISR system, command management, architecture, structure, subsystem

Datum prijema članka: 25. 03. 2010.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa: 27. 04. 2010.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje: 29. 04. 2010.

IZBOR METODA SINHRONIZACIJE SIGNALA U SOFTVERSKOM GPS PRIJEMNIKU

Sokolović S. *Vlada*, Vojna akademija, Katedra logistike,
Beograd,

Oklopdžija N. *Milan*, Institut „Mihajlo Pupin“, Beograd,

Marković B. *Goran*, Elektrotehnički fakultet Univerziteta
u Beogradu, Katedra telekomunikacija, Beograd

UDK: 007:528.28]:004

Sažetak:

U radu su prikazani kritička analiza toka obrade signala u softverski realizovanom GPS prijemniku i kritičko poređenje različitih arhitektura za obradu signala u okviru GPS prijemnika. Najpre je prikazan model softverskog prijemnika. Na osnovu prikazanog modela realizovan je prijemnik u programskom paketu MATLAB u kome su izvršene simulacije obrade signala. Cilj rada je da pokaže prednosti i nedostatke pojedinih metoda sinhronizacije signala u prijemniku, i predloži prihvatljivo rešenje za moguću implementaciju. Celokupna obrada signala izvršena je na signalu L1 i podacima prikupljenim pomoću ulaznog kola SE4110. Akvizicija signala realizovana je metodom ciklične konvolucije. Radi uporednog prikaza karakteristika pojedinih metoda sinhronizacije (praćenje) signala, prikazani su modeli ealrli-late DLL (Delay Lock Loop), TDL (Tau Dither Loop) i Costas-ove PLL (Phase Lock Loop) petlji praćenja sinhronizacije signala. Na osnovu izvršene analize i prikupljenih podataka, predložen je najprihvatljiviji metod praćenja signala za implementaciju u softverskom GPS prijemniku. Takođe, prikazan je uticaj pojedinih parametara petlji praćenja na sinhronizaciju signala. Nakon izdvajanja bita navigacionih podataka predložen je i NDA (Non-data-aided) algoritam za dodatnu sinhronizaciju detektovanih bita s ciljem njihove pravilne detekcije i bržeg pozicioniranja prijemnika.

Ključne reči: GPS, softverski prijemnik, praćenje signala, sinhronizacija bita, DLL, TDL, PLL.

Uvod

Razvoj prvih GPS (Global Positioning System) prijemnika zasni-
vao se na analognoj tehnologiji prijema i obrade signala. Savre-
mena tehnologija omogućila je razvoj brzih mikroprocesora, što je pozitiv-
no uticalo i na razvoj tehnologije izrade GPS prijemnika.

Povećanje fleksibilnosti i smanjenje cene GPS uređaja za komercijalnu upotrebu, uključujući i mobilne uređaje, moguće je ostvariti primenom tehnologije softverskog radija (SDR, Software Defined Radio). Primenom SDR ostvaruje se mogućnost zamene pojedinih hardverskih komponenti u GPS prijemniku.

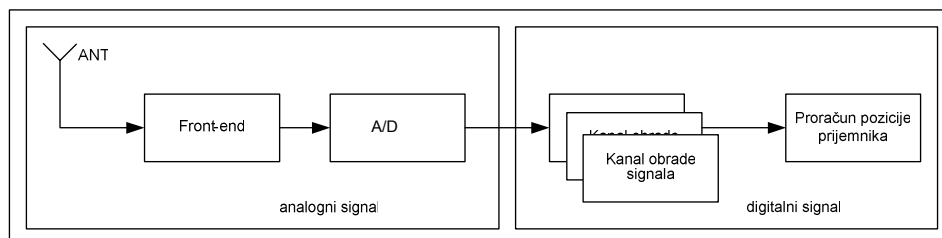
Obrada signala u okviru SDR realizuje se pomoću programabilnih DSP (Digital Signal Processing) ili FPGA (Field Programmable Gate Array) kola, što omogućava jednostavnu promenu algoritama digitalne obrade signala i jednostavnu promenu parametara prijemnika.

Osnovni cilj ovog rada je da se analizira sinhronizacija signala u softverski realizovanom GPS prijemniku. Na osnovu analize različitih metoda praćenja sinhronizacije, dobijeni rezultati su poređeni a predložen je i najprihvatljiviji metod za implementaciju u softverskom GPS prijemniku. Takođe, predložen je i algoritam dodatne sinhronizacije bita navigacione poruke s ciljem što pravilnije detekcije bita.

Analiza postupaka praćenja sinhronizacije signala izvršena je primenom stacionarnog prijemnika na signalu L1. Softverski GPS prijemnik, korišćen u ovom radu, realizovan je primenom programskog paketa MATLAB, u kome je i simuliran tok obrade signala. Signal sa satelita primljen je pomoću ulaznog kola SE4110, sa baferom veličine 600 Mb.

Model softverskog GPS prijemnika

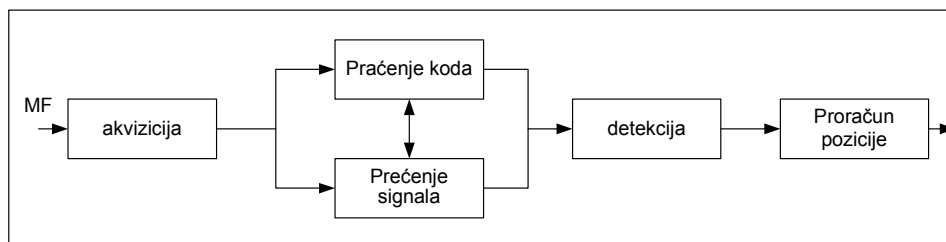
Blok šema softverskog GPS prijemnika prikazana je na slici 1.



Slika 1– Blok šema softverskog prijemnika
Figure 1 – Block diagram of software receivers

Prijemnik je realizovan kroz dva osnovna bloka. Blok u kome se obrađuje analogni signal i blok u kome se obrađuje digitalni signal. Prvi blok realizuje se fizički i služi za prihvatanje signala sa satelita, filtriranje, spuštanje signala na MF i konverziju u digitalni oblik. U drugom bloku vrši se akvizicija GPS signala, praćenje sinhronizacije, detekcija, dekodiranje i proračun pozicije prijemnika. Drugi blok realizuje se softverski. U radu je korišćeno ulazno kolo SE4110, izrađeno u ASIC tehnologiji, pomoću koga su prikupljeni podaci za obradu.

Nakon ulaznog kola, gde se signal digitalizuje, sledi softverska obrada signala. Blok šema softverskog dela prijemnika prikazana je na slici 2.



Slika 2 – Blok šema obrade signala u softverskom delu prijemnika
Figure 2 – Block diagram of the signal processing software in the receiver

Radi detekcije navigacionih podataka prijemnik mora najpre da obezbedi detekciju prisustva GPS signala. Kada se ustanovi prisustvo signala procesom akvizicije neophodno je odrediti učestanost nosioca i Doppler-ovu učestanost (f_d), kao parametre neophodne za dalji proces obrade signala. Promenljiva vrednost učestanosti nosioca posledica je kretanja prijemnika i satelita. Brzina kretanja satelita iznosi oko 929 m/s i glavni je uzročnik nastajanja Doppler-ovog pomeranja učestanosti nosioca. [1]

Na osnovu prethodne jednačine za stacionarne prijemnike opseg pretraživanja f_d uzima se u granicama ± 5 kHz. Ukoliko se prijemnik nalazi na avionu tada se opseg pretraživanja kreće u granicama ± 10 kHz jer brzina kretanja aviona ima znatan uticaj na učestanost signala. Na ulaz bloka akvizicije dovodi se signal nakon A/D konverzije u ulaznom kolu, na MF učestanosti, pri čemu u sebi sadrži signale sa više satelita. Svi ti signali modulirani su različitim C/A kodom pri čemu je početak svakog bloka C/A koda različit, kao i f_d nosioca u svakom od signala. Zadatak bloka akvizicije jeste da prepozna signal sa svakog od satelita, odredi početak sekvence C/A koda, utvrdi učestanost nosioca i fazu C/A koda.

Demodulacijom signala nastaje BPSK (*Binary Phase Shift Keying*) modulisan signal kome je relativno lako odrediti učestanost. Ova dva podatka, učestanost i početak sekvence C/A koda, prosleđuju se u blok sinhronizacije signala kao početni elementi podešavanja kola sinhronizacije.

Osnovne karakteristike GPS signala

Satelit emituje GPS signal na dve učestanosti, L_1 (1575.42 MHz) i L_2 (1227.6 MHz), od kojih je učestanost L_1 primarna, a učestanost L_2 sekundarna, korišćenjem CDMA (*Code Division Multiple Access*). Signali L_1 i L_2 modulirani su signalima proširenog spektra, koga čine jedinstvena pseudoslučajna PRN (*PseudoRandom Noise*) [1] sekvenca i navigaciona

poruka. Na taj način, primenom CDMA tehnike (tehnika izdvajanja signala sa kodnom raspodelom), moguće je izdvojiti i detektovati signal sa odgovarajućeg satelita. U toku praćenja jednog signala, sa satelita koji se nalazi u vidnom polju GPS prijemnika, pomoću CDMA tehnike, GPS prijemnik generiše PRN sekvencu satelita koji se prati, uzimajući u obzir Doppler-ov efekat [1], [3].

Učestanost L_1 modulisana je pomoću dva PRN koda: prosti/akvizicioni C/A (*Coarse/Acquisition*) kod i precizni kod P-kod (*Precision code*). C/A kod namenjen je za početnu akviziciju signala i omogućava grubo određivanje pozicije GPS prijemnika. Precizni kod rezervisan je za institucije vlade SAD. Pored navedenih PRN kodova, modulacija signala L_1 , vrši se i sa podacima koji predstavljaju navigacionu poruku.

Akvizicija GPS signala

Digitalnom signalu koji se dovodi u softverski deo prijemnika iz ulaznog kola, najpre treba odrediti osnovne parametre, učestanost, i fazu koda. Ovi parametri predstavljaju inicijalne elemente petlji praćenja sinhronizacije signala. Početna sinhronizacija signala u ovom radu izvršena je metodom ciklične konvolucije.

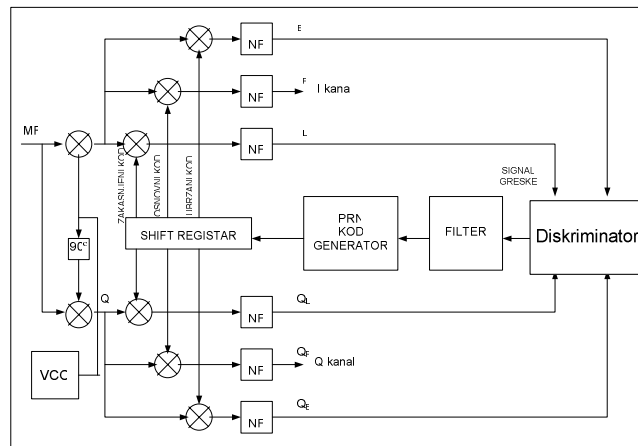
Praćenje sinhronizacije GPS signala

Proces praćenja sinhronizacije signala sledi nakon inicijalne sinhronizacije, odnosno akvizicije signala. U toku praćenja teži se smanjenju faze razlike i održavanju lokalno generisanog signala na učestanosti dolaznog signala.

Radi izbora povoljnije metode praćenja signala u softverskom GPS prijemniku biće upoređene petlje praćenja faze koda u osnovnom opsegu i petlje praćenja učestanosti signala nosioca. Sinhronizacija C/A koda biće analizirana kroz (*Delay-Lock Loop*, DLL) i (*Tau-Dither Loop*, TDL). Sinhronizacija učestanosti signala nosioca analizirana je pomoću (*Frequency Lock Loop*, FLL), Costas-ove petlje praćenja (*Phase Lock Loop*, PLL).

Praćenje sinhronizacije C/A koda DLL petljom

Blok šema DLL za praćenje sinhronizacije u osnovnom opsegu učestanosti prikazana je na slici 3. Petlja se sastoji od množača, integratora, generatora signala na učestanosti nosioca, (lokalnog oscilatora, LO) i naponski kontrolisanog oscilatora PRN sekvence [2].



Slika 3 – Blok šema petlje praćenja koda sa šest korelatora
Figure 3 – Block diagram of the code tracking loop with six correlates

Signal koji je doveden na ulaz DLL petlje najpre je pomnožen lokalno generisanom replikom signala na učestanosti nosioca. Pri generisanju replike, kao inicijalne vrednosti, preuzeti su podaci iz prethodnog stepena obrade, akvizicije.

Signal replike koji se dovodi u množać generisan je u nekoj od petlji praćenja sinhronizacije učestanosti nosioca. Nakon množenja signal se deli u dve grane *early* i *late*. PRN generator generiše signale koji su fazno pomereni tako da postoji signal koji prednjači, koji kasni i signal u fazi.

Na osnovu signala iz pojedinih grana u diskriminatoru se formira signal greške koji služi za korekciju faze u generatoru PRN. Ukoliko se postigne usklađenje koda replike i signala ulaza, na izlazu korelatora postiže se maksimum korelacije. Ukoliko to nije slučaj faze replike koriguje se za $\frac{1}{2}$ čipa tako da jedan signal kasni za $\frac{1}{2}$ čipa a jedan prednjači za $\frac{1}{2}$ čipa.

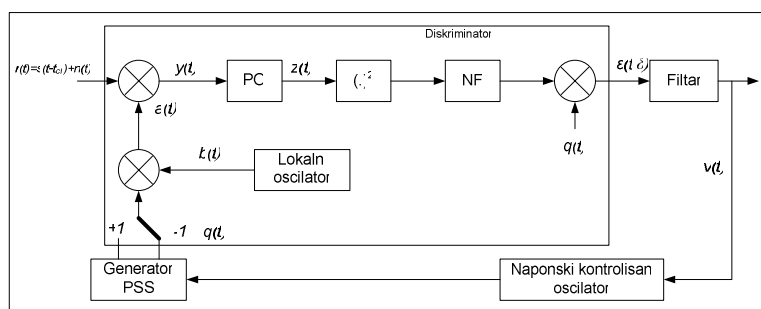
Ukoliko je lokalno generisani signal nosioca u fazi sa ulaznim, celokupna energija signala nalazi se u I grani. Ukoliko postoji fazna razlika energija prelazi između I i Q grane kola. Na ovaj način najpre se usklađuju faze, odnosno učestanosti signala nosioca a zatim se pristupa praćenju faze koda.

U slučaju smanjenja odnosa signal–šum prijemnik radi i sa većom razlikom čipova u korelatoru da bi mogao da održi praćenje signala i da spreči mogućnost prekida praćenja. Za grešku od ± 1.5 čipa na ulazu daje korektan signal greške i omogućava praćenje signala u ovim granicama. Van granica greške od ± 1.5 čipa postaje nestabilan. U savremenim prijemnicima pomeranje faze čipa manje je od $\frac{1}{2}$ čipa radi postizanja bolje rezolucije. Jednosmerna komponenta signala na izlazu diskriminatora iznosi [4].

$$D_{\Delta} \cong R_c \left[\left(\delta - \frac{\Delta}{2} \right) T_c \right] - R_c \left[\left(\delta + \frac{\Delta}{2} \right) T_c \right] \cong D_{\Delta}(\delta). \quad (1)$$

Praćenje sinhronizacije C/A koda TDL petljom

U primeru DLL petlje, grane diskriminatora moraju biti idealno balansirane. Ako je karakteristika diskriminatora nesimetrična, vrednost signala na izlazu iz petlje različita je od nule kada je greška estimacije jednaka nuli. Taj problem moguće je rešiti primenom TDL petlje, kod koje postoji samo jedan kanal diskriminatora. U odnosu na DLL petlju uticaj šuma je u ovom slučaju izraženiji [4]. Principna blok šema nekoherentne TDL petlje prikazana je na slici 4.



Slika 4 – Blok šema Tau-dither petlje praćenja
Figure 4 – Block diagram of the Tau-dither tracking loop

Dve grane diskriminatora funkcionalno se realizuju preko prekidača, koji se naizmenično prebacuje iz položaja označenog sa +1, koji odgovara *early* grani, i položaja označenog sa -1, koji odgovara *late* grani petlje. Na izlazu iz diskriminatora, pod istim pretpostavkama kao i u *early-late* petlji DLL dobija se greška

$$\varepsilon(t, \delta) = \frac{1}{2} \left\{ R_c^2 \left[\left(\delta - \frac{\Delta}{2} \right) T_c \right] - R_c^2 \left[\left(\delta + \frac{\Delta}{2} \right) T_c \right] \right\} - \frac{1}{2} q(t) \left\{ R_c^2 \left[\left(\delta - \frac{\Delta}{2} \right) T_c \right] - R_c^2 \left[\left(\delta + \frac{\Delta}{2} \right) T_c \right] \right\} \quad (2)$$

Prvi član ovog izraza predstavlja željeni signal, dok se drugi član sastoji od harmonika učestanosti podrhtavanja. Pod pretpostavkom da je učestanost podrhtavanja znatno veća od granične učestanosti filtra na izlazu iz petlje, dobija se

$$\varepsilon(t, \delta) \cong \frac{1}{2} \left\{ R_c^2 \left[\left(\delta - \frac{\Delta}{2} \right) T_c \right] - R_c^2 \left[\left(\delta + \frac{\Delta}{2} \right) T_c \right] \right\} \cong \frac{1}{2} D_{\Delta}(\delta) \quad (3)$$

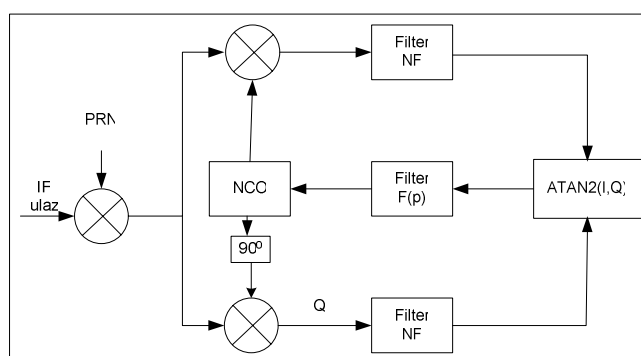
Na osnovu analize srednjih kvadratnih gubitaka petlje praćenja u zavisnosti od Bn/Rs dolazi se do zaključka da je TDL petlja za oko 1.06 dB lošija od DLL petlje [5].

Kako proizvod, propusnog opsega i periode trajanja *Dither* signala, BnTd raste (obično smanjenje *dither* učestanosti u odnosu na PO filtra), srednja kvadratna greška takođe raste do 1.5 dB, u odnosu na DLL [5]. Radi analize uzeto je da je proizvod BnTd = 4 [5].

Sinhronizacija signala nosioca pomoću PLL petlje

U GPS prijemnicima primenjene su Costas-ove fazno zaključane PLL petlje praćenja jer su podaci u signalu postojani i nakon prolaska ulaznog signala kroz petlju praćenja učestanosti i petlju praćenja koda. Ove petlje neosetljive su na nagle promene faze od 180° , I i Q komponenti signala nakon njihovog izdvajanja, [4].

Na slici 5, prikazana je Costas-ova PLL petlja praćenja.



Slika 5 – Blok šema Costas-ove petlje praćenja
Figure 5 – Block diagram of the Costas-loop tracking

Petlja praćenja signala nosioca prihvata kontinualni signal modulisan navigacionim podacima. U bloku akvizicije određena je inicijalna vrednost učestanosti nosioca. Replika učestanosti nosioca generiše se u naponski kontrolisanom oscilatoru VCO, iz koga nastaju signal u fazi i signal u kvadraturi. Ova dva signala korelišu se sa ulaznim signalom, nakon čega se rezultati korelacije propuštaju kroz filter i komparator gde nastaje kontrolni signal za korekciju lokalno generisanog signala nosioca u VCO. Komparator I i Q signala neosetljiv je na promene faze nastale kao posledica promene bita navigacionih podataka. Na taj način, nakon određenog vremena, uspostavlja se stabilno stanje u petlji praćenja PLL.

Ulazni signal množi se najpre lokalno generisanom sinfaznom i kvadrifaznom replikom. Cilj Costas-ove petlje jeste da celokupnu energiju signala održi u I grani. Za tako nešto potrebna je korekcija lokalnog oscilatora. Ako se pretpostavi da je sva energija signala u I grani znači da je signal replike potpuno sinhronizovan sa ulaznim signalom.

Kosinusna funkcija replike pomešana je u odnosu na ulazni signal za 90° tako da će Qps komponenta signala biti na minimumu svoje vrednosti. Prilikom promene znaka čipova u SV signalu menjaće se i faze Ips i Qps komponenti za 180° .

Signali na izlazu diskriminatora daju faznu grešku koja služi za korekciju faze signala u oscilatoru, i izračunava se jednačinama (7) i (8).

$$\frac{Q^k}{I^k} = \tan(\phi) \quad (7)$$

$$\phi = \tan^{-1}\left(\frac{Q^k}{I^k}\right) \quad (8)$$

Na osnovu jednačine (8) vidi se da je fazna greška minimalna kada je komponenta signala u kvadraturi jednaka nuli a korelacija signala u fazi maksimalna. Primenom funkcije diskriminatora (ATAN2) izlaz diskriminatora je linearna funkcija u celokupnom opsegu od $\pm 180^\circ$.

Poređenje metoda sinhronizacije signala

S ciljem kritičke analize petlji praćenja sinhronizacije C/A koda, poređeni su rezultati DLL i TDL petlje praćenja. Inicijalizacija petlji praćenja sinhronizacije koda i signala nosioca započinje na osnovu podataka iz bloka akvizicije. Radi upoređivanja najpre su prikazani rezultati DLL petlje praćenja sinhronizacije signala.

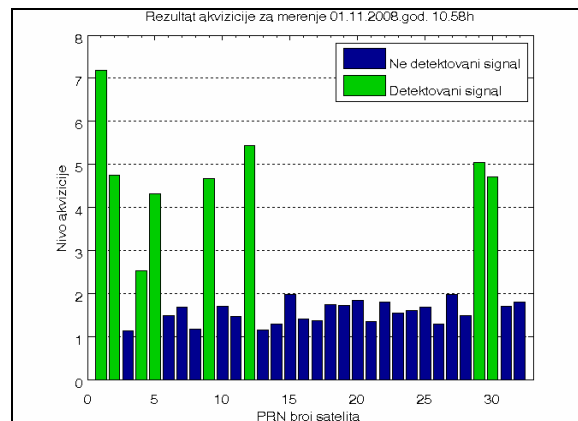
Rezultati akvizicije, koja je realizovana metodom ciklične konvolucije, na osnovu kojih je izvršena analiza, prikazani su u tabeli 1.

U skladu sa rezultatima iz tabele 1, na slici 6. prikazan je grafik signala detektovanih u procesu početne sinhronizacije. Ukupno je detektovano prisustvo osam signala različite srednje snage.

Tabela 1
Table 1

Rezultati akvizicije za merenje 01. 11. 2008. u 10.58 časova.
Results of the acquisitions measured on 01. 11. 2008. at 10:58.

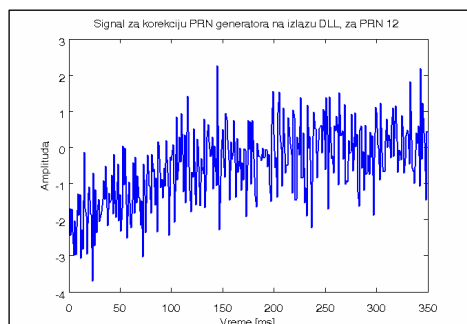
Kanal	PRN	MF	Doppler-ov offset (Hz)	Offset koda (čip)
1	1	4.20126e+004	3613	590
2	12	3.82117e+004	-188	5430
3	29	4.15521e+004	3152	6359
4	2	3.97805e+004	1380	5350
5	30	4.07248e+004	2325	1638
6	9	3.54957e+004	-2904	1324
7	5	3.90624e+004	662	3564
8	4	3.69474e+004	-1453	1010



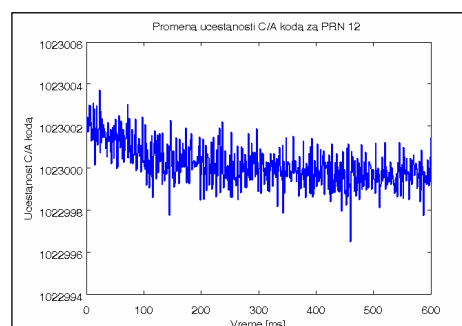
Slika 6 – Grafik detektovanih signala u procesu akvizicije
Figure 6 – Graph of the detected signals in the process of acquisition

Na slici 7 prikazan je signal greške u DLL petlji praćenja za period merenja od 350 ms. Na slici 7 vide se iskakanja signala koja su posledica smetnji, odnosno šuma u signalu. Ovakve smetnje narušavaju izgled detektovanih bita i mogu da izazovu prekid praćenja i onemoguće detekciju. U optimalnim uslovima signal greške teži nuli, mada kod DLL petlje nikada nije nula za razliku od TDL petlje kada signal greške može biti nula. Na slici 7 uočava se da signal greške raste do ulaska petlje u stabilno stanje praćenja signala.

Kao posledica kretanja satelita ispoljava se Doppler-ov efekat na signalu. Na slici 8 prikazana je promena učestanosti C/A koda u vremenu. Maksimalni skok učestanosti ne prelazi 2 Hz, što je i ograničenje širine propusnog opsega petlje praćenja. S obzirom na to što su skokovi učestanosti, signalom greške vraćeni na neku srednju vrednost, govori da je sa uspehom održano praćenje sinhronizacije signala.



Slika 7 – Signal greške na izlazu DLL petlje praćenja za period 350 ms
Figure 7 – Signal of the error at the output code in DLL the tracking loop for the period of 350 ms

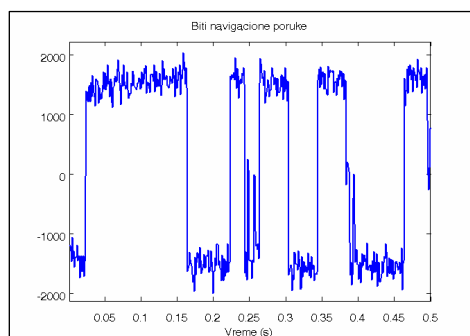


Slika 8 – Promena učestanosti C/A koda u vremenu
Figure 8 – Change in C/A frequency in time

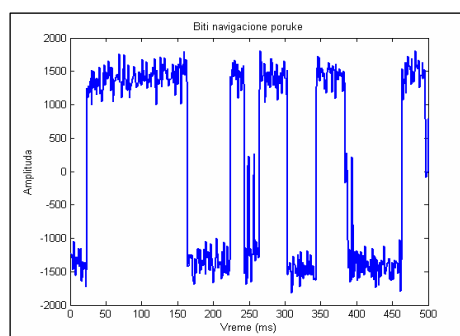
Realizacija TDL petlje praćenja sa vremenskom raspodelom, jednostavnija je u odnosu na *early-late* DLL petlju, jer poseduje jedan korelator manje. Na taj način dobija se na vremenu, tj. proces obrade je brži.

Na Slici 9 prikazani su biti navigacione poruke, detektovani DLL petljom. Posledica šuma izražena je kao podrhtavanje amplitude detektovanih bita. Skok učestanosti C/A koda sa slike 8 narušava detekciju bita, što se vidi na slici 9 u istom vremenskom trenutku. Ovakav dinamički poremećaj može da izazove prekid praćenja signala.

Na slici 10 prikazani su biti detektovani pomoću TDL petlje praćenja. Dinamički poremećaj koji se dogodio u 250 ms, može da izazove prekid praćenja, pri čemu je narušena amplituda i oblik detektovanog bita.



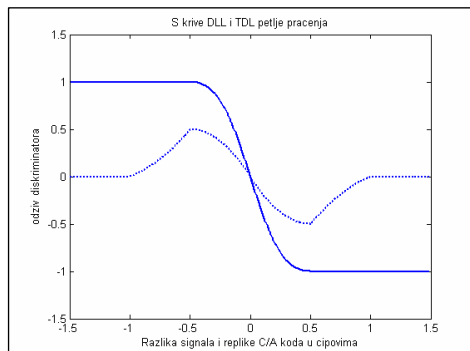
Slika 9 – Biti navigacione poruke detektovani pomoću DLL petlje
Figure 9 – Bits of the navigation message detected by the DLL loop



Slika 10 – Biti navigacione poruke detektovani pomoću TDL petlje
Figure 10 – Navigation message bits detected by the TDL loop

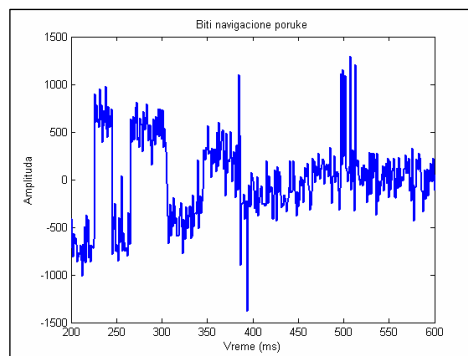
Odzivi diskriminatora DLL i TDL petlje praćenja sinhronizacije signala prikazani su na slici 11. Punom linijom prikazan je odziv DLL diskriminatora a isprekidanom odziv TDL diskriminatora. Upoređujući s krive DLL i TDL petlji sa slike 11 uočava se da TDL petlja praćenja ima manji signal greške u odnosu na DLL. To znači da DLL petlja brže vraća veće poremećaje signala na tačnu vrednost. Opseg rada DLL petlje u pogledu razdešenosti čipova iznosi od -1.5 do 1.5. Za TDL petlju oblast rada je od -1 do 1. Zbog toga TDL petlja neće moći da isprati razdešenost čipova veću od 1, što dovodi do prekida praćenja signala.

Na slici 12 prikazani su biti detektovani TDL petljom praćenja i prekid praćenja usled naglog poremećaja.



Slika 11 – Odziv diskriminatora DLL i TDL petlje praćenja

Figure 11 – Discriminator response of the DLL and TDL tracking loop



Slika 12 – Prekid praćenja TDL petlje praćenja

Figure 12 – Stop in tracking the TDL Tracking loop

Biti navigacione poruke, slika 12, nastali su obradom signala koja je primenjena i u detekciji bita pomoću DLL petlje.

To govori da je TDL petlja neotpornija na šum u odnosu na DLL petlju. U prilog tome ide i teorija [5], gde je pokazano da TDL petlja za 1,5–2 dB ima lošije karakteristike u pogledu uticaja šuma u odnosu na DLL petlju praćenja sinhronizacije.

Podešavanje parametara DLL petlje praćenja

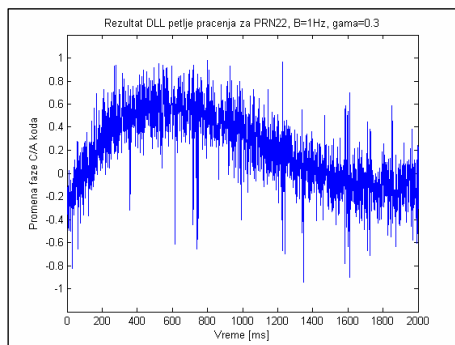
Za pravilnu detekciju bita navigacionih podataka neophodno je podešiti parametre DLL petlje praćenja sinhronizacije. Na izlaznu karakteristiku petlje praćenja utiču propusni opseg petlje praćenja i koeficijent prigušenja. Koeficijent prigušenja pokazuje brzinu reakcije filtra. Takođe, koeficijent prigušenja kontroliše koliki je odziv filtra. Koeficijent prigušenja obeležen je sa „gama“. Kraće vreme odziva prouzrokuje veći skok u izlaznoj funkciji filtra [2]. Drugi parametar DLL filtra je širina propusnog opsega B [2]. Za širi propusni opseg omogućuje više šuma u petlji praćenja i obrnuto. Ovaj parametar takođe zavisi od vremena odziva filtra. Ukoliko je propusni opseg širi, koeficijent prigušenja trebalo bi da bude manji, i obrnuto.

Na slici 13 i slici 14 prikazani su signali greške na izlazu DLL petlje prilikom praćenja signala za PRN19, pri čemu je $B=1$ Hz, $\gamma=0.3$. i $B=2$ Hz, $\gamma=0.7$, respektivno. Upoređivanjem ova dva signala uočava se da signal sa širim propusnim opsegom brže uspostavlja stabilno stanje praćenja sinhronizacije. Međutim, u takvom signalu ima više šuma u petlji praćenja. Nagle promene signala na ulazu, za slučaj užeg opsega B , prouzrokuje odskočni odziv signala na izlazu, kao na slici 13 u trenutku 400 ms. Na osnovu više analiza rezultata petlje praćenja, dolazi se do zaključka da je povoljna veličina širine propusnog opsega 2 Hz.

Nagle promene signala greške donekle se mogu regulisati pomoću podešavanja koeficijenta prigušenja γ . Većim koeficijentom prigušenja oscilacije signala na slici 14 manje su nego u slučaju na slici 13. Na osnovu analiza više signala dolazi se do zaključka da su povoljne vrednosti širine propusnog opsega i koeficijenta prigušenja $B=2\text{Hz}$ i $\gamma=0.7$. Na slici 14 prikazan je signal greške za PRN19 za slučaj kada je $B=2\text{Hz}$, $\gamma=0.7$.

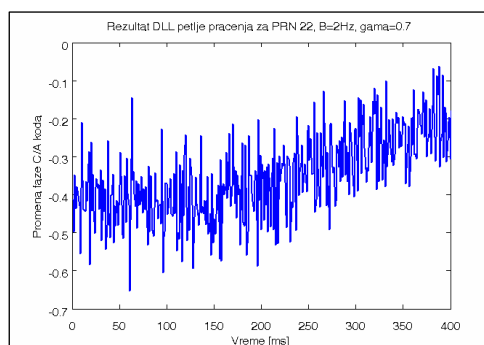
Dinamički poremećaj, na slici 15, može da dovede do prekida praćenja signala. Ovakva promena ulaznog signala odražava se i na izmerenu učestanost C/A koda, što je prikazano na slici 16.

S ciljem preciznog merenja Doppler-ove učestanosti potrebno da primeniti PLL petlju praćenja. Pri tom je potrebno obezbediti uži propusni opseg petlje praćenja. Pogodno rešenje su Costas-ove petlje koje omogućavaju detekciju podataka sa veoma malom verovatnoćom greške, što predstavlja jedan od osnovnih zahteva GPS prijemnika.



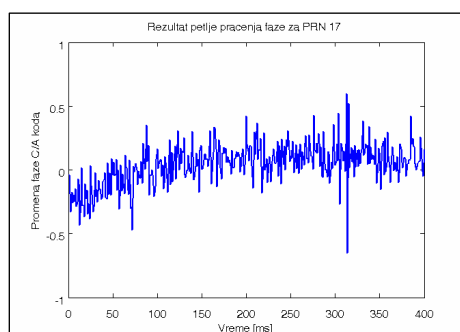
Slika 13 – Signal na izlazu DLL za PRN22, $B=1\text{ Hz}$, $\gamma=0.3$

Figure 13 – Signal on the DLL output for PRN22, $B = 1\text{Hz}$, $\gamma = 0.3$



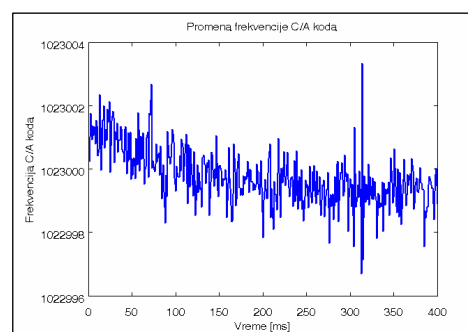
Slika 14 – Signal na izlazu DLL za PRN22, $B=2\text{Hz}$, $\gamma=0.7$

Figure 14 – Signal on the DLL output for PRN22, $B = 2\text{Hz}$, $\gamma = 0.7$



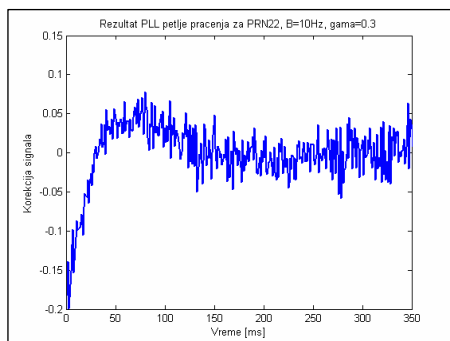
Slika 15 – Signal greške DLL petlje praćenja za PRN17

Figure 15 – Signal error DLL tracking loop for PRN17



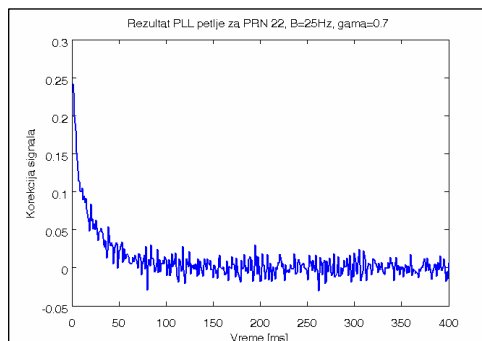
Slika 16 – Promena učestanosti C/A koda za PRN 17

Figure 16 – Change in frequency C / A code for PRN 17



Slika 17 – Signal na izlazu PLL za PRN22, $B=10\text{ Hz}$, $\gamma=0.3$

Figure 17 – The PLL output signal for PRN22, $B = 10\text{ Hz}$, $\gamma = 0.3$



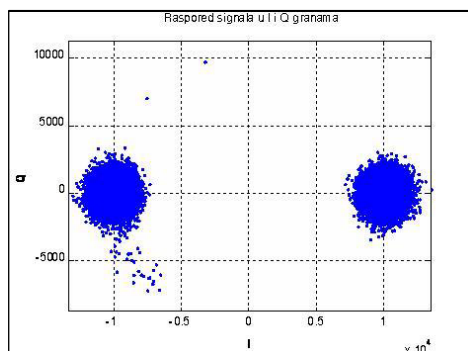
Slika 18 – Signal na izlazu PLL za PRN22, $B=25\text{ Hz}$, $\gamma=0.7$

Figure 18 – The PLL output signal for PRN22, $B = 25\text{ Hz}$, $\gamma = 0.7$

Kao i za slučaj petlje praćenja faze koda, i ovde je jasno izražen uticaj parametara petlje praćenja. Na slici 17 prikazan je rezultat petlje praćenja u zavisnosti od širine propusnog opsega i koeficijenta prigušenja, $B=10\text{ Hz}$, $\gamma=0.3$.

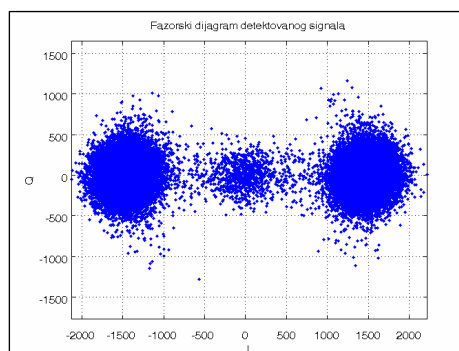
Upoređivanjem rezultata sa rezultatima prikazanim na slici 18 vidi se da signal na slici 18 ima brži odziv zbog šireg propusnog opsega. Oscilacije u signalu greške manje su zbog većeg koeficijenta prigušenja.

Izbor koeficijenta prigušenja predstavlja kompromis između prigušenja oscilacija i vremena odziva. Najčešće se uzima kao 0.7, pri čemu je vreme odziva relativno kratko, a signal na izlazu sa blagim oscilacijama.



Slika 19 – Raspored signala u I i Q grani petlje praćenja

Figure 19 – Signal distribution in I and Q branch of the loop tracking



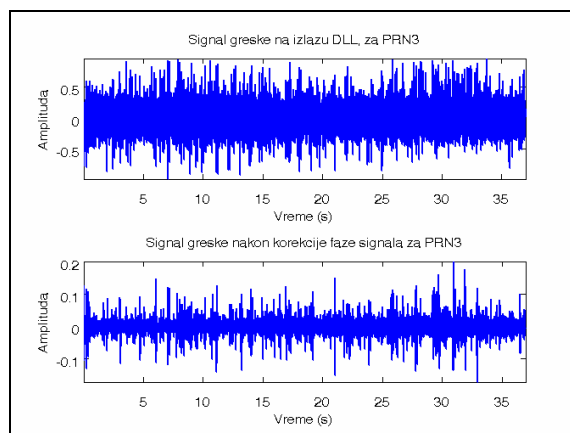
Slika 20 – Fazorski dijagram detektovanog signala, za PRN3

Figure 20 – Fazor diagram of detected signal for PRN3

Širi propusni opseg omogućava i veći šum unutar petlje praćenja, što može da izazove prekid praćenja. Za uži propusni opseg brzina odziva petlje praćenja je manja, ali nakon zaključavanja signala nosioca, omogućava preciznija merenja parametara. Tipična vrednost propusnog opsega PLL petlje praćenja za GPS prijemnike iznosi 20 Hz.

Detektovani signal može se predstaviti kao fazorski dijagram, kako je prikazano na slici 19. S obzirom na to što je GPS signal BPSK modulisan, komponente signala grupisane su oko dve glavne tačke. Međutim, zbog uticaja šuma, sve tačke neće biti grupisane kao na slici 19, što delimično može da se reši povećanjem broja odbiraka. Na slici 19 prikazani su biti sa šesnaestobitnim odabiranjem a na slici 20 sa osmobitnim odabiranjem. Na slici 20 prikazan je fazorski dijagram I i Q signala za PRN3. Detektovani biti nisu u potpunosti usaglašeni sa fazom 0 i π . U toku provere parnosti u odlučivaču može doći do odbacivanja čitavog podbloka podataka, što zahteva ponovno učitavanje i dodatno vreme obrade. Signal greške PLL petlje praćenja, za ovaj signal, prikazan je na slici 21. Primenom NDA algoritma moguće je korigovati fazu detektovanih bita u određenoj meri. Na slici 21 prikazan je signal greške pre i nakon NDA korekcije faze signala. Primenom NDA algoritma signal greške na izlazu PLL petlje praćenja teži nuli, [6], [7].

Time se postiže povećanje verovatnoće detekcije i ubrzava rad prijemnika. Dobitak je naročito ispoljen kod signala male srednje snage.



Slika 21 – Korekcija faze signala za PRN3
Figure 21 – Signal phase correction for PRN3

Zaključak

Cilj rada je da na osnovu analize karakteristika različitih metoda sinhronizacije signala predloži najpogodnije rešenje za implementaciju u softverskom GPS prijemniku. Nakon procesa akvizicije analiziran je pro-

ces praćenja sinhronizacije faze C/A koda i učestanosti signala nosioca. Rezultati dobijeni primenom računarske simulacije za TDL petlje praćenja pokazali su neotpornost petlje praćenja na dinamičke poremećaje i šum. Zaključeno je da je DLL petlja praćenja sinhronizacije, sa šest korelatora najpogodnija metoda.

U okviru rada, pokazano je na koji način i u kojoj meri na kvalitet dobijenog rešenja GPS prijemnika utiču parametri petlje praćenja, i to: propusni opseg i koeficijent prigušenja. Na osnovu rezultata analize zaključeno je da koeficijent prigušenja za male vrednosti bliske nuli prouzrokuje odziv petlje praćenja koji će oscilovati do ulaska u stabilno stanje. Za koeficijente prigušenja bliske jedinici pokazano je da je odziv petlje praćenja sporiji, ali bez oscilacija. Iz tog razloga zaključeno je da je najpogodnije kompromisno rešenje u kome je koeficijent prigušenja vrednosti 0.7, što se primenjuje i u petlji praćenja faze koda i petlji praćenja učestanosti signala.

Drugi parametar petlje praćenja, širina propusnog opsega, ima značajnu ulogu u realizaciji procesa praćenja. Pokazano je da u okviru petlje praćenja koda za male vrednosti širine propusnog opsega, do 1 Hz, petlja ne može da održi praćenje signala za nagle dinamičke poremećaje, zbog čega je povoljnije usvojiti vrednost širine propusnog opsega od 2 Hz. Za petlju praćenja učestanosti signala, realizovanu kao Costas-ova PLL, na osnovu velikog broja simulacija pokazano je da je kompromisno rešenje širine propusnog opsega od 20 Hz. Naime uži propusni opseg u ovom slučaju dovodi do prestanka praćenja signala usled dinamičkih poremećaja. Ukoliko je primenjen širi propusni opseg gubi se preciznost u praćenju promena učestanosti signala nosioca što može dovesti do pogrešne detekcije navigacionih bita.

Literatura

- [1] Kaplan, E., *Understanding GPS Principles and Applications*, MitreCorporation, Bedford MA, 1996.
- [2] Rander P., Borre K., *Software-Defined GPS and Galileo Receiver*, Birkhauser 2006.
- [3] Parkinson, B.W., J. J. Spilker, Vol1, *Global Positioning System: Theory and Applications*, American Institute of Aeronautics and Astronautic, Washington.
- [4] Dukić M. L., *Principi telekomunikacija*, Akademski misao, Beograd 2008.
- [5] Marvin K. Simon, ..., *Spread Spectrum Communication Handbook* McGraw-Hill, New York 1994.
- [6] Heinrich M., Moeneclaey M., *Synchronization, Channel Estimation, and Signal Processing*, John Wiley & Sons, New York 1998.
- [7] Radojević, S., Ćurčić, J., Tačnost i modernizacija globalnog pozicionog sistema, *Vojnotehnički glasnik*, vol. 57, broj 4, pp. 108–131, ISSN 0042-8469, UDC 623+355/359, Beograd, 2009.

SELECTION OF THE SIGNAL SYNCHRONIZATION METHOD IN SOFTWARE GPS RECEIVERS

Summary:

Introduction

This paper presents a critical analysis of the signal processing flow carried out in a software GPS receiver and a critical comparison of different architectures for signal processing within the GPS receiver. A model of software receivers is shown. Based on the displayed model, a receiver has been realised in the MATLAB software package, in which the simulations of signal processing were carried out.

The aim of this paper is to demonstrate the advantages and disadvantages of different methods of the synchronization of signals in the receiver, and to propose a solution acceptable for possible implementation.

The signal processing flow was observed from the input circuit to the extraction of the bits of the navigation message. The entire signal processing was performed on the L1 signal and the data collected by the input circuit SE4110. A radio signal from the satellite was accepted with the input circuit, filtered and translated into a digital form. The input circuit ends with the hardware of the receiver. A digital signal from the input circuit is brought into the PC Pentium 4 (AMD 3000 +) where the receiver is realised in Matlab.

Model of software gps receiver

The first level of processing is signal acquisition. Signal acquisition was realized using the cyclic convolution. The acquisition process was carried out by measuring signals from satellites, and these parameters are passed to the next level of processing. The next level was done by monitoring the synchronization signal and extracting the navigation message bits. On the basis of the detection of the navigation message the receiver calculates the position of a satellite and then, based on the position of the satellite, its own position.

Tracking of gps signal synchronization

In order to select the most acceptable method of signal synchronization in the receiver, different methods of signal synchronization are compared. The early-late-DLL (Delay Lock Loop), TDL (Tau Dither Loop) and Costas's PLL (Phase Lock Loop) models of loop tracking of signal synchronization are presented. The analysis is performed by processing the signals from the same satellite and under the same conditions of the initial signal synchronization. The multiple signal processing showed the advantages and disadvantages of the particular methods and the most acceptable solution proved to be the implementation of the DLL tracking loop phase synchronization and the code tracking loop PLL carrier frequency synchronization. The influence of the parameters of the loop itself is shown as well.

After the extraction of navigation bits, all bit extracts do not come with an equal phase. This may lead to a wrong decision in rejecting the Decider and bits. Therefore, the paper proposes an additional synchronization of the extracted bits selected by the navigation messages NDA (Non-Data-Aided) algorithm in order to perform their correct detection and to position the receiver much faster.

Comparison of methods of signal synchronization

Based on the analysis of the methods, the simulation results are compared. The results showed that the TDL loop is not resistant to dynamic disturbances of signals, since the synchronization tracking breaks up. In addition, this loop shows susceptibility to the noise from free space. These are sufficient reasons to propose the implementation of the DLL signal tracking loop as an acceptable solution.

In addition to the proposal of the tracking loop, tracking loop coefficient values are determined.

Conclusion

The performed analysis showed that the TDL loop is not resistant to noise and dynamic disorders of the input signal. Therefore, an appropriate solution for the implementation is the DLL loop with six correlates.

The DLL tracking loop coefficients are determined as a compromise solution and they are $B = 2\text{Hz}$ and $\gamma = 0.7$. Also, the coefficients of the PLL tracking loop of frequency synchronization are $B = 20\text{Hz}$ and $\gamma = 0.7$.

The application of the NDA algorithm results in an additional synchronization of the navigation bit message, thus making the receiver operate faster and more precisely.

Key words: GPS, software receiver, signal tracking, bit synchronisation, DLL, TDL, PLL.

Datum prijema članka: 21. 10. 2009.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa: 20. 12. 2010.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje: 23. 12. 2010.

OSNOVNE FUNKCIJE ELEMENATA TELEKOMUNIKACIONOG KANALA ZA USPEŠAN PRENOS PORUKA

Markagić S. *Milorad*, Vojna akademija, Katedra vojnih
elektronskih sistema, Beograd

UDK: 621.396.4

Sažetak:

Izazov u oblasti multimedijalnih telekomunikacija jeste pokušaj da se koherentno i konzistentno integrišu tekst, zvuk, slika i video i to tako da se obezbedi jednostavnost korišćenja i interaktivnost rada.

Da bi ponuđene multimedijalne aplikacije bile prihvatljive za krajnje korisnike, posebna pažnja poklanja se kvalitetu prenosa kroz mrežu i prezentaciji poruka.

Cilj rada je da na početku više saznamo o komunikacionom kanalu, njegovim sastavnim elementima i da detaljnije razmotrimo karakteristike izvora poruka, te da se informišemo o nekim od mogućih prilaza razmatranju elemenata u telekomunikacionom kanalu.

Ključne reči: telekomunikacioni kanal, izvor poruke, statistika, verovatnoća.

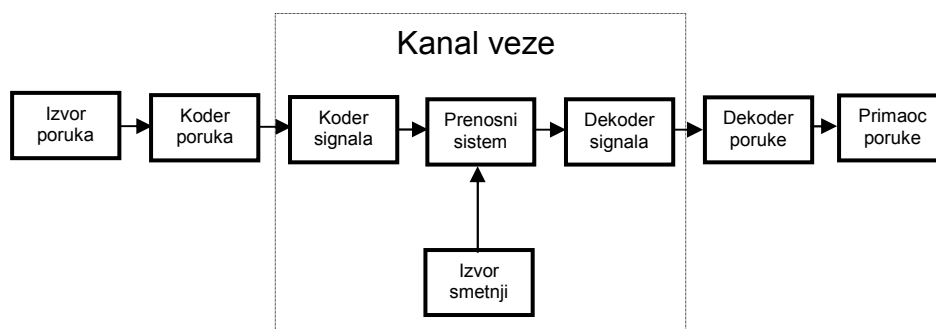
Uvod

U doba masovne primene raznih sredstava komunikacije, krajnji korisnici elemenata telekomunikacionog kanala retko obrate pažnju na procese koji se odvijaju prilikom svakodnevne komunikacije i na elemente koji su zastupljeni u kanalu.

Da bismo približili sve faktore koji utiču na uspostavu i održavanje veze, objasnićemo osnovne elemente telekomunikacionog kanala.

Osnovni zadatak svakog telekomunikacionog sistema je da prenese što veći obim poruka u zadatom vremenu, sa što većom tačnošću.

Na slici 1. prikazana je opšta šema telekomunikacionog sistema s ciljem da se prikažu osnovne funkcije pojedinih elemenata.



Slika 1 – Opšta šema telekomunikacionog kanala
Figure 1 – General scheme of the telecommunication channel

Izvor poruka

Svaki objekat koji generiše (proizvodi, bira, oformljuje) poruke koje treba da se prenesu do određenog primaoca naziva se izvor poruka. Ru-kovodioci, pisci, govornici, knjiga, novine, razni instrumenti (termometar, barometar, ampermetar...), računari, svaki čovek, sve su to izvori razno-vrsnih poruka.

Karakteristike izvora poruka

U odnosu na objekte koji generišu poruke, postoje različiti izvori po-ruka. Sve poruke koje oni generišu pripadaju dvema osnovnim klasama poruka – diskretnim i kontinualnim.

Diskretne poruke možemo predstaviti skupovima sa konačnim bro-jem elemenata, pri čemu elemente mogu da čine različite vrednosti po-smatrane poruke. Uzmimo na primer tekstualnu poruku. Svaka takva po-ruka proizvoljne dužine načinjena je od konačnog broja elemenata – sim-bola (slova, brojevi, znaci interpunkcije), iz skupa simbola koji se zove **al-fabet izvora poruka**.

Kontinualne poruke možemo predstaviti skupovima sa beskonačnim brojem elemenata, pri čemu elemente mogu da čine različite vrednosti po-smatrane poruke. Navedimo primer govorne poruke. U toku svog trajanja, ova poruka sadrži beskonačno mnogo različitih vrednosti amplituda pojedinih glasova i frekventnih komponenti. Kod ovih poruka, pri njihovom mate-matičkom interpretiranju, uočava se neprekidnost i po trajanju i po stanjima.

Na osnovu prethodnih činjenica svi izvori poruka mogu se podeliti na **diskretne i kontinualne**.

Funkcionisanje izvora poruka uvek se sastoji u slučajnom izboru poruka iz strogo određenog skupa mogućih poruka. Ukoliko bi poruke koje generiše izvor bile determinističke, tj. unapred poznate sa potpunom pouzdanošću, tada ne bi imalo smisla prenositi takvu poruku, jer ona i ne sadrži nikakvu informaciju. Zbog toga se poruke posmatraju kao slučajni [1], [2] događaji (ili slučajne veličine – funkcije). Drugim rečima, uvek postoji skup mogućih varijanti poruka od kojih se realizuje samo jedna i to sa nekom verovatnoćom. Slučajni karakter poruka, a takođe i smetnji na kanalu veze, daju mogućnost primene teorije verovatnoće u definisanju sistema veza sa zaštitom informacija i/ili bez toga.

Definicija diskretnog izvora poruka

Svaki diskretni izvor poruka u toku svog funkcionisanja produkuje neki niz simbola $x=(...x_{-1}, x_0, x_1, ...)$ koji uzima iz konačnog skupa simbola poznatog $A=(a_1, a_2, ..., a_s)$ kao alfabet izvora poruka.

Uvedimo pretpostavku da izvor šalje poruku u vidu konačnih nizova oblika: $M=(m_1, m_2, ..., m_n)$, te da u prvom momentu proizvodi simbol m_1 , u drugom m_2 , u n -tom momentu simbol m_n . Ako je izvor proizveo niz $(a_s, a_{s-1}, ..., a_i, ..., a_1)$, to znači da je $m_1=a_s$, $m_2=a_{s-1}$, $m_n=a_1$, različitih nizova (blokova) M , dužine n , ukupno ima s^n (varijacije sa ponavljanjem n -te klase od s elemenata). Nizovi oblika M , kao proizvodi izvora, u stvari su realizacije nekog slučajnog procesa. Prema tome, značajno obeležje nekog izvora je raspodela verovatnoća P na skupu svih nizova M .

Iz prethodnog se uočavaju osnovna obeležja svakog diskretnog izvora poruka:

- alfabet izvora A , koga sačinjava konačan broj različitih simbol $a_1, a_2, ..., a_s$
- raspodela verovatnoća P svih n -članih nizova (blokova) oblika M .

Neki izvor poruka definisan je ako je dat njegov alfabet i ako je data raspodela verovatnoća svih n -članih nizova koje izvor proizvodi. Zbog toga diskretni izvor [3], [4] poruka definišemo (i označavamo) kao par (A, P) sastavljen od alfabeta i raspodele verovatnoća n -članih nizova koje on može da proizvede. Raspodela verovatnoća P je zadata ako su date verovatnoće:

$$P(M) = P(m_1, m_2, ..., m_n) > 0$$

$$\sum_{m=1}^n P(M) = 1 \quad (1)$$

Neka je dat izvor poruka (A, P) čiji je alfabet $A = (A, B, C, ..., Z)$ skraćeni alfabet od 22 slova i koji proizvodi desetočlane nizove tipa $M_1 = (NAJVEROVAT)$. U datom primeru uočavamo na skupu A da je: $a_1=A$,

$a_2=B, \dots, a_{22}=Z$, a u desetočlanom nizu M_1 kao jednoj poruci, da je $m_1=N, m_2=A, m_3=J, \dots, m_{10}=T$.

Takvih različitih nizova (poruka) može biti s^n gde je $s=22$ a $n=10$. Ako bi verovatnoće pojedinih poruka bile jednake (što svakako nije slučaj u ovom primeru) onda bi svaki niz imao verovatnoću:

$$P(M_1) = P(M_2) = P(M_3) = \dots = P(M_{10}) = \frac{1}{22^{10}} \quad (2)$$

Ako je dat izvor poruka (A, P) čiji je alfabet koji proizvodi petočlane nizove tipa $M_1=(00010)$. U datom primeru $A=(a_1, a_2)=(0, 1)$ uočavamo na skupu A da je $a_1=0, a_2=1$, a u petočlanom nizu da je $m_1=0, m_2=0, m_3=0, m_4=1, m_5=0$. Broj različitih nizova (poruka) iznosi $s^n=2^5=32$. Ako je verovatnoća petočlanih nizova jednaka:

$$P(M_1) = P(M_2) = \dots = P(M_5) \quad (3)$$

onda bi svaki niz imao verovatnoću $\frac{1}{2^5} = \frac{1}{32}$

Diskretni izvor poruka (A, P) je STACIONARAN ako za svako $n=1, 2, \dots$ i svako $h=0, 1, 2, \dots$ važi jednakost:

$$P(m_1 m_2 \dots m_n) = P(m_{1+h} m_{2+h} \dots m_{n+h}) \quad (4)$$

tj. verovatnoća određenog n -članog niza $m_1, m_2, \dots, m_n$ ne zavisi od momenta u kome izvor počinje generisanje, niti od mesta gde se posmatra produkcija izvora u celokupnoj njegovoj produkciji.

Na primeru teksta kao diskretnog izvora poruka to znači da verovatnoća određenog teksta ne zavisi od mesta tog teksta u sveukupnom jeziku. Drugim rečima, statističke osobine izvora ostaju iste u vremenu (prostoru).

Za definisanje kontinualnog izvora poruka postupak bi bio identičan s tim što bi zahtevao nešto složeniji matematički aparat. Ograničićemo se na razmatranje samo diskretnih izvora s obzirom na njihovu aktuelnost u svakodnevnoj komunikaciji. Činjenica je da se i kontinualni izvori poruka, danas, poznatim metodama najčešće transformišu u diskretne i dalje tretiraju na isti način.

Koder poruka

Generisane poruke iz izvora poruka treba preneti do primaoca. U tu svrhu koristi se odgovarajući kanal veze (sl. 1), koji podrazumeva odgovarajući električni signal kao materijalni nosilac poruke pri prelasku poruka iz izvora poruka u kanal veze.

Radi prilagođavanja za prenos neophodno je izvršiti odgovarajuće promene na porukama. Tako, na primer, tekst koji se otkuca na računaru ima

oblik niza simbola (slova, brojevi, znaci interpunkcije) kojima raspolaže računar. Primenjen je alfabet A od konačnog broja elemenata [2]. Ako se ovakva poruka upućuje na prenos telegrafskim kanalom, ona je transformisana u niz od samo dva različita simbola (0, 1). Tekst izražen nizom slova alfabeta A od s različitih simbola prevodi se u niz simbola koji pripadaju nekom drugom alfabetu, na primer B, koji u našem primeru sadrži samo dva elementa (0, 1). To prevođenje se odvija tako što se svakom slovu alfabeta A pridružuje određena (uvek ista) kombinacija od izvesnog broja simbola alfabeta B.

Operacija prevođenja poruka iz jednog oblika u drugi, iz jednog alfabeta u drugi, naziva se **kodiranje**, a inverzna operacija **dekodiranje**. Svaka kombinacija od izvesnog broja simbola alfabeta B zove se **kodna zamena**. Skup kodnih zamena naziva se **kod**. Broj kodnih zamena u nekom kodu naziva se **obim koda**.

Definicija koda i kodnog sistema

Prethodno razmatranje omogućuje nam da definišemo pojmove koda, kodnog sistema i kodiranja (dekodiranja). Neka je konačan skup $A = (a_1, a_2, \dots, a_s)$ skup različitih elemenata – simbola (slova, brojevi i znaci interpunkcije). Svaki niz generisan od elemenata skupa A nazivaćemo $M = (m_1, m_2, \dots, m_n)$ poruka.

Neka je $B = (0, 1, \dots, b-1)$ konačan skup čije ćemo elemente zvati cifre. Skup kombinacija cifara na koje preslikavamo elemente skupa A nazivaćemo KOD. Utvrđeno je pravilo na osnovu koga se tačno zna, kom simbolu iz skupa A je pridružena koja kombinacija elemenata skupa B. To znači da mora biti definisana funkcija f na skupu A koja elemente tog skupa prevodi u kombinacije elemenata skupa B koje ćemo zvati kodne zamene.

Na taj način dolazimo do pojma **kodni sistem**. Kodni sistem definiše skup simbola A, skup kodnih zamena za simbole iz A koji obuhvata kombinacije elemenata skupa B i funkciju f [5], [6], [7], koja preslikava skup A na skup kodnih zamena. Kodni sistem ćemo kratko označiti kao sređenu trojku (A, B, f) .

U telegrafskom kodu slova alfabeta predstavljaju simbole skupa A, skup $B = (0, 1)$, tj. broj elemenata skupa B je 2, a kodne zamene su kombinacije od 5 elemenata skupa B. Funkcija f pridružuje svakom slovu određenu kombinaciju:

$$f(a) = (11000)$$

$$f(b) = (10011)$$

$$f(c) = (01110)$$

Ovakav i slični kodovi na bazi dva stanja nazivaju se **binarni kodovi**. Navedeni kod omogućava $2^5=32$, različite kombinacije i naziva se telegrafski kod sa primenom u teleprinterskim vezama.

Koder signala

Koder signala transformiše kodirane poruke u električni signal koji je prilagođen za prenos putem prenosnog sistema. Najčešći su takvi signali napon pri prenosu preko kablovskih veza, odnosno elektromagnetno polje pri radio prenosu.

U savremenim sistemima za prenos diskretnih poruka koriste se koderi i modemi. Kodek je uređaj koji transformiše poruku u kod (koder) i kod u poruku (dekoder).

Modem je uređaj koji transformiše kod u električni signal (modulator) i električni signal u kod (demodulator). Pri prenosu diskretnih poruka, one se najpre transformišu u primarni električni signal (na primer signal iz teletipera pri telegrafskom prenosu), a zatim se pomoću modulatora (na primer UP-1) formira odgovarajući signal koji je prilagođen za prenos preko odgovarajućeg kanala veze. Pri prenosu kontinualnih poruka, (na primer govora), primarni električni signal formirao bi se pomoću mikrofona, a zatim bi se vršio proces modulacije tog primarnog električnog signala u odgovarajući električni signal za prenos.

Prenosni sistem

Prenosni sistem je medij za prenos signala od izvora do tačke prijema. Može biti žični i bežični.

Žični prenosni sistem upotrebljava se u stacionarnim elementima sistema veza, bilo da se radi o NF prenosu od korisnika do multipleksa ili VF prenosu između tačaka prema korisnicima ili odgranjavanju radi daljih prosleđenja grupa i pojedinačnih kanala.

Bežični prenos signala je racionalniji, efikasniji i ekonomičniji i koristi se u svim uslovima, bilo da se radi o prenosu radio – signala VF ili VVF opsega, UVF signalom, radio-telefonskih signala ili pri prenosu multipleksiranih (digitalnih i analognih) grupa putem radio-relejnih signala.

Na putu kroz prenosni sistem signali su podložni najrazličitijim smetnjama. Da bi se mogao uzeti u obzir i uticaj smetnji, čitavom sistemu dodat je i izvor smetnji.

Zbog delovanja smetnji signal se na izlazu prenosnog sistema ne može jednoznačno podudarati sa signalom na ulazu, pa se na osnovu primljenog signala može s odgovarajućom verovatnoćom samo pretpostaviti predaja nekog signala. Zadatak koder signala je baš u tome da ostvari takvu transformaciju kodirane poruke u električni signal, koja će dati minimalnu grešku pri određivanju pravilne poruke na izlazu prenosnog sistema.

Dekoder signala i dekodeer poruka izdvajaju poruke iz primljenih signala i pretvaraju u oblik koji je prikladan za analizu u prijemniku i time razumljiv primaocu poruke [8], [9].

Zaključak

Model telekomunikacionog kanala predstavlja složeni sistem niza uzajamno zavisnih elemenata, čija se efikasnost ocenjuje verovatnoćom da će se kroz kanal uspešno preneti informacija, od izvora poruke, do primaoca.

Modelovan je tako, da se bez obzira na upotrebljeno tehničko sredstvo, sistem ili sklop, može razmotriti mesto i uloga svakog pojedinačnog elementa, a koji predstavlja osnovu za razmatranje nekih od mogućih pristupa zaštiti informacija u telekomunikacionom kanalu.

Literatura

- [1] Шенон, К., Работни по теорији информацији и кибернетике, Moskva, 1963.
- [2] Class, C., Quality-of-Service Based Assessment of Synchronization Algorithms, TIK Report, No. 74, August 1999.
- [3] Blakowski, G. and Steinmetz, R., A Media Synchronization Survey: Reference Model, Specification, and Case Studies, IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol. 14, No. 1, pp. 5–35, Jan. 1996.
- [4] Ehley, L., Furth, B., and Ilyas M., Evaluation of Multimedia Synchronization Techniques, Proc. of the Int. Conf. on Multimedia Computing and Systems, Boston, MA, USA, pp. 514–519, May 1994.
- [5] Saparamandu, V., Senevirante A., and Fry, M., A Review of Inter Media Synchronization Schemes, Proc. of the First Int. Conf. on Multi-Media Modeling, Singapore, pp. 229–239.
- [6] Shivakumar, N., Sreenan, C. J., Narendran, B., and Agrawal, P., The Concord Algorithm for Synchronization of Networked Multimedia Streams, Proc. of the Int. Conf. on Multimedia Computing and Systems, May 15–18, 1995, pp. 31–40.
- [7] Markagić, M., Svet šifara, Medija centar Odbrana, Beograd 2009.
- [8] Markagić, M., Komunikacioni kanal sa šifrovanjem informacija, Vojnotehnički glasnik, vol. 58, broj 3, pp. 88–104, ISSN 0042–8469, UDC 623+355/359, Beograd, 2010.
- [9] Jovanović, B., Algoritmi selektivnog šifrovanja – pregled sa ocenama performansi, Vojnotehnički glasnik, vol. 58, broj 4, pp. 134–154, ISSN 0042–8469, UDC 623+355/359, Beograd, 2010.

BASIC FUNCTIONS OF TELECOMMUNICATION CHANNEL ELEMENTS FOR SUCCESSFUL INFORMATION TRANSMISSION

Summary:

The challenge in the field of multimedia telecommunications is an attempt to integrate texts, sound, images and videos coherently and consistently and to ensure simplicity and interactivity of operation.

In order to make the proposed multimedia applications acceptable to end-users, the quality of transmission through the network and message presentation should have special attention.

The main aims of this paper are the introduction to the communication channel with its basic elements, a detailed description of the information source and the presentation of possible approaches to the analysis of the telecommunication channel.

Introduction

In the age of mass application of various communication means, end-users of telecommunication channel elements rarely pay attention to the processes taking place in everyday communication and the elements presented in the channel.

In order to discuss all the factors that influence the establishment and maintenance of the links, this paper will explain the basic elements of telecommunication channels.

Source

Every object that generates messages to be transferred to a recipient is called the source of the message. Directors, writers, speakers, books, newspapers, various instruments (thermometer, barometer, ammeter, etc.), computers, a man himself - these are all sources of various messages.

In relation to facilities that generate messages, there are different sources of messages. All the messages that they generate belong to discrete or continuous modes of messages.

Discrete messages can be presented with element sets, where elements can be considered through different values of observed messages. Each text message of arbitrary length, for example, is made of a finite number of elements - symbols (letters, numbers, punctuation marks), from the set of symbols called the alphabet message source.

Continuous messages can be presented with an infinite number of sets of elements where elements can have different values of the observed messages.

Coder of messages

Messages generated by a message source should be transmitted to the recipient. For that purpose, an appropriate communication channel is used, with appropriate electrical signals as material bearers of the message.

Definition of the code and the code system

The set of combinations of digits that mirrors the elements of the set A is called a code. The established rule considers situations when each symbol from the set A is associated with the combination of elements of the set B. The function f defining this translation must be defined. This replacement is called a code replacement.

Signal coder

A coder performs signal transformation of coded messages to an electrical signal adapted for transmission via the transmission system. The most common signals are voltage transmission via cable connection or an electromagnetic field in the radio transmission. Modern systems for transferring discrete messages contain codecs and modems.

Portable system

A portable system is the medium for signal transmission from the source to the point of receipt. It can be wired and wireless.

A wired transmission system is used in the stationary elements of communication systems. Wireless signal transmission is used in all conditions and it is more rational, efficient and economical.

On their way through the transmission system, signals are subject to a variety of interferences. For a better insight into the interference impact, the source of interference is added to the whole system.

Conclusion

The model of the telecommunication channel is a complex system of a series of mutually dependent elements. Effectiveness of these elements is evaluated by the performances of the probability that the transfer of information through the channel will be successful.

In a thus modeled telecommunication channel, regardless of the technical means used which is either a system or a circuit, the place and role of each element can be considered, which is the basis for consideration of possible approaches to the protection of information in the telecommunication channel.

Key words: telecommunication channel, information source, statistics, probability.

Datum prijema članka: 22. 05. 2009.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa: 30. 04. 2010.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje: 05. 05. 2010.

ANALIZA VRSTA I LOKACIJA VEZA I NEKIH KONSTRUKTIVNIH ZAHTEVA PRI UGRADNJI RAZLIČITIH TIPOVA NADGRADNJI NA TRANSPORTNA VOZILA

Majkić Đ. Zoran, Vukčević S. Novak, Vojska Srbije,
Uprava za planiranje i razvoj (J-5) GŠ,
Tehnički opitni centar, Beograd

UDK: 629.314.4.041

Sažetak:

U radu su prikazani osnovni zahtevi koji se postavljaju pred transportna vozila, ukazano je na poseban zahtev korisnika u pogledu adaptacije transportnih vozila za prevoz različitih vrsta tereta. Analiziran je pojam nadgradnje i stanja koja nastaju postavljanjem nadgradnji na osnovu transportnih vozila točkaša. Opisane su: konzolne veze, uzengije, jednosmerno elastične veze, dvosmerno elastične i krute veze. Torziona elastičnost vozila obezbeđuje se pravilnim izborom tipa veze nadgradnje i osnove vozila. Primenom smernica proizvođača vozila za upotrebu odgovarajuće veze nadgradnje i podvoska vozila obezbeđuje se pozitivna torziona elastičnost vozila. Prikazane su opšte preporuke proizvođača transportnih vozila Volvo, Mercedes i Reno za upotrebu određene vrste i lokacije veze kao i neki konstrukcioni zahtevi pri ugradnji mešalica betona, kiperi i cisterni na njihova vozila.

Ključne reči: zahtev, nadgradnja, tip, veza, torzija, elastičnost, smernica, proizvođač, lokacija, konstrukcija.

Uvod

Jedna od definicija za opis vozila i njegove namene je: Motorno vozilo je složen mehanički sistem koji se pomoću sopstvenog motorskog pogona kreće po tlu, izuzimajući kretanje po šinama, i služi za prevoz putnika, robe i ostalog tereta, za vuču drugih vozila, teza obavljanje radova u toku samog kretanja ili u toku povremenog zaustavljanja [1].

U vozila spadaju i motorna vozila i vozila koja nemaju svoj sopstveni pogon tj. priključna vozila. Motorna vozila moraju da ispunjavaju norme definisane zakonom o osnovama bezbednosti saobraćaja na putevima i

da konstrukcijom odgovaraju zahtevima korisnika. Najčešći zahtevi koje korisnik postavlja pred vozilo su:

1. što veća ekonomičnost transporta;
2. mogućnost relativno jednostavne adaptacije vozila za prevoz drugih vrsta tereta u zavisnosti od trenutnih potreba.

Ostvarenje što veće ekonomičnosti transporta zavisi od više faktora. Jedan od najbitnijih je mogućnost povećanja udela mase korisnog tereta u ukupnoj masi vozila. Koliki će biti taj udeo zavisi od sopstvene mase vozila, načina povezivanja tovarnog prostora sa osnovnim ramom vozila, te od konstrukcije tovarnog prostora. Ostvarenje ovog zahteva, posebno za velike poslovne sisteme, kao posledicu ima smanjenje potrebnog broja vozila, uštede u održavanju voznog parka i povećanju kapaciteta voznog parka. Takođe, bitna je i mogućnost relativno lake adaptacije vozila za prevoz drugih tereta kojom korisnik želi da promeni namenu vozila u zavisnosti od trenutnih potreba. Adaptacija će biti ispravno urađena ako se pri povezivanju tovarnog prostora sa osnovnim ramom poštuju preporuke proizvođača vezane za nadgradnju. Predmet ovog rada je analiza vrsta veza u odnosu na primenjenu nadgradnju.

Vrste nadgradnji

Svako transportno vozilo se sastoji od nadgradnje i podvoska. Nadgradnja se sastoji iz dva potpuno odvojena dela:

1. kabine za smeštaj vozača, suvozača i ponekad poslužioca i
2. tovarnog prostora za smeštaj tereta.

Nadgradnja je po pravilu torziono kruća struktura od šasije vozila, pa njenim postavljanjem na osnovni ram vozila povećava torziona krutost celog sistema. Da bi se zadržala torziona elastičnost vozila, zbog njene pozitivne osobine na naprezanje, potrebno je upotrebiti određenu vrstu veza za nadgradnje. S obzirom na torzionu krutost, nadgradnje se dele u sledeće tri grupe:

1. torziono elastične;
2. torziono polukrute;
3. torziono krute.

Torziono elastične nadgradnje

Ova vrsta nadgradnje kada se ugradi na šasiju ne utiče bitno na torzionu krutost celokupnog vozila. Elastične deformacije vozila i šasije u potpunosti se prenose na elastičnu nadgradnju, koja se deformiše zajedno sa osnovnim vozilom. U ove tipove nadgradnji spadaju: betonske mešalice, kiperi i sandučari. Ove nadgradnje, zbog svoje elastičnosti, u potpunosti prenose deformacije sa šasije, pa se u okviru njih javljaju mali naponi. Iz tih razloga ova vrsta nadgradnji ne primenjuje se na vozilima kod kojih je kritična sigurnost tereta.

Torziono polukrute nadgradnje

Ovaj tip nadgradnji predstavlja prelaznu verziju između elastičnih i krutih nadgradnji. Polukrute nadgradnje amortizuju deo deformacija vozila. Ovakav tip nadgradnji predstavlja dobar spoj preostala dva tipa nadgradnji.

Torziono krute nadgradnje

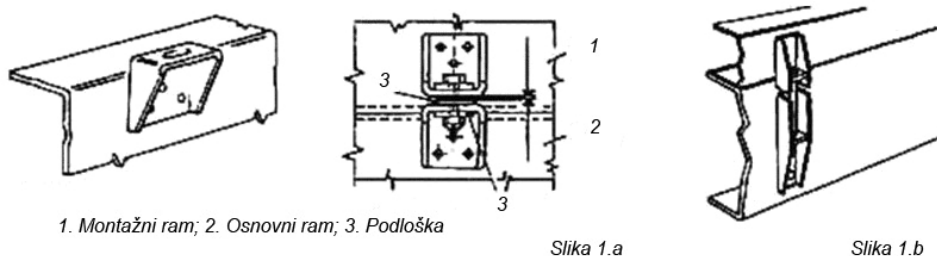
Ovaj tip nadgradnje poseduje veliku torzionu krutost i kada se veže na vozilo znatno povećava torzionu krutost postojeće šasije i posmatranog vozila u celini. Negativna strana toga je da se usled sprečenih deformacija u šasiji i nadgradnji javljaju veliki naponi, koji dodatno opterećuju vozilo i samu nadgradnju. U ove vrste nadgradnje spadaju: cisterne za prevoz tečnih tereta, praškastih tereta, raznih tečnih otpada...

Veze šasije i nadgradnje

Da bi se zadržala torziona elastičnost vozila, zbog njene pozitivne osobine na naprezanje, upotrebljava se određena vrsta veza za različite tipove nadgradnji.

Konzolna veza

Konzolna veza omogućava podužna pomeranja, a onemogućava bočna ili vertikalna pomeranja montažnog rama u odnosu na osnovni ram vozila. Primanje bočnih sila ostvaruje se prepuštanjem gornjeg ugaonika – šape preko osnovnog rama ili prepuštanjem donjeg ugaonika – šape preko montažnog rama, pri čemu ove sile primaju ugaonici – šape samo sa leve ili samo sa desne strane vozila. Primanje vertikalnih sila usled vertikalnih ubrzanja vozila ostvaruje se preko vijaka sa obe strane vozila. Konzolne veze postavljaju se na prednjem delu montažnog rama u zonama visokih momenata savijanja. Na slici 1. dat je primer ovakvog rešenja.

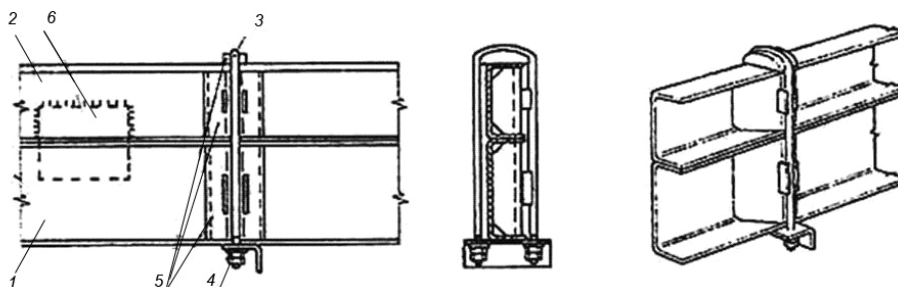


Slika 1 – Primer konzolne veze osnovnog i montažnog rama

Na donjoj šapi konzolne veze uočava se urezani podužni kanal. Ovaj kanal omogućava telu zavrtnja nesmetano pomeranje napred–nazad i na taj način ostvaruje se podužno pomeranje montažnog rama u odnosu na osnovni ram. Šapa koja je prepuštena iznad gornjeg segmenta osnovnog rama prihvata bočne sile. Na slici 1. c prikazano je jedno od rešenja konzolne veze proizvođača „Volvo“ [2]. Na slici se uočava jedan zavrtnj čije je telo veoma dugačko, što ima za posledicu relativno malu krutost savijanja. Ovakva krutost savijanja dozvoljava podužno, relativno pomeranje montažnog rama u odnosu na osnovni ram bez većih otpora. Tipična dužina vijka je 160 mm. Sprečavanje bočnih pomeranja postiže se tako što se gornji ugaonik prepušta preko osnovnog rama i to za oko 20 do 22 mm.

Uzengije

Uzengije omogućavaju podužna pomeranja montažnog rama u odnosu na osnovni ram, ali one nisu u stanju da prime bočne sile, pa se dodatno montiraju vodeće ploče koje vrše tu ulogu. Problem presavijanja segmenata montažnog i osnovnog rama otklanja se postavljanjem dodatnih ukrućenja. Prednost ovakve vrste veza je u tome što se za njeno izvođenje, u većini slučajeva, nije potrebno pravljenje otvora, kao i pojava koncentracija napona. Uzengije prenose samo vertikalne sile i podužne momente koji nastaju pri korišćenju vozila. Položaj ove vrste veze je na prednjem delu osnovnog rama. Na slici 2. dat je primer ovakve vrste veze.

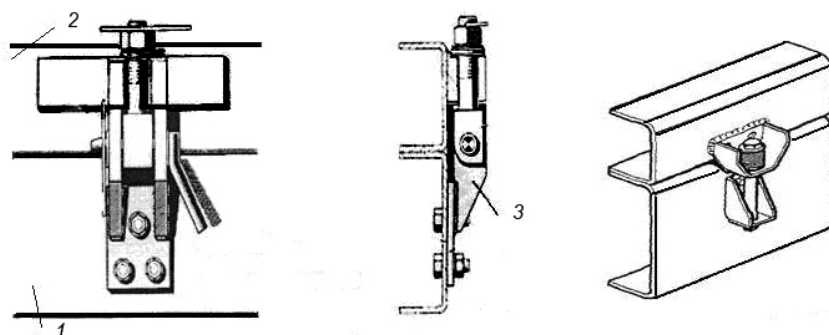


1. Osnovni ram; 2. Montažni ram; 3. Uzengija; 4. Zavrtnj; 5. Podloška; 6. Ploča

Slika 2 – Primer veze montažnog rama i rama pomoću uzengije

Jednosmerno elastična veza

Jednosmerno elastične veze omogućavaju vertikalna pomeranja ramova usled dejstva podužnih momenata uvijanja i podužno pomeranje montažnog rama usled dejstva podužnih sila i momenata savijanja rama. One mogu biti izvedene sa gumenim podmetačem (slika 3. a) ili sa cilindrično zavojnom oprugom kao elastičnim elementima (slika 3. b) koji omogućavaju vertikalna pomeranja ramova.



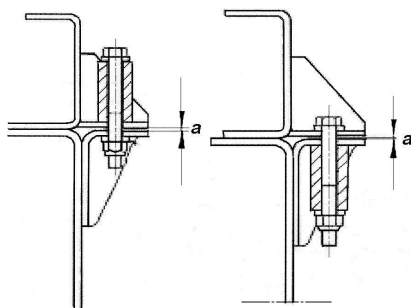
1. Osnovni ram; 2. Montažni ram; 3. Jednosmerno elastični oslonac

Slika 3.a

Slika 3.b

Slika 3 – Primer veze rama i montažnog rama pomoću jednosmerno elastične veze

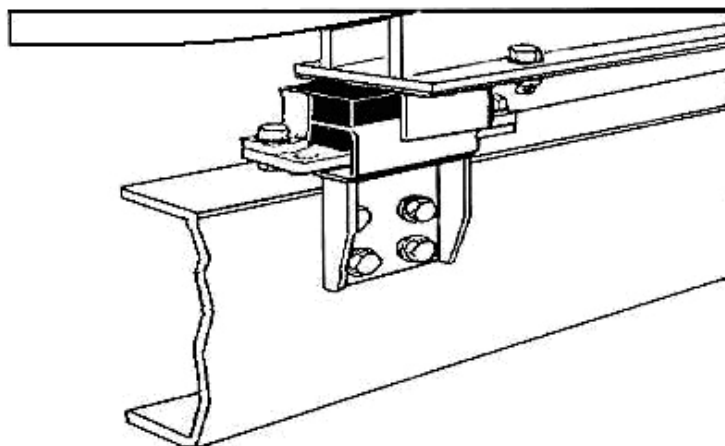
Elastični elementi podvrgavaju se prednaprezanju na pritisak, s ciljem da se onemogući odvajanje montažnog rama od osnovnog pri vertikalnim ubrzanjima tereta. Jednosmerno – elastične veze se u većini slučajeva postavljaju na prednjem delu vozila u zonama visokih momenata savijanja. Na slici 4. dat je primer jednosmerno elastične veze proizvođača „Reno“.



Slika 4 – Primer jednosmerno elastične veze proizvođača „Reno“

Dvosmerno elastične veze

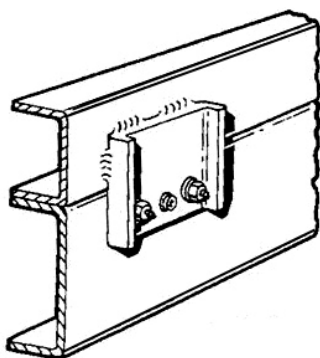
Ova vrsta veza koristi se pri povezivanju cisterni sa osnovnim ramom vozila. Veza nosi bočne i podužne sile, dok omogućava vertikalna pomeranja osnovnog rama u odnosu na cisternu, pri uvijanju i pri izdizanju samog vozila. Na ovim vezama cisterna „pliva“, a sva opterećenja od tla i težine nosi samo osnovni ram. Na slici 5. dat je primer dvosmerno elastične veze proizvođača „Volvo“.



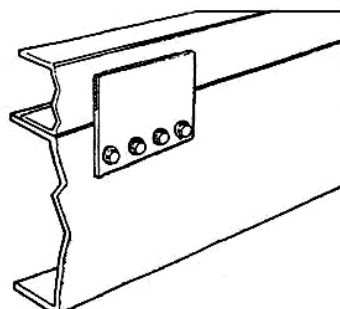
Slika 5 – Primer dvosmerno elastične veze cisterne i osnovnog rama proizvođača „Volvo“

Kruta veza (vezne ploče, limovi)

Ova vrsta veza kruto povezuje osnovni i montažni ram, te se oni ponašaju kao jedan. Vezne ploče prenose podužne, bočne i vertikalne sile, postavljaju se nešto ispred prednjeg oslonca zadnjeg oslanjanja pa do kraja osnovnog (montažnog – pomoćnog) rama vozila. Gornji kraj ploče zavaruje se za montažni ram, dok se donji kraj ploče veže pomoću vijaka za osnovni ram. Ovi vijci spadaju u podešenu grupu navojnih spojeva, što se radi s ciljem bolje preraspodele opterećenja između samih vijaka. Međutim ovde se javljaju problemi tehnološke prirode i oni se ogledaju u povećanim zahtevima u pogledu tačnosti pri izradi otvora vijaka. Na slici 6. dat je izgled ovakve veze. Na slici 6. a prikazano je rešenje proizvođača „Mercedes“, a na slici 6. b prikazano je rešenje proizvođača „Volvo“ [3], [4].



Slika 6.a



Slika 6.b

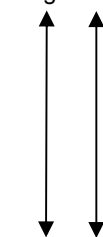
Slika 6 – Primer krute veze rama i pomoćnog rama

Smernice za primenu određene vrste nadgradnje

Nadgradnja ne sme ograničiti pomeranje šasije pa je zato važno da se pravilno izabere vrsta veze šasije i nadgradnje. Uvijanje šasije je najveće u predelu iza vozačeve kabine i trebalo bi da opada što se više bližimo zadnjem kraju vozila. U slučaju postavljanja kruće nadgradnje na osnovni ram i krutog vezivanja za isti, uvijanje osnovnog rama neće biti postepeno već naglo i ograničeno na malu oblast u kojoj će postojati i veliki naponi uvijanja. Osnovno pravilo u vezi sa krutošću nadgradnji glasi: *Što je kruća nadgradnja veza mora da bude što elastičnija*. U slučaju nadgradnje mešalice i kiperi koji su torziono elastične nadgradnje, na prednjem delu se koriste konzolne veze, a na zadnjem delu postavljaju se vezne ploče. Kompletan opis veza koje se koriste u zavisnosti od torzione krutosti dat je u tabeli 1.

Tabela 1

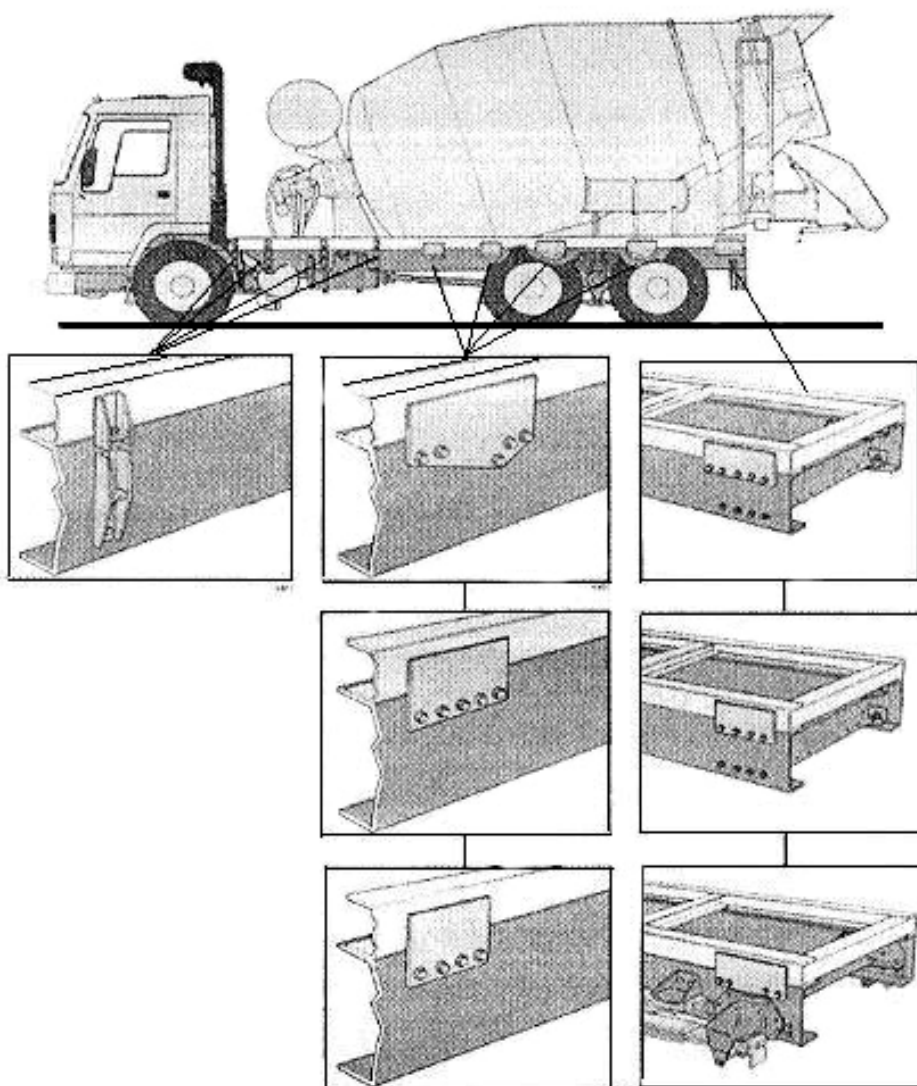
Opis veza koje se koriste u zavisnosti od torzione krutosti

	PREDNJI DEO VOZILA	ZADNJI DEO VOZILA	VRSTA TRANSPORTNOG VOZILA
	Konzolno	Vezna ploča	KIPERI MEŠALICA BETONA SANDUČAR
	Konzolno	Vezna ploča	PUMPE ZA BETON PLATFORME ZA PREVOZ DRVETA
	Jednosmerno elastična veza	Vezna ploča	FURGONI
	Dvosmerno elastične veze	Dvosmerno elastične veze	CISTERNE ZA: TEČNOST PRAŠKASTI OTPAD

Preporuke proizvođača za određenu vrstu nadgradnje

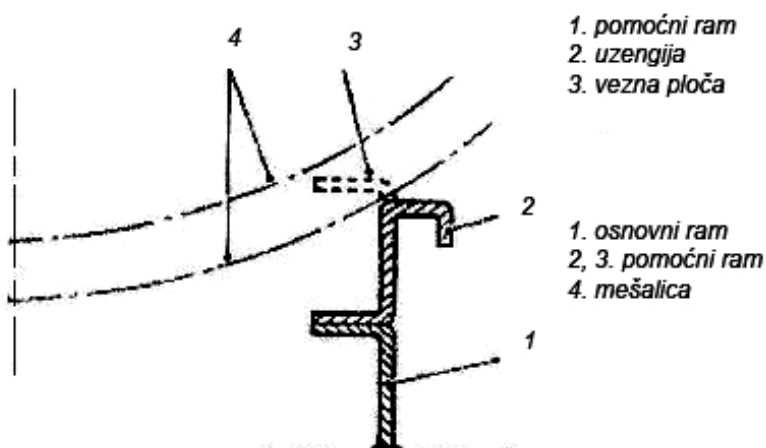
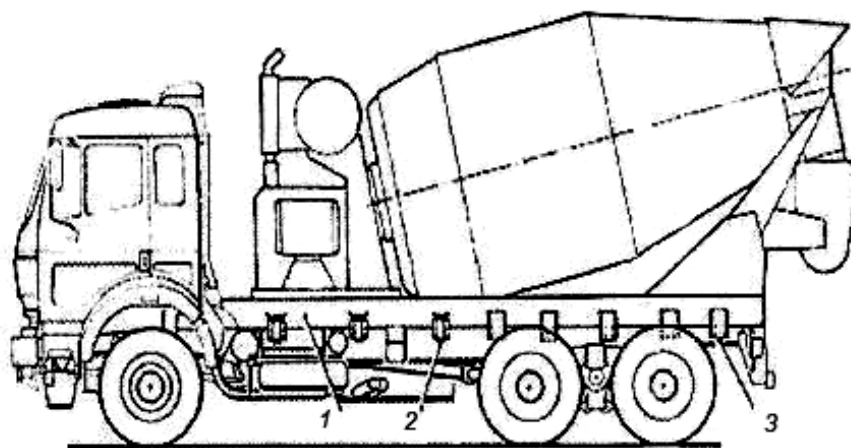
Preporuke proizvođača za nadgradnju automešalice

Nadgradnja automešalice predstavlja primer torziono elastične nadgradnje, na slikama 7, 8 i 9 prikazane su vrste veza i lokacije veza, te neki konstruktivni zahtevi transportnih vozila *volvo*, *mercedes* i *reno* [5], [6].



Slika 7 – Instrukcije proizvođača „Volvo“ za nadgradnju automešalice

Kod volva sa slike 7 vidi se da su kod formule pogona 6x2 prve tri veze konzolne a ostalih pet veza ostvaruju se veznim pločama. Mešalica za beton postavlja se na vozilo formule pogona 6x2 sa ogibljenjem ili vozila formule pogona 4x2 ili 6x2 sa pneumatskim elastičnim osloncem.

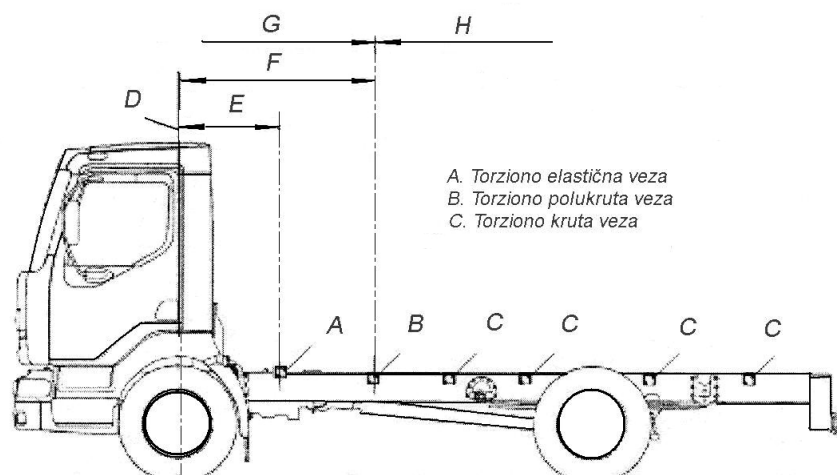


Slika 8 – Instrukcije proizvođača „Mercedes“ za nadgradnju automešalice

Da bi se obezbedila stabilnost kamiona i smanjenje naprezanja ramova, montažni ramovi „Mercedesovih“ vozila se u zadnjem delu ukružuju. Ova ukružjenja se kod kamiona sa formulom pogona 4x2 izvode pomoću pravougaonog profila minimalnih dimenzija 60x10 mm, dok se kod kamiona sa formulom pogona 6x2 i 8x2 ukružuje pomoću U profila minimalnih dimenzija 80x80x6. Kod kamiona sa formulom pogona 6x4 i 8x4 koriste se ukružjenja napravljena od kvadratnog profila dimenzija 80x80x6.

Sa slike 8 vidi se da „Mercedes“ savija pomoćni ram na spoljašnju stranu, zbog mogućnosti ugrađivanja većeg doboša ili zbog spuštanja postojećeg s ciljem pomeranja težišta naniže i samim tim povećanja stabilnosti celog vozila.

Na slici 9 prikazane su vrste i lokacije veza proizvođača „Reno“ za nadgradnju mešalice betona.



Slika 9 – Instrukcije proizvođača „Reno“ za nadgradnju automešalice

Za definisanje načina vezivanja „Reno“ daje vrstu i položaj veze i rastojanje u zavisnosti od vrste oslanjanja i kabine.

U tabeli 3 prikazana su rastojanja elastičnih i polukrutih veza.

Tabela 3

Rastojanje veza A i B od prednje osovine¹

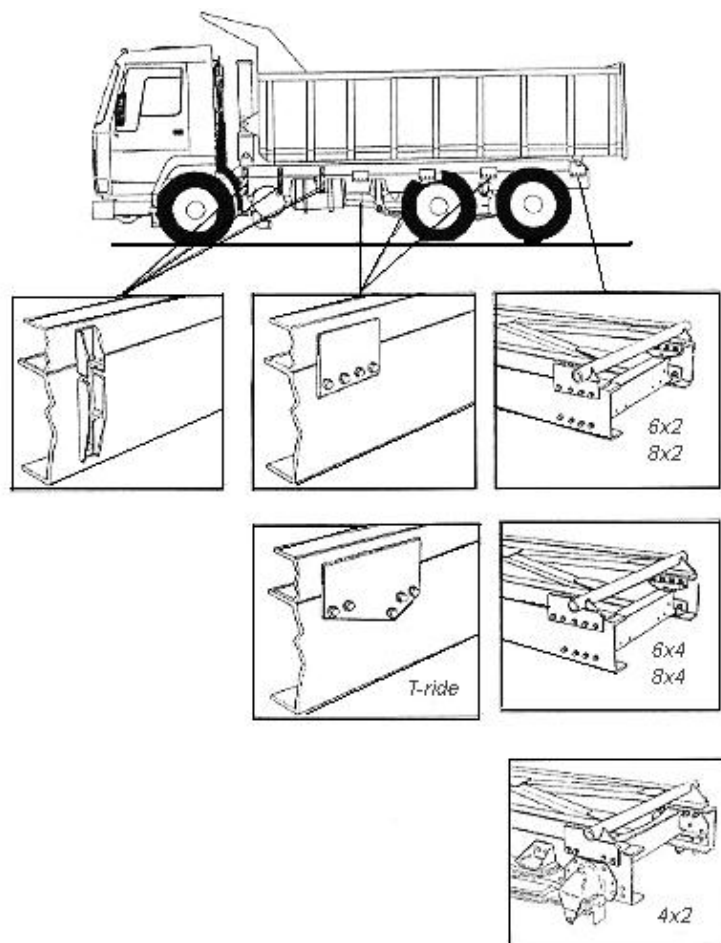
Tip vozila	E	F
MIDLUM C'/C	735.5	1302.5
MIDLUM HD/construction	835.5	1585.5
MIDLUM D		
MIDLUM D		
MIDLUM 4X4		

Preporuke proizvođača za nadgradnju kipera

Nadgradnja kipera predstavlja primer torziona elastične nadgradnje. Ovde su prikazane vrste i lokacije veza, ali i nekih konstrukcionih zahteva kipera *volvo* i *mercedes*.

¹ Mere su date u milimetrima.

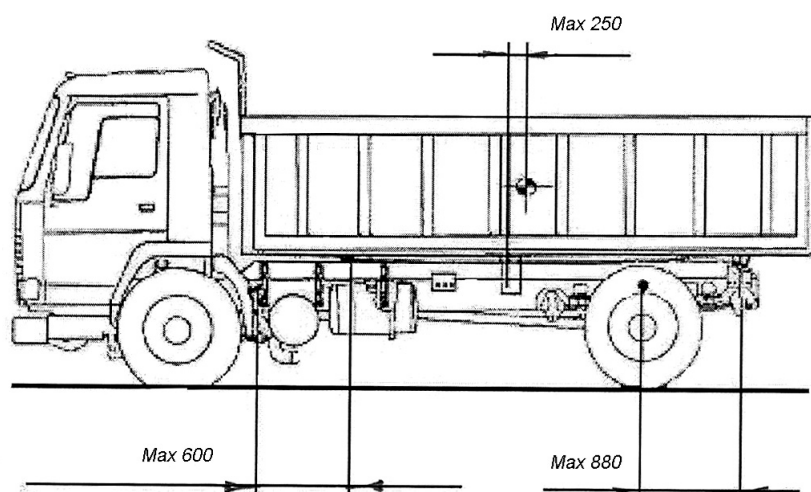
Sa slike 10 vidi se da se povezivanje osnovnog i montažnog rama u prednjem delu izvodi pomoću konzolnih veza, dok se u okolini pogonske osovine koriste vezne ploče.



Slika 10 – Instrukcije proizvođača „Volvo“ za nadogradnju kiperu

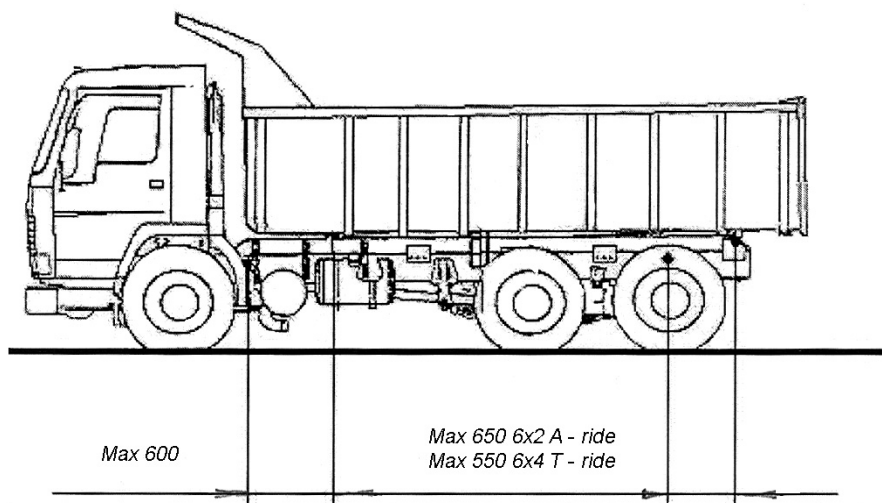
Da bi se obezbedila stabilnost vozila pri istovaru i smanjenje naprezanja ramovi se u zadnjem delu ukružuju. Ova ukrućenja se kod vozila sa formulom pogona 4x2 izvode pomoću pravougaonog profila minimalnih dimenzija 60x10 mm, dok se kod vozila sa formulom pogona 6x2 i 8x2 ukrućenje izvodi pomoću U – profila minimalnih dimenzija 80x80x6 mm, a kod vozila sa formulom pogona 6x4 i 8x4 koriste se ukrućenja napravljena od kvadratnog profila dimenzija 80x80x6 mm. Pored ovih ukrućenja na montažnom ramu, za bočnu stabilnost pri istovaru još na vozilima se postavljaju i tzv. stabilizatori.

Na slikama 11, 12 i 13 predstavljeni su dvoosovinski, troosovinski i četveroosovinski kiperi volvo.



Slika 11 – Dvoosovinski kiper proizvođača „Volvo“ koji istovara na tri strane

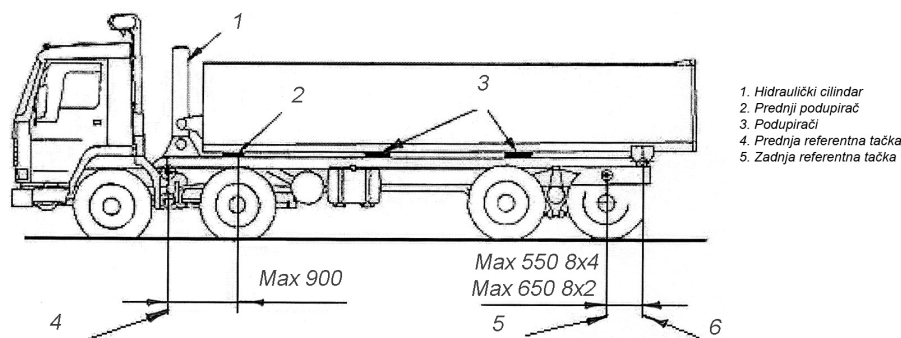
Kod dvoosovinskog kiper prikazanog na slici 11 istovaruje se na tri strane, dve bočne i pozadi. Kod troosovinskog kiper prikazanog na slici 12 istovar je pozadi.



Slika 12 – Troosovinski kiper proizvođača „Volvo“ koji istovar vrši unazad

Kod prikazanog četveroosovinskog vozila na slici 13 može se uočiti postavljanje hidrauličkog cilindra ispred tovarnog sanduka.

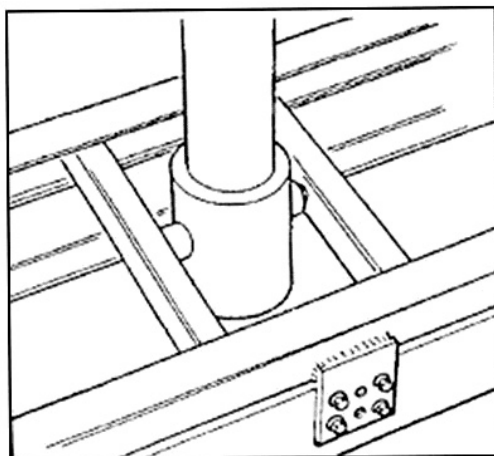
Prednji podupirač mora biti postavljen što je moguće bliže zadnjem delu kabine. Kod dvoosovinskih i troosovinskih vozila rastojanje između podupirača mora biti maksimalno 600 mm od referentne tačke na mestu zadnjeg oslonca gibnja upravljačke osovine. Podupirač može biti udaljen maksimalno 900 mm od referentne tačke. Ovo se radi s ciljem smanjenja momenta savijanja između osovin.



Slika 13 – Četveroosovinski kiper proizvođača „Volvo“ koji istovaruje unazad

Centralni podupirači kod dvoosovinskih i troosovinskih vozila nalaze se u blizini sredine tovarnog prostora. Za velike tovarne prostore preporučuje se montiranje dva podupirača sa svake strane montažnog rama.

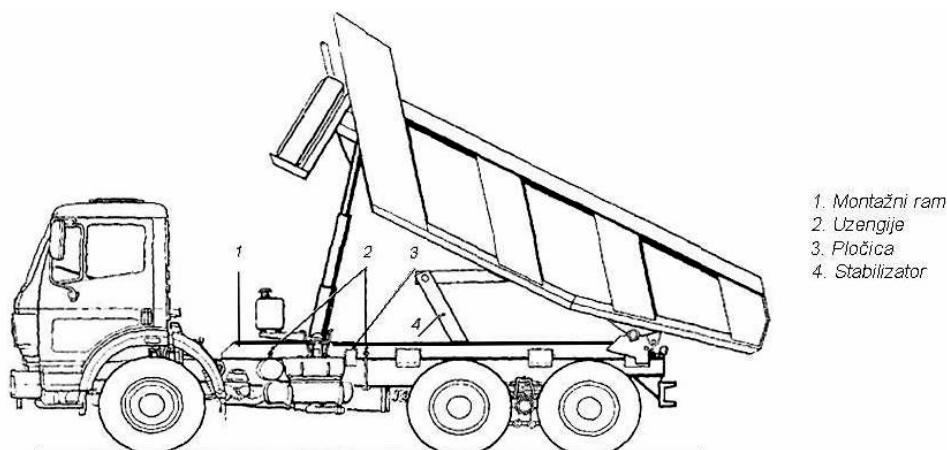
Hidraulički cilindar kod kiperu koji istovaruje na sve tri strane mora biti postavljen posmatrano u pravcu kabine, na maksimalnom rastojanju od 250 mm od centra gravitacije tovarnog prostora.



Slika 14 – Primer izvođenja hidrauličkog cilindra

U blizini takvog hidrauličnog cilindra slika 14 postavljaju se vezne ploče koje imaju zadatak da smanje savijanje montažnog rama u horizontalnoj ravni pri bočnom istovar. Kod vozila sa zadnjim istovarom (dvoosovinska, troosovinska vozila), hidraulički cilindar mora biti postavljen što je više moguće ka prednjem delu vozila. Na ovaj način smanjuje se opterećenje hidrauličkog cilindra, a samim tim i snaga pumpe za snabdevanje hidrauličkog cilindra fluidom, ali se sa druge strane traže veće dimenzije hidrauličkog cilindra u rasklopljenom stanju (moraju se primeniti teleskopski hidrocilindri, a njihova cena je viša).

„Mercedesovo“ uputstvo za nadgradnju daje prikaze vrsta veza (ne ulazeći u to kakav je tip te veze), zatim daje polažaje tih veza bez preciznog definisanja njihovog položaja u odnosu na neke referentne tačke. Sa slike 15 vidi se da se u zoni hidrocilindra nalaze elastične veze (radi se o kiperima koji istovaruju unazad).

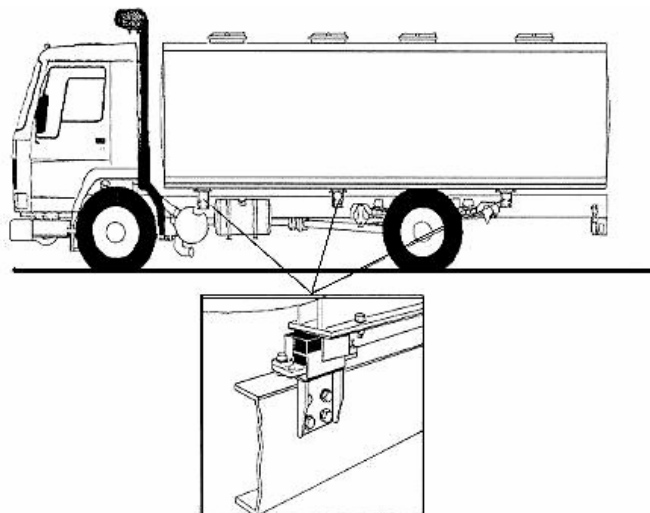


Slika 15 – Troosovinski kiper proizvođača „Mercedes“ koji istovaruje unazad

Preporuke proizvođača za nadgradnju cisterni

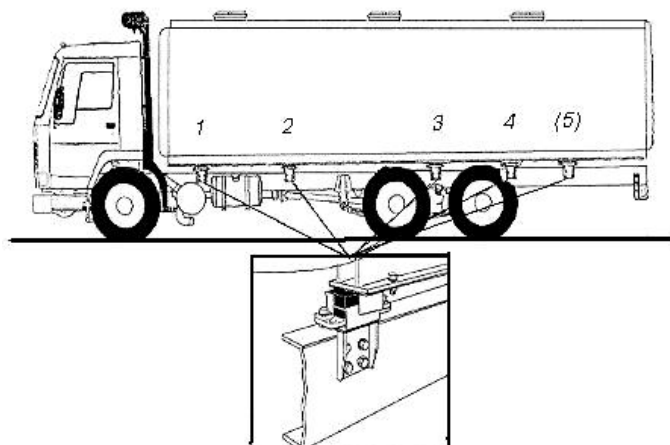
Sudovi cisterni su najčešće kružnog ili eliptičnog poprečnog preseka i kao takvi oni imaju velike osne, polarne ili torzione inercione momente. Iz teorije Otpornosti materijala i Otpornosti konstrukcija može se lako pokazati da krutost savijanja i uvijanja direktno zavise od veličine momenta inercije; $c_x \sim I_x$; $c_\varphi \sim I_\varphi$, na osnovu čega se može zaključiti da je cisterna veoma kruta struktura na savijanje i na uvijanje.

Zbog negativnih posledica koje torziono kruta struktura ima na naprezanje vozila proizvođači kamiona primenjuju nekoliko rešenja. Za povezivanje nadgradnje sa osnovom vozila koriste se dvosmerno elastične veze.



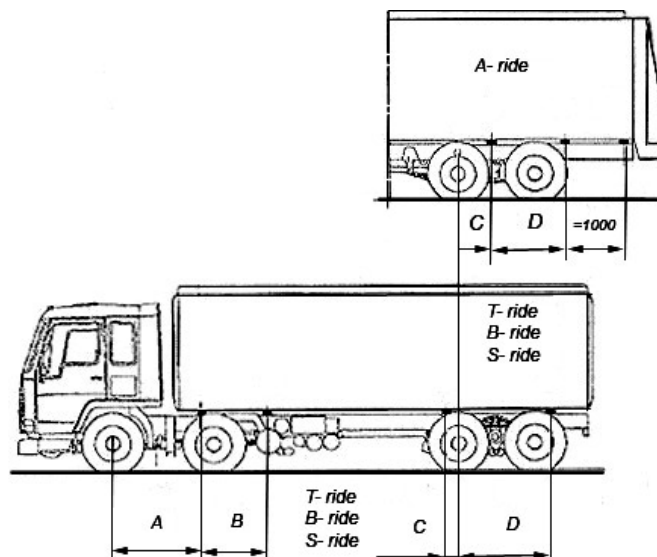
Slika 16 – Instrukcije proizvođača „Volvo“ za nadogradnju cisterne (dvoosovinsko vozilo)

Na slici 16 prikazana je dvoosovinska cisterna *volvo* sa brojem i vrstom veza koje se koriste pri povezivanju osnovnog rama vozila sa sudom cisterne. Isto tako na slikama 17 i 18 prikazane su troosovinske i četveroosovinske cisterne sa vrstom i brojem veza osnovnog rama vozila sa sudom cisterne.



Slika 17 – Instrukcije proizvođača „Volvo“ za nadogradnju cisterne (troosovinsko vozilo)

Dvoosovinska vozila koriste tri veze, dok troosovinska i četveroosovinska vozila koriste četiri veze. Brojka u zagradi predstavlja dodatnu petu dvosmerno elastičnu vezu koji se postavlja u slučaju velikih međuosovinskih rastojanja kako bi se što bolje rasporedilo opterećenje od mase cisterne i korisnog tereta na osnovni ram.

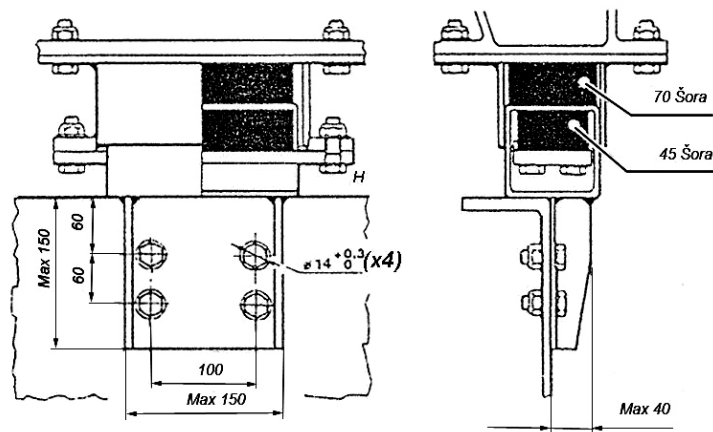


Slika 18 – Instrukcije proizvođača „Volvo“ za nadogradnju cisterne (četvoroosovinsko vozilo)

Ova peta veza kod troosovinskih kamiona trebalo bi da bude postavljena na oko 1.200 mm iza četvrte veze, a na oko 1.000 mm iza četvrte veze kod četvoroosovinskih kamiona.

U nekim slučajevima moguće je postaviti i samo dva veze sa svake strane vozila, ali se tada moraju poštovati sledeća pravila:

- položaj prednje veze se ne menja;
- položaj zadnje veze kod dvoosovinskih vozila je na maksimalnom rastojanju od 500 mm od zadnje osovine, dok je kod troosovinskih vozila na maksimalnom rastojanju od 1.150 mm od prednje pogonske osovine.

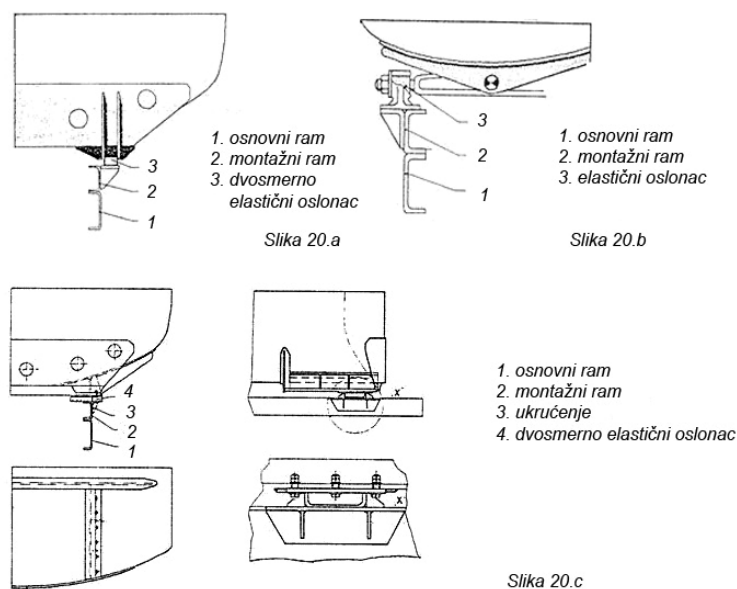


Slika 19 – Primer dvosmerno elastične veze

Na slici 19 prikazana je dvosmerno-elastična veza koja se sastoji od dva gumena podmetača različite krutosti. Od gornjeg gumenog oslonca zahteva se da dozvoljava pomeranje osnove šasije za najmanje 5 mm na gore u odnosu na cisternu, dok donji gumeni oslonac mora dozvoliti pomeranje osnove šasije u odnosu na cisternu za najmanje 15 mm na dole. Prednost gumenih oslonaca u odnosu na opruge koje se u nekim rešenjima koriste ogleda se u njihovoj mogućnosti boljeg prigušenja udara i oscilacija. Od oslonaca 1 i 2 prikazanih na slikama 17 i 18 zahteva se da budu elastičniji u odnosu na oslonce 3 i 4 i istovremeno se traži da oslonci 1 i 3 nose veći deo ukupnog opterećenja. Za prikazana povezivanja nadgradnje sa osnovnim ramom vozila može se primetiti da ne postoji montažni ram i da nadgradnja ne učestvuje u preraspodeli opterećenja (ako se radi o malim deformacijama osnovnog rama). Zbog nepostojanja montažnog rama naprezanja koja se javljaju u osnovnom ramu su veća, ali zato pozitivno utiču na stabilnost vozila.

Na slici 20 vidi se samo uprošćeni način vezivanja, bez definisanja broja veza i detaljnijeg opisa veza. Međutim, bitna razlika koja se uočava u odnosu na rešenje proizvođača „Volvo“ je da se koristi montažni ram.

Pomoću ovog rama „Mercedes“ obezbeđuje osnovu šasije u pogledu havarije, ali sa druge strane pogoršava položaj težišta (smanjuje stabilnost pri vožnji) i negativno utiče na korisnu nosivost kamiona. Cisterna, s obzirom na prikazani način vezivanja sa osnovnim ramom, ne nosi nikakva torziona opterećenja, niti prihvata naprezanja na savijanje.



Slika 20 – Instrukcija za nadgradnju proizvođača „Mercedes – Benz“

Zaključak

Na osnovu analize smernica vodećih proizvođača nadgradnji, šasija transportnih vozila i njihovih veza može se izvesti više zaključaka.

Problematika veza nadgradnje sa osnovnim ramom vozila izuzetno je kompleksna. Potrebno je razmatrati veliki broj faktora (vrste veze, lokacije veza, dimenzije i oblik montažnih – pomoćnih ramova, vrste nadgradnje, itd.) koje svojim karakteristikama direktno utiču na pouzdanost i na masu korisnog tereta.

Kao što je pokazano u smernicama za primenu određene vrste veze nadgradnje, vrsta interakcije na osnovnom ramu zavisi od torzione krutosti nadgradnje.

Nadgradnja ne sme ograničiti pomeranje šasije pa je zato važno da se pravilno izaberu vrste veza šasije i nadgradnje. Pri tome, veza nadgradnje sa osnovnim ramom uzima se kao već gotova, data od proizvođača, jer iza toga stoji dug put istraživanja samog proizvođača.

Uporednom analizom bez obzira na prisutna pojednostavljenja primenom opštih preporuka možemo biti sigurni da se dolazi do pravilnog povezivanja osnovnog i montažnog rama i nošenja opterećenja što otklanja mogućnost pojave havarije.

Literatura

- [1] Janićijević, N., Janković, D., Todorović, J., *Konstrukcija motornih vozila*, Mašinski fakultet, Beograd, 1987.
- [2] *Uputstvo za nadgradnju proizvođača „Volvo“*, 1998.
- [3] *Tehnički podaci FL 6 game vozila proizvođača „Volvo“*, 1998.
- [4] *Uputstvo za nadgradnju proizvođača „Mercedes – Benz“*, 1998.
- [5] *Uputstvo za nadgradnju proizvođača „Reno“*, 2004.
- [6] Guberinić, R., Milojević, I., Određivanje funkcije pouzdanosti motornih vozila kao složenog tehničkog sistema, *Vojnotehnički glasnik*, vol. 57, broj 2, pp. 31–45, ISSN 0042–8469, UDC 623+355/359, Beograd, 2009.

ANALYSIS OF CONNECTION ELEMENT CLASSES AND LOCATIONS AND OF SOME STRUCTURAL REQUIREMENTS FOR THE MOUNTING OF DIFFERENT SUPERSTRUCTURE TYPES ON TRANSPORT VEHICLES

Summary:

The paper presents the basic requirements for transport vehicles. A special request regarding the adaptation of transport vehicles for the transport of various types of cargo was taken into consideration. Superstructures and the situation arising after mounting superstructures on

wheeled transport vehicles were analysed and the following was described: console coupling, stirrups, simplex elastic coupling, two-way elastic and rigid connection elements. Vehicle torsional elasticity is provided by a proper choice of the type of connection between the superstructure and the vehicle chassis. Applying the instructions of vehicle manufacturers for using appropriate connections between the truck superstructure and the vehicle chassis provides positive torsional elasticity of the vehicle. The paper gives the general recommendations of the Volvo, Mercedes and Renault transport vehicle producers for the use of particular connection types of locations as well as structural requirements for the mounting of concrete mixers, tippers and truck tanks on their vehicles.

Introduction

Achieving a high level of transport effectiveness depends on a number of factors. One of the most important ones is the possibility to increase the payload share in the gross vehicle weight. This share depends on the net vehicle weight, a method of coupling the truck superstructure with the chassis frame as well as on the truck superstructure construction. Realisation of this requirement is of significant importance, particularly for large business systems since it results in the reduction of number of necessary vehicles, more economic fleet maintenance and the fleet capacity increase. It is also relatively easy to adapt the vehicle for the transportation of other loads, depending on user's current needs. The adaptation is correctly performed if manufacturer's recommendations are followed during the mounting of the superstructure on the chassis. This paper gives the analysis of the types of coupling used for particular truck superstructures.

Types of truck superstructure

A truck superstructure is generally a torsionally stiffer structure of the vehicle chassis and by its mounting on the vehicle main frame the torsion stiffness of the whole vehicle increases. In order to retain the vehicle torsional elasticity because of its positive reaction to strain, it is necessary to apply a particular type of coupling for a particular type of truck superstructure. Regarding the torsional stiffness, truck superstructures can be divided into three groups:

1. Torsionally elastic
2. Torsionally semielastic
3. Torsionally rigid

Connection of the chassis and the truck superstructure

In order to retain the vehicle torsional elasticity because of its positive reaction to strain, it is necessary to apply a particular type of coupling for a particular type of truck superstructure:

Panel connection

Panel connection allows longitudinal motion and prevents lateral or vertical motion of the chassis runner in relation to the main vehicle frame.

Stirrup (U bolt) connection

Stirrup connections enable longitudinal motion of the chassis runner in relation to the main frame but they cannot accept lateral forces, so additional leading plates are mounted for that purpose.

Simplex elastic connection

Simplex elastic connections enable vertical motions of the automotive frames due to the effect of longitudinal torsion moments as well as longitudinal motion of the chassis runner due to the effect of longitudinal forces and frame flexion moments.

Two – way elastic connection

This kind of connections is used to connect the truck tank with the vehicle automotive frame. The connection supports lateral and longitudinal forces and enables vertical motion of the automotive frame in relation to the truck tank, during the torsion and lifting of the vehicle.

Stiff connection (connection plates, sheets)

This type of connections enables rigid connection of the automotive frame and the chassis runner thus making them behave as a whole. Connection plates transfer longitudinal, lateral and vertical forces. They are mounted from the front of the anterior support of the rear suspension to the end of the automotive (chassis runner) frame. The upper part of the plate is welded for the chassis runner, while the lower part of the plate is bolted for the automotive frame.

Guidelines for the application of particular truck superstructures

A truck superstructure must not prevent the chassis movement; therefore, it is important to choose a proper type of connection between the chassis and the truck superstructure. Chassis twisting is most expressed in the area behind the driver's cabin and it should decline towards the rear of the vehicle. If a rigid superstructure is mounted on the basic frame and the coupling is also rigid, the twisting of the main frame is not gradual but sudden and restricted to a limited area where high levels of torsion stress occur. The principal rule regarding the rigidity of superstructures is: the stiffer superstructure is, the more elastic connection must be.

Manufacturer's recommendations for particular types of truck superstructures

Manufacturer's recommendations for concrete mixer superstructures

The truck superstructure of a concrete mixer is an example of torsionally flexible mounting. Figs. 7, 8, and 9 show types and cites of connections as well as some structural requirements of Volvo, Mercedes and Renault transport vehicles [2, 3, 4, 5].

In a 6x2 Volvo (Fig. 7), the first three couplings are cantilevered and five other connections are achieved with midfielder plates. The mixer is mounted on 6x2 vehicles with suspension or on 4x2 or 6x2 vehicles with air damping. All twin – shaft trucks could be loaded with 13t on the rear axle.

Mercedes does not give much information related to the concrete mixer superstructure. To ensure stability and reduce strain of truck frames, the chassis runner is stiffened in the rear.

Fig. 6 shows that the Mercedes chassis runner bends outwards, because of the possibility of embedding a larger drum or because of lowering the existing one in order to lower the focus down and thus increase the stability of the entire vehicle.

Recommendations of the body tipper manufacturer

A body tipper is an example of a torsionally flexible superstructure. Fig. 10 shows some types of sites and links, as well as some structural requirements of Volvo and Mercedes tippers [2, 3, 4]. Linking the main frame with the mounting one is performed using the console connection in the front part while near the axles connecting plates are used. To ensure the stability of the vehicle when unloading and to reduce stress, the frames are stiffened in the rear (Fig. 8).

Recommendations of the manufacturer for mounting tanks

Tank compartments are usually of circular or elliptical cross section, and as such they have large shaft, polar or torsion inertional moments. If the theories of material resistance and construction resistance are applied, it can be easily shown that the bending and torsion rigidity directly depend on the size of the moment inertia; $c_x \sim I_x$; $c_\varphi \sim I_\varphi$, from which it can be concluded that the tank is a very rigid structure regarding bending and twisting.

To connect the superstructure to the vehicle base, two-way elastic connections are used. Fig. 9 shows a twin-shaft Volvo tank with the number and types of connections used in connecting the main frame with the tank compartment. Three-axle tanks and four-axle tanks with the type and number of links of the main vehicle frame with the tank compartment are also shown. Similarly to the case of the tipper MB [3], there is no much information about linking the basic frame with the tank. Fig. 9 shows only a simplified method of coupling, without defining the number of connections and a more detailed description of connections. However, an important difference observed in relation to the solution of the Volvo manufacturer is that a chassis runner is used.

Conclusion

The analysis of the guidelines of leading manufacturers for upgrades, transport vehicle chassis and their connections leads to the following conclusions:

The connection with the basic superstructure frame is an extremely complex issue. It is necessary to consider many factors (type of connection, the connection location, size and shape of the assembly – extra frames, the types of upgrades, etc.) since its characteristics directly affect both the reliability and the payload mass.

As shown in the guidelines for the implementation of certain kinds of connection upgrades, a type of interactions on the basic frame depends on the torsional stiffness of the superstructure.

Truck superstructures must not move to limit the chassis and is thus important to properly choose the types of connections and chassis upgrades. The connection of the upgrade to the basic frame is taken as already given by the manufacturer, having in mind extensive research of the manufacturer in this field.

Regardless the simplifications in the application of general recommendations, the comparative analysis shows that there is a proper connection of the base and mounting frame which eliminates the possibility of breakdown.

Key words: request, truck superstructure, type, connection, torsion, elasticity, manufacturer, location, construction.

Datum prijema članka: 11. 03. 2010.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa: 07. 04. 2010.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje: 09. 04. 2010.

UPRAVLJANJE PROJEKTIMA PO PRISTUPU PROJEKT MENADŽMENTA

Andrejić D. *Marko*, Vojna akademija, Katedra logistike, Beograd,

Đorović D. *Boban*, Pamučar D. *Dragan*, Vojna akademija, Dekanat, Beograd

UDK: 005.8

Sažetak:

Moderna teorija menadžmenta tretira sve složene poslove i zadatke kao projekte i omogućava da se određenim organizaciono-upravljačkim konceptom upravlja ovim projektima kako bi se efikasno doveli do cilja. Veliki broj poslova i zadataka koji se obavljaju u sistemu odbrane ili za potrebe sistema odbrane imaju obeležja projekta. Projekt menadžment je veština i nauka upravljanja ljudskim, materijalnim, finansijskim, energetskim i drugim resursima kako bi se postigli zadati ciljevi u zadatim ograničenjima: rokovi, vreme, budžet, mogućnost realizacije, te zadovoljenje interesa svih učesnika projekta.

Upravljanje projektom je nastalo kao primenjena oblast tradicionalnog (ili funkcionalnog) upravljanja skoncentrisana na upravljanje složenim i neizvesnim situacijama sa definisanim ciljem.

Ključne reči: projekat, koncept projekt menadžmenta, planiranje i upravljanje projektom, metodologija projekt menadžmenta.

Uvod

Kod organizacionih sistema koji funkcionišu u interno i eksterno nestabilnom okruženju promene su stalne. U uslovima brzih promena i visoke neizvesnosti opstaju samo adaptivne organizacije odnosno one koje su u stanju ne samo da brzo reaguju na promene već i da proaktivno iskoriste prednosti promena.

Svaka organizacija ima ciljeve. Ciljevi organizacije su da radi više, brže, bolje i sa što manje troškova. Da bi ostvarila ciljeve, organizacija mora da se osposobi da meri efekte svojih aktivnosti i da je u stanju da sagleda koliko ti efekti napreduju u odnosu na neko početno stanje.

S ciljem rešavanja problema koji se identifikuju u organizaciji, neminovnim se nameće i preduzimanje složenih poslovnih poduhvata – projekata koji su usmereni konačnim ciljevima. Dakle, projekat se inicira da bi

organizacija prosperirala, da bi održala korak sa tehnološkim progresom i da bi odgovorila zahtevima svojih članova. Svaki projekat je ekonomski poduhvat i izvođački izazov. Uslovi u kojima funkcionišu organizacioni sistemi zahtevaju od njih da pronalaze nove načine za smanjenje troškova i povećanje profitabilnosti. Bez primene doslednih i standardizovanih metoda upravljanja projektima, potrebno je otkrivati već otkriveno za svaki novi projekt čime se gubi vreme, rastu troškovi, a time opada profit.

U današnjem, izrazito konkurentnom poslovnom okruženju organizacionih sistema, zadovoljavanje i zadržavanje korisnika usluga i investitora (naručioca poslova) važniji su nego ikada, što nam ostavlja jako malo prostora za greške na projektima.

Projekat ima sve elemente poslovnog procesa i predstavlja poduhvat koji se odvija u budućnosti sa odgovarajućim rizikom i neizvesnošću. Takođe, sadrži konačne ciljeve koje treba dostići i u čijoj realizaciji se angažuju ograničeni resursi.

Uspešnost izvođenja projekata zavisi od toga kako se realizuju definisani ciljevi i ostvaruju svrhe u dinamičkom okruženju. Međutim, mora se naglasiti da na organizacione sisteme deluju i spoljne i unutrašnje smetnje. Od onih najjednostavnijih, čije se dejstvo može predvideti, i za čije su posledice delovanja na sistem zna, pa je poznato i preuzimanje upravljačkih mera za njihovo uklanjanje, do takvih smetnji koje se ne mogu predvideti, a nisu poznate ni odgovarajuće upravljačke mere za njihovo uklanjanje. Ako se svemu navedenom doda i dosta nizak stepen determinisanosti pojedinih projekata, onda je u potpunosti jasno da projektom treba upravljati.

Karakteristike projekata zahtevaju da se za njihovo upravljanje mora formirati nova, odgovarajuća organizaciju koja će moći da zadovolji stroge upravljačke zahteve koja je različita od krute birokratske strukture što upravlja određenim poslovnim sistemom.

Analizirajući poslove i zadatke koji se obavljaju u sistemu odbrane može se uočiti da veliki broj njih ima projektna obeležja: upravljanje organizacionim promenama, razvoj organizacionih podsistema u sistemu odbrane, razvoj sredstava naoružanja i vojne opreme, opremanje sredstvima naoružanja i vojnom opremom, upravljanje vojnim operacijama, uključivanje u međunarodne sisteme kolektivne bezbednosti... Takođe, uočava se da se koncept i pristup projekt menadžmenta ne uvažavaju i ne primenjuju u dovoljnoj meri u operativnoj praksi sistema odbrane.

Cilj ovog rada jeste da ukaže na neophodnost primene koncepta projekt menadžmenta u sistemu odbrane i da se pruže neophodne uvodne informacije u vezi s tim kako bi se dao skroman doprinos smanjenju otpora za njegovim uvođenjem i ubrzala operativna primena, u svim oblastima odbrane, gde za to postoje opravdani razlozi.

Sušтина upravljanja projektima

Razvoj formalnog upravljanja projektima započeo je pedesetih kao potreba Ministarstva obrane Sjedinjenih Američkih Država za razvojem složenih vojnih sistema. Time se potvrđuje i činjenica da je područje upravljanja projektima nastalo iz tradicionalnih inženjerskih disciplina [1]. U početku je upravljanje projektima nametnuto iz potrebe za standardizacijom procesa i uključivalo je jasne ciljeve, pa su timovi koji su dobili za-datak mogli pouzdano da planiraju.

Najveći uticaj na razvoj oblasti imali su komplikovani poslovi unutar inženjerskih zanimanja [2]. Sedamdesetih godina prošlog veka kompjuterska industrija započela je svoj veliki uticaj na poslovna okruženja, te su kompjuteri počeli sve više da se koriste za poslovne potrebe. U tim ranim počecima za sve projekte koristio se isti pristup, nasleđen od ostalih inženjerskih disciplina. Međutim, brzorastuće područje kompjuterske industrije često je imalo za posledicu neuspešne projekte, bilo zbog neispunjenja rokova bilo zbog očekivanja kupaca. Postajalo je jasno da tradicionalni pristup nije prikladan za takve projekte.

Paralelno s tradicionalnim pristupom, počeli su da se razvijaju i novi pristupi, dok je ovaj tradicionalni i dalje ostao u primeni. Nasuprot tradicionalnom inženjerskom pristupu, početno se razvio dinamični model [3], koji je morao da odgovori na veće zahteve za kontrolom troškova nasuprot vrednosti proizašoj iz projekata, a i sve većim zahtevima za bržim postizanjem ciljeva projekta. Kao krajnji korak u razvoju pojavio se ekstremni pristup [4].

Upravljanje projektima je veština i nauka upravljanja ljudskim, materijalnim, finansijskim, energetskim i drugim resursima kako bi se postigli zadati ciljevi u zadatim ograničenjima: rokovi, vreme, budžet, mogućnost realizacije, te zadovoljenje interesa svih učesnika projekta.

Većina autora ističe da je upravljanje projektom nastalo kao primenjena oblast tradicionalnog (ili funkcionalnog) upravljanja skoncentrisana na upravljanje složenim i neizvesnim situacijama sa definisanim ciljem. Funkcionalno upravljanje i upravljanje projektom karakterišu iste faze (selekcija, alokacija resursa, planiranje, programiranje, organizovanje i kontrola). Dok je kod funkcionalnog upravljanja predmet upravljanja organizacija, kod upravljanja projektima predmet upravljanja je projekat. Dakle, razlika je u predmetu upravljanja. Takođe, kod funkcionalnog upravljanja fokus je na kontroli, dok je kod upravljanja projektima fokus na planiranju i programiranju.

Upravljanje projektom je koncept koji predstavlja sintezu prethodno stvorenih znanja i iskustava iz ranijih programa i projekata, tako da su oslonci koncepta ranije razvijene u praksi poznate metode organizacije, planiranja i kontrole. Koncept se, uopšteno gledano, zasniva na postupku

uspostavljanja takve organizacione forme koja omogućava da se na najbolji način iskoriste raspoložive metode planiranja i kontrole za efikasnu realizaciju projekta.

Upravljanje projektom (project management) predstavlja naučno zasnovan i u praksi potvrđen koncept kojim se, pomoću odgovarajućih metoda organizacije, planiranja i kontrole, racionalno usklađuju svi potrebni resursi i koordiniše obavljanje potrebnih aktivnosti da bi se određeni projekat realizovao na najefikasniji način.

Upravljanje projektima je koncepcija koja obuhvata interdisciplinarnu primenu više metoda i tehnika organizacije, planiranja i kontrole s ciljem što efikasnije realizacije određenog projekta.

Svaki pristup konceptu upravljanja projektom podrazumeva definisanje i korišćenje odgovarajuće organizacione strukture za upravljanje realizacijom, gde osnovnu ulogu igra tim zadužen za upravljanje realizacijom projekta.

Ova karakteristika proističe iz potrebe da se za upravljanje realizacijom projekta formira nova organizacija, koja će biti različita od one koja upravljanje konkretnim poslovnim sistemom. Polazeći od činjenice da u realizaciji svakog projekta, po pravilu, učestvuje veći broj poslovnih sistema potrebno je formirati novu, odgovarajuću organizaciju koja će moći da zadovolji prethodno postavljene uslove.

Svi pristupi upravljanju projektom predlažu i koriste tehniku mrežnog planiranja i gantograma u planiranju, praćenju i kontroli realizacije projekta. Korišćenje mrežnog planiranja u upravljanju realizacijom projekta je nezamenljiva, jer omogućava, pored grafičkog predstavljanja i praćenja projekta, pribavljanje velikog broja potrebnih informacija koje su neophodne za upravljanje realizacijom projekta.

Mrežni modeli znatno su unapredili ovu oblast. Inače, počeci nastajanja mrežnih modela vezuje se za kraj pedesetih godina u SAD za potrebe planiranja i kontrole dugoročnih i složenih, pre svega, vojnih projekata.

Pošto je pri izvođenju vojnih projekata dolazilo do izuzetno velikih preokretanja rokova i troškova, te uočenih slabosti dotadašnjih metoda za planiranje i kontrolu realizacije projekta, prišlo se razvijanju novih postupaka koji će biti u stanju da reše navedene probleme. Mrežni modeli kao CPM (Critical Path Method) i PERT (Program Evaluation and Review Technique) razvijene su istovremeno u drugoj polovini 20. veka. Oba modela baziraju se na ideji grafičkog predstavljanja projekta pomoću orijentisane mreže, čiji su osnovni elementi aktivnosti, događaji, relacija prvenstva, trajanja, troškovi i resursi [5], [6].

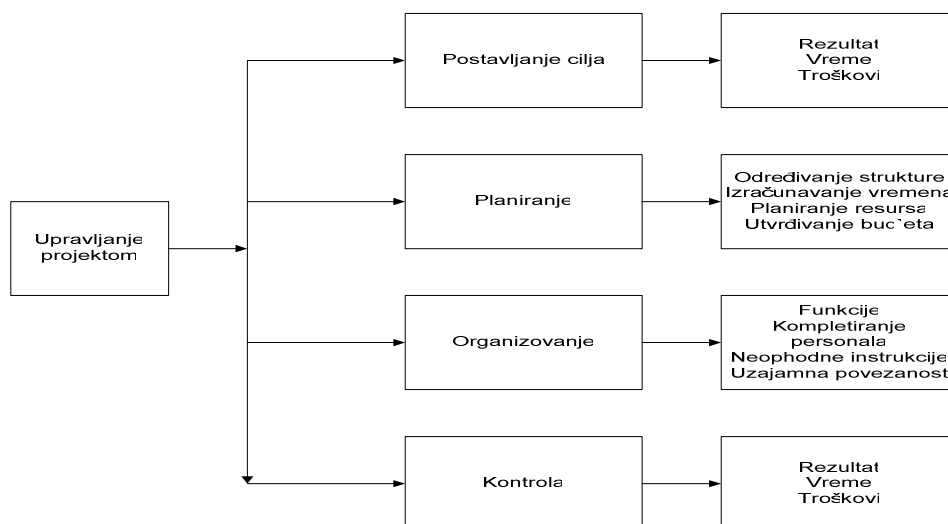
Osnovne prednosti ovih modela su: mogućnost da se predvide kritične veze između različitih aktivnosti i sadašnjeg stanja i očekivanog stanja u nekom budućem trenutku. Osnovna slabost modela jeste njihov deterministički karakter. Za oba modela može se reći da su prevashodno orijentisani na analizu vremena, da se mogu primeniti i na analizu resursa i troškova, ali uz znatne konceptualne probleme.

CPM metoda upotrebljava se u slučajevima kada je vreme pojedinih aktivnosti u projektu poznato i može se jednoznačno odrediti. Nakon određivanja vremena pojedinih aktivnosti u projektu, izračunava se ukupno vreme potrebno za realizaciju projekta.

PERT metoda upotrebljava se kada vreme trajanja pojedinih aktivnosti u projektu nije poznato pa nije moguće jednoznačno ga odrediti. Zato se kod ove metode procenjuju tri vrednosti vremena pojedinih aktivnosti: optimističko, normalno i pesimističko, i na osnovu njih izračunava se vreme potrebno za realizaciju celokupnog projekta.

Razvoj novih mrežnih modela nastao je kao rezultat traganja za rešavanjem problema koji nisu mogli da budu rešeni prethodnim mrežnim modelima. Tako su nastali GERT (Graphical Evaluation and Review Technique) i VERT (Venture Evaluation and Review Technique). To su bitna unapređenja u odnosu na CPM i PERT metodu, pošto ovi modeli determinističku strukturu mreže zamenjuju stohastičkom.

Proces upravljanja projektom može se predstaviti slikom 1.



Slika 1 – Opšti model upravljanja projektom

Upravljanje projektom podrazumeva neophodnost formiranja i korišćenja odgovarajućeg informacionog sistema (koji već postoji u organizaciji ili se namenski stvara za potrebe projekta) za upravljanje realizacijom projekta, zasnovanog na računaru i odgovarajućim softverskim paketima.

Polazeći od osnovnih principa opšteg koncepta upravljanja projektom i opšteg pristupa upravljanju poslovnim sistemima i procesima, uz postavljanje odgovarajuće organizacije za upravljanje projektom i neophodnu računarsku podršku, može se definisati opšti koncept upravljanja **investicio-**

nim projektima razmatranjem osnovnih faza opšteg procesa upravljanja: planiranje realizacije, praćenje realizacije i kontrola realizacije.

Izuzetan značaj u konceptu daje se **planiranju realizacije projekta**. Pri tome, posebno se izdvajaju osnovni elementi realizacije svakog projekta koje treba planirati, pratiti i kontrolisati, a to su: vreme, resursi i troškovi. Pored toga, razmatraju se i definišu mogućnosti i načini planiranja, praćenja i kontrole navedenih elemenata projekta.

Planiranje vremena realizacije oslanja se na standardne tehnike planiranja, a rade se globalni, detaljni i operativni mrežni planovi.

Planiranje resursa u ovom slučaju svodi se na planiranje materijala i raspoređivanje radne snage, dok se troškovi planiraju u skladu sa raspodelom izvođenja radova različitih nosilaca izgradnje investicionog objekta, a takođe i sa definisanim planovima projekta i u njima definisanim aktivnostima i fazama rada na projektu.

Praćenje i kontrola svih navedenih elemenata – vremena, resursa i troškova, odnosno parametara pomoću kojih se oni iskazuju – vrši se uz pomoć standardne i izvedene dokumentacije, a zatim se potrebni podaci sistemom izveštavanja prenose na mesto obrade i porede sa planiranim veličinama.

Iz toga proizilaze potrebne korektivne upravljačke akcije za poboljšanje odvijanja procesa izgradnje investicionog objekta.

Američki koncept project management-a upravljanje projektom posmatra kao usmeravanje i koordinaciju ljudskih i materijalnih (i informacionih) resursa da bi se projekat realizovao u planiranom vremenu, u planiranom obimu, sa planiranim troškovima i planiranog kvaliteta.

Ovo se postiže sistemskim procesima u osam osnovnih funkcionalnih oblasti upravljanja projektom:

- upravljanje obimom projekta,
- upravljanje troškovima,
- upravljanje vremenom (rokovima),
- upravljanje kvalitetom,
- upravljanje ljudskim resursima,
- upravljanje komunikacijama,
- upravljanje ugovaranjem i
- upravljanje rizikom.

U globalne faze planiranja i kontrole projekta ubrajaju se:

- planiranje projekta (strategijsko: definisan je objekat razmatranja procenom globalnih odluka i taktičko: detaljni šematski plan projekta: šta, ko, koliko dugo, kojim redosledom, sa kojim troškovima),
- upravljanje aktivnostima projekta (utvrđivanje sadržaja poslova (tehnologije) i personalne odgovornosti za obavljanje aktivnosti i
- ocenjivanje rezultata donetih odluka (u planiranju, u kontroli realizacije, nakon završetka projekta).

Proces planiranja i upravljanja projektom

Kako bi se pobliže objasnila ova, verovatno najvažnija, faza upravljanja projektom, može se početi od njenog kraja, tj. rezultata – plana projekta. Plan projekta je dokument koji svim članovima tima omogućava uvid u to gde treba ići, kada krenuti i kada stići, šta je potrebno učiniti da bi se ostvarili definisani – zadati ciljevi projekta i kako oni treba da izgledaju.

Plan projekta može da bude sasvim jednostavan popis aktivnosti i rokova, ali može da bude i vrlo složen dokument koji uključuje čitav niz potplanova važnih za opis svega onoga što se tokom projekta treba i/ili može dogoditi i ostvariti.

Aktivnosti na projektu ne započinju se bez plana projekta koji su potpisali (i tako se s njim složili) svi članovi tima, sponzor i osoba odgovorna za organizaciju. Naravno, kod privatnih i manje formalnih projekata i pravila su manje stroga, ali je ipak preporučljivo da se dobije saglasnost svih ključnih učesnika sa planom projekta.

Plan projekta nastaje kao rezultat zajedničke aktivnosti i napora, uložnog znanja i iskustva svih članova tima. Tako bi barem trebalo biti. Međutim, vrlo često se u praksi događa da projektni timovi „naslede“ već isplanirane projekte i planove ili da planove izrađuju sami voditelji projekta.

Stručnjaci za projektni menadžment kažu da se tako gubi jedan od ključnih elemenata procesa planiranja. Naime, tokom planiranja članovi tima smišljaju svaki korak, *mentalno prolaze kroz projekat*, kroz trenutke njegove realizacije, te ih unapred proživljavaju, a to im kasnije omogućava brzu reakciju, razumevanje i spremnost na svaku predviđenu aktivnost pri realizaciji projekta, ali i usklađenost sa ličnim planovima. Osim toga, tokom procesa planiranja članovi tima „usvajaju projekat“, planiraju njegov razvoj i izgled rezultata, projekat postaje njihovo „dete“.

Postoje pravila, tehnike i alati koji omogućavaju i olakšavaju proces planiranja projekata, a kojima se ovladava korištenjem dostupne literature i na seminarima. Planiranje je i proces sa kojim se susrećemo u svakodnevnoj operativnoj praksi. U svim tim svakodnevnim situacijama koristimo sve ono što nam i u projektima omogućava planiranje: prethodno vlastito i tuđa iskustva, prikupljanje i proveru informacija, zaključivanje, usklađivanje različitih stanovišta, usklađivanje s drugim planovima i kalendarom, usklađivanje s drugim osobama...

U toku planiranja utvrđuju se obim i struktura posla. Ponekad se definiše ono što obim posla obuhvata i jasno se kaže šta obim posla ne obuhvata. Definisanje onoga što ne ulazi u obim, a oko čega bi se eventualno moglo dvoumiti, mnoge timove rešilo je problema i prevelikih očekivanja zainteresovanih strana.

Posle raščlanjivanja poslova potrebno je da se utvrdi koje će se sve aktivnosti odvijati u projektu i koliko je vremena potrebno za njihovo izvršenje.

Svako od aktivnosti dodaju se i početak i rok izvršenja. Važno je da se utvrdi i koje su aktivnosti međusobno, organizaciono i tehnološki, zavisne.

Iza toga je potrebno utvrditi i ključne tačke (eng. Milestones), njih nekoliko koje će obeležavati ključne događaje na projektu – ključne termine.

Popis aktivnosti, njihovo trajanje i vremenski okviri koje smo odredili, čine kalendar projekta.

Kod planiranja ljudskih resursa na projektu, odnosno organizacije, potrebno je utvrditi koliko je ljudi i s kakvim znanjima i veštinama potrebno da bi se odradili poslovi koji su predviđeni strukturom. Deo poslova raspoređuje se na članove tima, a za neke će poslove biti potrebno angažovati i dodatne radnike. Svakom zadatku na organizacijskoj karti neophodno je da se dodeli ime osobe koja je zadužena i odgovorna za njegovo izvršenje.

Uvođenje efikasne metodologije planiranja, kontrole realizacije i upravljanja projektom, te da je prihvate svi učesnici na projektu ima za cilj da se uvede odgovoran odnos svih učesnika (od rukovodilaca do neposrednih izvršilaca) prema njihovim poslovima na projektu.

Visok stepen odgovornosti neposrednih izvršilaca postiže se činjenicom da oni prihvataju da blagovremeno i tačno izveštavaju o realizaciji svake svoje aktivnosti (početak, završetak, vreme trajanja, ostvareni troškovi i utrošeni resursi).

Ovaj aspekt rukovođenja projektom od suštinskog je značaja za uspešnost projekta, usled toga što neizveštavanje o rokovima završetka pojedinih aktivnosti može voditi nekontrolisanom prekoračenju roka projekta u celini.

Naime, izveštavanje o nastalom odstupanju od plana na pojedinačnim aktivnostima omogućava da se blagovremeno ispita preduzimanje potrebnih mera za što efikasniji nastavak projekta:

- da se u slučaju kašnjenja određenih aktivnosti neutrališu, odnosno, u što većoj meri ublaže nastale posledice za projekat, i
- da se u slučaju ranijeg završavanja nekih aktivnosti utvrdi mogućnost ranijeg završetka projekta.

Prisustvo velikog broja učesnika, naročito iz više različitih organizacija, nameće potrebu da se respektuje mogućnost njihovog prilagođavanja čestim izmenama u planu izvođenja projekta.

Metodologija upravljanja projektom

Standardnom metodologijom predviđeno je da se svaki projekat prati kao interni profitni centar, čime se postiže veća efikasnost u radu i veća profitabilnost celine, odnosno što povoljnijeg finansijskog i drugih rezultata na projektu.

Metodologija obuhvata:

- planiranje svih radova, uključujući obezbeđenje materijalnih, ljudskih, finansijskih i drugih resursa;

- efikasno praćenje i kontrolu svih radova, materijalnih i finansijskih tokova na projektu, s ciljem pravovremenog preduzimanja potrebnih korektivnih akcija i sprečavanja „neprijatnih iznenađenja“ po okončanju projekta;
- pravovremeno vođenje kompletne dokumentacije o projektu, što omogućava izbegavanje claim-ova, a u slučaju njihove pojave predstavlja zdravu podlogu za ostvarivanje postavljenih zadataka i
- ažurno vođenje i kompletiranje svih podataka o projektu, koji se kasnije mogu koristiti za bazu podataka o izvedenim projektima s ciljem korišćenja stečenih iskustava.

Metodologija za upravljanje projektima je alat u rukama rukovodioca i on kao odgovorno lice rukovodi planiranjem, realizacijom i kontrolom projekta za koji je zadužen.

Cilj primene metodologije projekt menagment-a jeste da pomogne rukovodiocu u svim navedenim elementima, ali i da na uniforman način omogući vrednovanje njegovog učinka i objektivno poređenje pokazatelja na svim projektima koji se realizuju u sistemu.

Da bi se u nekom organizacionom sistemu efikasno primenila metodologija upravljanja projektima preporučljivo je da sistem ima matričnu strukturu.

Efikasno poslovanje organizacionih sistema i zadovoljavanje zahteva korisnika, odnosno kupaca u slučaju poslova za treća lica, nemeće zahtev da se pristupi savremenom planiranju i upravljanju projektima primenom računara i odgovarajućeg softvera. To podrazumeva da će se:

- standardizovati postupci upravljanja značajnijim projektima u svim organizacionim delovima organizacionog sistema,
- sprovoditi obuka rukovodilaca projekata i delova projekata,
- nabavljati efikasni softver i
- obučavati korisnici softvera.

Organizacioni sistemi orijentisani u većoj meri na izradu projekata za kupce odnosno za sopstvene potrebe trebalo bi da sačine obavezujući pravilnik za standardnu metodologiju upravljanja projektima (Sistem za Upravljanje Projektima) u kome će propisati sledeće minimalne zahteve za svaki projekat:

- upravljanje projektima mora da sadrži obuhvat posla, troškove, rokove, kvalitet rada i upravljanje resursima (da se ispune zahtevi kupaca);
- upravljanje projektima mora da se zasniva na tekućim najboljim procenama krajnjeg obuhvata posla, troškova, rokova, kvaliteta rada i raspodele resursa;
- obuhvat, troškovi, rokovi, kvalitet i raspodela resursa moraju da se definišu i dokumentuju;
- upravljanje projektima mora da pokrije čitavo trajanje odnosno životni ciklus projekta;
- na svakom projektu treba da bude određen pojedinac odgovoran za projekat u celini – rukovodilac projekta;

– u proces planiranja moraju da se uključe sve organizacione jedinice koje učestvuju u realizaciji projekta a u meri koja je potrebna da se omogući osmišljena raspodela resursa u tim jedinicama – participiranje u planiranju;

- planovi moraju da se koriste kao osnova za kontrolu;
- planovi moraju da sadrže kriterijume za merenje učinka (dopustive varijanse) uključujući merenje napretka i zahteve za izveštavanjem;
- kontrola mora da obuhvati poređenje stvarnog učinka sa planiranim učinkom, analizu varijanse, i potrebne korektivne akcije;
- svi rukovodioci projekta dužni su da planiraju rad na projektu i kontrolišu ostale učesnike u skladu sa definisanim standardima za upravljanje projektima i

- sve pojedince raspoređene na mesta rukovodilaca projekata ili rukovodilaca organizacionih delova projekata, treba obavezati da obezbede znanje i obuku u meri potrebnoj da se zadovolje politika i standardi upravljanja projektima.

Sastavni deo izrade standardne metodologije predstavlja i odabir standardnog softverskog paketa, kao podrške metodologiji, odnosno alata čijim će se korišćenjem rukovodiocu projekta omogućiti:

- kvalitetnije analize mogućih planskih rešenja na projektu,
- olakšano izvršenje rutinskih poslova i
- više raspoloživog vremena za rešavanje problema koji se javljaju na projektu.

Primena mrežnih modela u upravljanju projektima je veoma kompleksan posao koji zahteva brzu obradu velikog broja podataka.

Korišćenje računara kod primene mrežnih modela omogućava brzu obradu svih podataka i dobijanje blagovremenih i objektivnih informacija neophodnih za upravljanje projektima. S obzirom na to da baš upravljanje projektima uz pomoć mrežnih modela zahteva čestu i brzu obradu velikog broja podataka, očigledno je da je primena računara u ovoj oblasti neophodna.

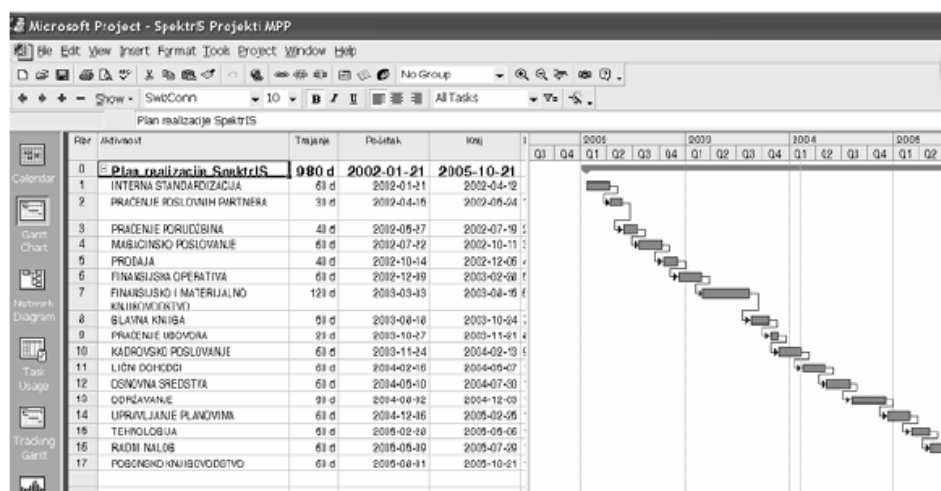
Kada se detaljnije razmotre mogućnosti primene mrežnih modela u upravljanju projektima, može se zaključiti da će se izrada mrežnog modela i proračuna potrebnog vremena kod većih projekata zasnivati isključivo na primeni računara. Po pravilu, u toku realizacije projekta postoje mogućnosti da dođe do izmene pojedinih aktivnosti, pa time i do strukture mreže i vremenske analize, čime neophodnost primene računara postaje sasvim očigledna.

Do danas su razvijeni sledeći tipovi informacionih sistema koji se zasnivaju na primeni računara: DP (Data Processing), DSS (Decision Support System), MIS (Management Information System) i ES (Expert System).

Deterministički mrežni modeli predstavljaju analitičku osnovu DSS za upravljanje projektima. Pri tom, proces automatizacije upravljanja projektom može se obaviti sa PC ili velikim računarom. Tako danas postoji veliki broj

standardnih programa za PC na osnovi CPM odnosno PERT metode kao što su MS Project, Primavera, Hardvard Total Project Menager i dr. Početkom sedamdesetih godina razvijena je metoda Precedence u kojoj CPM i PERT metoda čine analitičku osnovu, ali se radi o programu za velike računare.

Inače, DSS pruža sledeće informacije: trajanje projekta, kritične aktivnosti, kritični put i kašnjenja nekritičnih aktivnosti, slika 2.



Slika 2 – Prikaz plana realizacije projekta

Sistem izveštavanja o realizaciji projekta

Da bi se ostvarilo efikasno praćenje, kontrola i preduzimanje upravljačkih akcija, neophodno je da se organizuje efikasan sistem izveštavanja koji će da pruža pravovremene i realne podatke o stvarnom stanju u realizaciji projekta, u pogledu vremena obavljanja radova, utrošenih resursa i ostvarenih troškova realizacije projekta.

Sistem izveštavanja sastoji se od skupa definisanih izveštaja koji obuhvataju podatke o fazama rada, objektima rada, aktivnostima i ostalim elementima projekta, koji su posebno prilagođeni za korištenje odgovarajućem organizacionom nivou. Podrazumeva, takođe, i način i puteve distribucije izveštaja pojedinim upravljačkim subjektima.

U osnovne izveštaje o vremenu realizacije projekta spadaju:

- izveštaj o napredovanju radova po fazama rada ili vrstama radova,
- izveštaj o napredovanju radova po aktivnostima,
- izveštaj o stanju radova,
- izveštaj o stanju aktivnosti i
- izveštaj o ključnim događajima.

Izveštaj o napredovanju radova predstavlja vremenski kontrolni izveštaj koji sadrži podatke o planiranom i utrošenom vremenu realizacije određene faze rada (vrste radova) ili aktivnosti, te aktivnosti po objektima i izvođačima, za određeni period, zatim o odnosu planiranog i utrošenog vremena i o proceni stvarno izvršenih radova. Omogućava sagledavanje i upoređivanje utrošenog vremena i izvršenih radova. Izrađuje se jednom mesečno i predstavlja veoma važan vremenski kontrolni izveštaj za rukovodioca projekta i za projektni tim, a ako se radi za viši nivo agregacije aktivnosti može korisno poslužiti i rukovodstvu glavnog izvođača.

Izveštaj o stanju aktivnosti predstavlja vremenski kontrolni izveštaj koji sadrži podatke o vremenu početka i završetka aktivnosti, podatke o tome da li je aktivnost završena, u radu ili nije ni počela i procenu vremena potrebnog da se aktivnost završi, ukoliko je u radu. Na taj način se prikupljaju podaci o stanju svake aktivnosti i omogućava detaljan uvid u realizaciju svake pojedinačne aktivnosti i objekta u celini. Radi se mesečno i služi za operativnu upotrebu rukovodiocu projekta i projektnom timu radi uvida u stanje svake pojedinačne aktivnosti na projektu.

Izveštaj o stanju radova (po objektima i izvođačima) takođe služi projektnom timu i rukovodiocu projekta kao sumarni pregled, ali može se prezentirati i rukovodstvu glavnog izvođača radi detaljnijeg uvida u stanje realizacije projekta.

Izveštaj o ključnim događajima predstavlja vremenski kontrolni izveštaj koji pruža podatke o realizaciji ključnih događaja na projektu. Ovaj izveštaj omogućava da se sagledaju procene vremenskih odstupanja od završetka pojedinih ključnih događaja i tako preduzimanjem preventivnih akcija spreči odstupanje od plana.

Upravljanja rizikom projekta

Upravljanje rizikom može se prikazati u sledećim potprocesima: identifikacija rizika, analiza rizika, planiranje reakcija, sistem reakcija i primena podataka.

U svakom projektu postoji veliki broj rizičnih događaja različitih po vrsti, verovatnoći nastajanja, načinu i veličini uticaja na projekat.

Kod svakog projekta egzistiraju rizični događaji vezani za:

- prirodne nepogode, ekologiju i zakonska ograničenja;
- monetarne, fiskalne i ugovorne aspekte;
- projektna rešenja i specifikacije;
- nabavke, isporuke i tržišne probleme i konkurenciju;
- primenjena tehnološka rešenja i način izvođenja projekta, otkaze i oštećenja opreme;
- kadar i drugo.

Proces ispitivanja prirode rizičnih događaja u projektu, njihovog mogućeg uticaja na ishod projekta i međuzavisnosti rizičnih događaja realizuje se analizom rizika. Pri tome, treba voditi računa o ekonomičnosti analize.

U osnovne faze analize rizika ubrajaju se:

- raščlanjivanje i strukturiranje projekta na manje delove ili upravljačke nivoe (sve do aktivnosti, radi uočavanja rizičnih događaja i njihovog udruženog delovanja) i

- određivanje veličine uticaja identifikovanih rizika – procena rizika (određivanje verovatnoće pojavljivanja rizičnog događaja i veličine mogućeg uticaja rizičnih događaja na rezultate projekta) primenom određenih matematičkih metoda, metoda simulacije i kvalitativnih metoda (upitnici, anketa).

Planiranje reakcija na rizične događaje – predstavlja proces formulisanja strategije upravljanja rizikom u projektu odnosno pronalaženje i definisanje upravljačkih akcija u projektu kojima bi se mogući gubici od rizičnih događaja sveli na najmanju meru, uključujući i raspodelu odgovornosti na različite funkcionalne oblasti projekta.

Planiranje reakcija obuhvata nekoliko mogućih strategija kao što su:

- ignorisanje rizika (uočava se rizični događaj ali se ne preduzima nikakva reakcija),
- smanjivanje rizika (uticajem na ključne faktore projekta),
- prebacivanje rizika (izmenom ugovora oslobađamo se nekih obaveza koje nose rizik ili se iste prebacuju na drugu ugovornu stranu ili osiguravajuće društvo) i

- kontingencijsko planiranje (uvažavanje specifičnosti svake situacije, izrada posebnih upravljačkih planova za postupanje u uslovima neizvesnosti i u slučaju pojave rizičnih događaja, budžet za uslove neizvesnosti i pojave rizičnih događaja, alternativne varijante postupanja i dr.).

Sistem reakcija obuhvata celovitu strategiju ili sistem praćenja rizika u projektu i stalno prilagođavanje planiranih reakcija u toku celokupne realizacije projekta. Osim primene pojedinih strategija, obuhvata i primenu kombinacija raznih strategija.

Rizik u projektu menja se tokom realizacije pojedinih faza projekta (aktivnosti sa visokim stepenom rizika), a posebno sa promenama u obimu projekta ili u metodu rada na projektu.

Pored navedenog, neophodno je organizovati, za svaki projekat, prikupljanje i arhiviranje podataka vezanih za rizične događaje, verovatnoću njihovog nastupanja i stepen uticaja.

U određenim situacijama biće neophodno da se do potrebnih podataka za tekući projekat dođe ekspertskim procenama. Treba razvijati bazu podataka i za buduće slične projekte.

Zaključak

Svaki projekat je jedinstven. Nasuprot tome, i svaki je pojedinac, pa tako i onaj u projektnoj grupi, jedinstven, kao i svaka organizacija sa svojim pravilima i svojim okruženjem, svojom kulturom.

Metodologije upravljanja projektom nastale su na temelju te različitosti, kada je postalo očigledno da jedinstven pristup problemima upravljanja projektom ne zadovoljava jedinstvene zahteve projekta.

U takvom je okruženju nastalo više metodologija i svaka je na svoj način pokušala da stvori okruženje koje je primenljivo na sve projekte unutar područja ili čak na projekte iz svih područja.

Međutim, postaje sve očiglednije da jedinstveni projekat zahteva i jedinstveni pristup upravljanju projektom, svojstvenim samo za taj projekt. Sve je više kritičara tradicionalnog pristupa, kojem zameraju nedovoljnu fleksibilnost i višak posla za jednostavnije projekte. Agilne metodologije predstavljaju krajnost u kojoj je sav nepotreban posao zanemaren. Kritičari im zameraju nedostatak dokaza o uspešnosti projekata vođenih tim metodologijama.

Vodeći računa da će u budućnosti projekti postajati još komplikovaniji i da će se od metodologija upravljanja projektom zahtevati primena na takvom projektu, vrlo je važan pravilan odabir metodologije unutar organizacije. Metodologija se mora odabrati vodeći računa o primenjivosti na sve projekte unutar organizacionog sistema.

Umešno kombinovanje sistemskog i situacionog pristupa je nešto što se nameće kao opšte prihvatljiv kompromis pri razvoju metodologije upravljanja projektima unutar vlastitih specifičnih organizacionih sistema.

Činjenice i saznanja iz operativne prakse pokazuju da je neophodno energičnije uvoditi projekt menadžment u sistem odbrane, planski i na organizovan način, u skladu sa potrebama prakse, zahtevima vremena i savremenim trendovima.

Literatura

[1] Atkinson, R., „Project management: cost, time and quality, two best guesses and a phenomenon, its time to accept other success criteria“, *International Journal of Project Management*, Vol. 17, No. 6, pp. 337–342, 1999.

[2] Charvat, J., *Project Management Methodologies: Selecting, Implementing, and Supporting Methodologies and Processes for Projects*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc, 2003.

[3] CMMI Product Team, *CMMI for Systems Engineering/Software Engineering/Integrated Product and Process Development/Supplier Sourcing, Version 1.1 (CMMI-SE/SW/IPPD/SS, V1.1), Continuous Representation*. Pittsburgh, PA: Carnegie Mellon University, Software Engineering Institute, 2002.

[4] Cockburn, A., „Crystal Light Methods“, <http://alistair.cockburn.us/crystal/articles/clm/crystallightmethods.htm> [28/02/2009].

[5] Jovanović, P., *Upravljanje projektom - project management*, FON, Beograd, 1995.

[6] Pamučar, D.: Primena SWOT analize na sistem integralnog transporta Vojske Srbije, *Vojnotehnički glasnik*, vol. 56, broj 2, pp. 237–247, ISSN 0042–8469, UDC 623+355/359, Beograd, 2008.

MANAGING PROJECTS USING A PROJECT MANAGEMENT APPROACH

Summary:

Modern management theory treats all complex tasks and duties like projects and make these projects possible to be managed by a particular organizational-management concept in order to achieve a goal effectively. A large number of jobs and tasks performed in the system of defense or for defense purposes have the characteristics of projects. Project management is both a skill and a science of monitoring human, material, financial, energy and other resources to achieve required objectives within the given limits: deadlines, time, budget, possibility of realization and the satisfaction of the interests of all project participants. Project management is a traditional area of applied (or functional) management focused on managing complex and uncertain situations with defined goals.

Introduction

In conditions of rapid change and high uncertainty, only adaptive organizations survive, i. e. those that are able not only to react quickly to changes but also to proactively take advantage of changes.

Development of project management

The biggest influence on the development of the area had complex jobs within the engineering profession. In parallel with the traditional approach new approaches began to develop, while the traditional one still remained in use. Contrary to the traditional engineering approach, a dynamic model first developed in order to respond to demands for greater control of costs.

Project management

Project management is a skill and knowledge of human and material resources to achieve set objectives within prescribed limits: deadlines, time, budget, possibility of realization, and the satisfaction of all participants in the project. In order to realize a project effectively, it is necessary to manage it rationally.

Planning and project management

A project plan is a document that allows all team members insight on where to go, when to start and when to arrive, what is necessary to be done in order to achieve the project objectives and what these objectives should be like.

Requirements and effects of the application of project management

The goal of the project management methodology is to assist the manager in all of these elements, but also to provide a uniform way of evaluating his performance as an objective comparison of indicators in all projects that are implemented in the system.

Project management methodology

Efficient business operations and fulfilling the requests of users, or buyers if business is done for the third parties, require modern planning and management of projects using computers and appropriate software. Given that the project management with the help of network models requires frequent and rapid processing of large amount of data, it is obvious that the application of computers in this area is of utmost importance.

System of reporting on project implementation

To achieve effective monitoring, control and implementation of control actions, it is necessary to organize an effective reporting system that will provide timely and realistic information about the real state of the project, in terms of job performing time, the resources spent and the costs of project implementation.

Concept of risk management

In any project there are many different risk events by type, the probability of appearance, manner and size of the impact of the project. The process of testing the nature of risk events in the project as well as their potential impact on the outcome of the project and their interdependence are realized through the risk analysis.

Conclusion

Methodologies of project management surged from these differences, when it became apparent that a unified approach to the problem of project managing does not meet the unique project requirements. Taking into account that in the future projects will become more complex and that the methodology of project management will be required to deal with such projects, a proper selection of methodology within the organization is extremely important.

Key words: project, concept of project management, planing and management, methodology of project management.

Datum prijema članka: 09. 09. 2009.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa: 10. 10. 2009.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje: 12.10. 2009.

PRIMENA GIS SA ASPEKTA MULTIFUNKCIONALNOSTI

Borisov A. *Mirko*, Banković D. *Radoje*, Vojska Srbije,
Vojnogeografski institut, Beograd

UDK: 528.94:004 ; 007:528.9]:004

Sažetak:

Primena računarske tehnologije u oblasti nauka o Zemlji dovela je do pojave i nastanka novih naučnih disciplina, među kojima se posebno ističu digitalna kartografija i GIS. U radu se opisuje primena GIS sa više aspekata, i to: multirazmernosti, multitematike, multiprikaza, prilagođavanja standardnim softverskim platformama i višekorisničkog pristupa podacima.

Ključne reči: GIS, Multifunkcionalnost, Multirazmernost, Multitematika, Multiprikaz.

Uvod

U slovu uspešnog korišćenja topografskih podataka u današnje vreme podrazumeva njihovo raspolaganje u digitalnom obliku i organizovanje na savremeni način, pogodan za dalju računarsku obradu. Nepodeljeno je mišljenje da se to danas može uspešno uraditi samo izgradnjom baze podataka o prostoru, odnosno razvojem GIS. Tema rada je razvoj i primena GIS, tj. upravljanje topografskim podacima u skladu sa međunarodnim standardima i potrebama korisnika.

Iako su topografske karte u klasičnom obliku bile svojevrsne baze podataka, postojao je dugoročni spor između tačnosti i detaljnosti prikaza. Jedno je išlo na štetu drugog. Više takav konflikt ne postoji ili je bar prigušen. Kartografi i korisnici mogu se usmeriti na detaljnost u bazi podataka, a u vizuelnom prikazu na tačnost. U analognom obliku razmera je imala presudnu važnost. Primenom novih tehnologija razmera se može relativno lako menjati (povećavati ili smanjivati do određene optičke vidljivosti ili prepoznatljivosti). Sada ključni činilac postaje rezolucija podataka, odnosno prikaza.

Jedan od osnovnih zadataka koji se pri tom javlja jeste izbor bazične razmere, odnosno rezolucije skupa prikaza za koju se podaci prikupljaju. Za razliku od razmere kao matematičkog pojma, ovde se pod pojmom rezolucije podrazumeva gustina – detaljnost podataka. Idealno bi bilo raspolagati skupom topografskih podataka u rezoluciji 1:1, iz koga bi se generalizacijom izvodili podaci za sve željene razmere, odnosno za sve n-

iže rezolucije. Kako to nije moguće, taj problem se u praksi rešava izborom jedne razmere kao polazne, na osnovu koje se postupcima kartografske generalizacije izvode ostale razmere.

Međutim, pojavljuje se dilema da li održavati jedan bazični skup ili više odvojenih skupova podataka o prostoru. Druga opcija je starija i smatra se za klasičnu šemu održavanja i građenja pomenutog sistema. Održavanje jednog skupa ne predstavlja bitnu izmenu u sistemu, ali vodi novom kvalitetu (višestrukoj racionalizaciji i smanjenju grešaka). Promena na jednom mestu ne zahteva promenu u celokupnom sistemu, što predstavlja integralno rešenje, odnosno sadrži saglasnost u pogledu jedinstvenosti skupa podataka o prostoru.

Prelazak na digitalnu tehnologiju kreiranja i upotrebu topografskih podataka ne bi trebalo da bude bukvalno prevođenje analogne karte u digitalnu sliku ili samo automatizacija izrade karata korišćenjem digitalne tehnologije. Novi način podrazumeva formiranje centralne topografske baze podataka iz koje bi se generisali prikazi proizvoljne razmere, željene gustine sadržaja, promenljive dimenzije listova, različiti tematski prikazi, odnosno prema zahtevima i potrebama korisnika [1].

Digitalna kartografija i GIS

Razvoj i primena računara u oblasti nauka o Zemlji doveo je do pojave i nastanka novih definicija i disciplina, među kojima se posebno ističu računarski podržana kartografija i GIS. Računarski podržana kartografija u svojoj već odmakloj fazi razvoja dobija naziv digitalna kartografija i upotrebljava se dvoznačno: kao moderna tehnologija procesiranja podataka o prostoru i kao nova disciplina. Glavni princip na kome je zasnovana digitalna kartografija kao disciplina jeste obrada i vizualizacija podataka o prostoru, ali računarski podržanom tehnologijom. Međutim, i GIS se tretira kao posebna naučna disciplina, ali i kao nova tehnologija. On predstavlja računarski podržan sistem koji ima svoje komponente i mogućnosti u pogledu rada sa podacima o prostoru:

- ulaz (prikupljanje) podataka o prostoru, najčešće sa topografskih karata, iz tabela atributa, aerofoto-snimaka, satelitskih snimaka i drugog;
- predstavljanje podataka o prostoru (u vidu odgovarajućih struktura) i njihovo memorisanje u bazi podataka (u posebno organizovanim datotekama);
- upravljanje podacima u bazi, što obuhvata i njihovo unošenje, obradu i ažuriranje, te dobijanje podataka iz takve baze po želji, tj. na osnovu zadatog upita, u šta spada i provera valjanosti tih podataka;
- analiza podataka o prostoru na osnovu urađenih analitičkih modela, što određuje informaciju koju će generisati sistem i
- izlaz (prikazivanje) podataka o prostoru, u grafičkom, tabelarnom, tekstualnom ili nekom drugom obliku.

Nazivi prostorni informacijski sistemi, geoinformacioni ili geografski informacijski sistemi mogu poneki put izazvati izvesne terminološke nedoumice. Naziv prostorni informacijski sistemi usvojen je krajem osamdesetih godina prošlog veka, u vreme kada se u svetu za tu oblast još nije iskristalisao odgovarajući termin. U međuvremenu, ta oblast dobila je univerzalno skraćeno ime – GIS, kao skraćenica od pojma geoinformacioni sistemi ili od pojma geografski informacijski sistemi. Međutim, pošto je reč o informacionim sistemima koji se bave prikupljanjem, obradom, analizom i prikazivanjem podataka o prostoru, njihovu suštinu u našem jeziku najvernije odražava termin prostorni informacijski sistemi. U svetu se koristi termin geoinformacioni sistem, za čiju se upotrebu opravdanje nalazi u tome što odražava multidisciplinarnost takvih informacionih sistema, koja je usmerena prema geodisciplinama [2]. Kako se termini prostorni informacijski sistemi i geoinformacioni sistemi odnose na isti pojam, u okviru ovog rada oni su u ravnopravnoj upotrebi.

Neophodne su dve napomene u vezi s opisanim definicijama GIS. Prvo, činjenica je da i mnogi drugi informacijski sistemi imaju slične mogućnosti kao i GIS u pogledu operacija na podacima. Drugo, i neki drugi informacijski sistemi obrađuju podatke o prostoru, ali nisu GIS (npr., kartografski sistemi memorišu karte u računaru i prikazuju ih na ekranu). Ono što razlikuje GIS od svih drugih sistema jeste upravo mogućnost integracije i analize topografskih podataka (preklapanje i pretraživanje podataka ispod, iznad i na samoj površi Zemlje).

Primena gis sa više aspekata

Topografske karte postoje već mnogo godina u sličnom ili manje-više istom tradicionalnom obliku. Kao takve, one imaju mnoge nedostatke. Prvo, predstavljaju zamrznuto stanje podataka i zbog toga su nepogodne i skupe za održavanje. Istovremeno je, na primer, prilikom korišćenja takvih topografskih karata, koje su statični oblici podataka, gotovo nemoguće preći iz jedne kartografske projekcije u drugu. Treće, topografske karte postoje kao odvojeni listovi, što otežava njihovu upotrebu, naročito na uglovima, gde se međusobno spajaju. Na kraju, topografske karte predstavljaju uopštene kartografske slike, koje otežavaju prosto pregledanje i jednostavnu obradu. Tu se nalaze mnogi skriveni odnosi i zakonitosti koji imaju najveću važnost za korisnike. Traženje takvih međuodnosa i zavisnosti prvorazredni je zadatak i stoga je potrebno da se postupci vezani za analizu i rad sa podacima o prostoru obavljaju na jedan kvalitetan i delotvoran način, ali i pomoću novih tehnologija.

Formiranjem osnovne baze podataka o prostoru primenom GIS tehnologije, otvara se širok spektar mogućnosti dinamičkog izbora sadržaja, koji će biti prikazan na ekranu ili u obliku crteža na papiru [3]. Takođe, u GIS okruženju moguće je koristiti funkciju zumiranja pri prikazu na ekra-

nu. Time se obezbeđuje bolja preglednost detalja, naravno isti sadržaj može se prikazati u papirnom obliku, sa izabranim stepenom uvećanja prikaza. Na taj način dobija se papirno izdanje generisanog prikaza na ekranu, ali sa proizvoljno izabranim tematskim sadržajem i razmerom, kao i simbolikom.

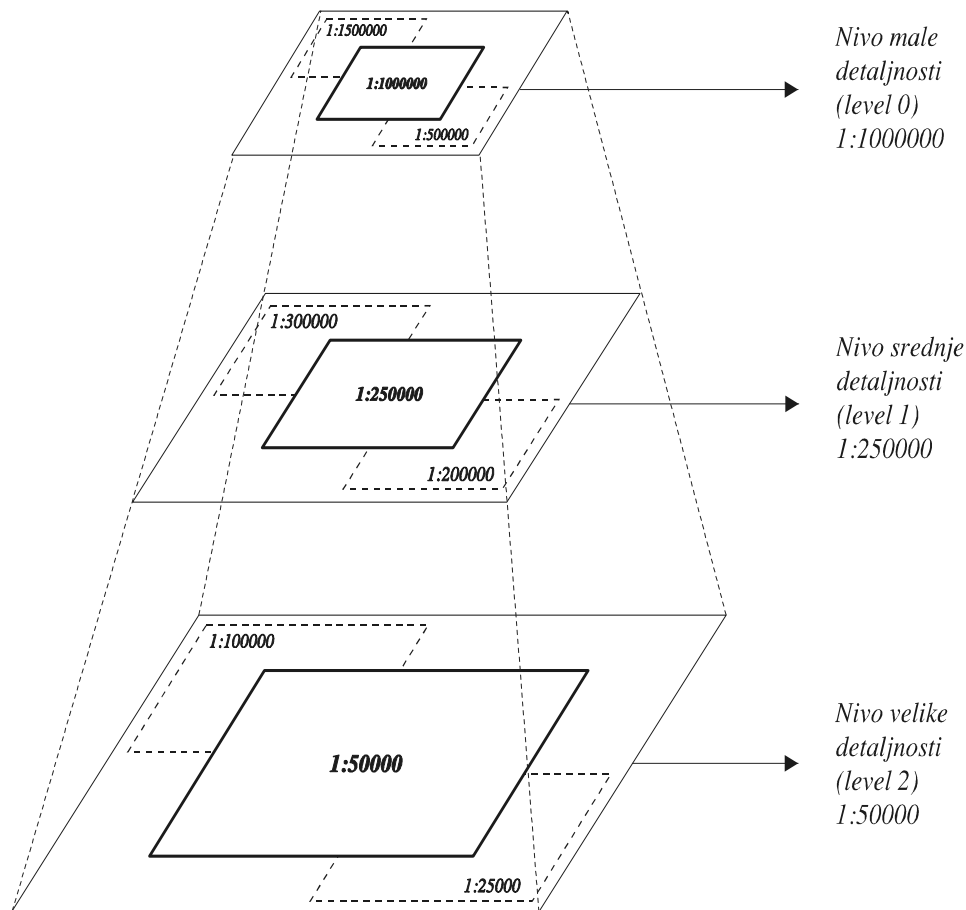
Pri formiranju osnovne baze podataka o prostoru, nastojalo se da ona obuhvati sve podatke o prostoru koji su relevantni sa stanovišta nje-ne namene i gustine prikaza. Istovremeno, ona dozvoljava fokusiranje samo na podatke čija je važnost na prvom mestu u toku analize i prikazivanja. Vidovi multidisciplinarnosti promovišu topografsku bazu podataka kao značajan deo opšte infrastrukture podataka o prostoru. Podaci mogu biti u obliku karata, tabela ili slika (grafova ili grafikona), a prikazani na ekranu računara ili iscrtani na štampačima i ploterima ili preneti na određene računarske medije.

Primena sa aspekta multirazmernosti

Po teoriji „Organizacije podataka i informacija o prostoru“ postoje različiti informacioni nivoi, koji se međusobno razlikuju po količini i sadržaju podataka potrebnih za razne nivoe razmatranja, upravljanja i donošenja odluka. Pri tom je zastupljena tzv. informaciona piramida, ili nivoi skupova podataka, u standardnom slučaju (slika 1) [4].

Jedan od osnovnih zadataka koji se pri tom javlja jeste izbor osnovne razmere, odnosno rezolucije prikaza za koju se podaci prikupljaju. Za razliku od razmere kao matematičkog pojma, ovde se pod pojmom rezolucije podrazumeva gustina – detaljnost podataka. Idealno bi bilo raspolagati skupom podataka o prostoru u rezoluciji 1:1, iz koga bi se generalizacijom izvodili podaci za sve željene razmere, odnosno za sve niže rezolucije. Kako to nije moguće, taj problem se u praksi rešava izborom jedne razmere kao bazične, na osnovu koje se postupcima kartografske generalizacije izvode druge razmere. U kartografiji to je razmera 1:25000, na osnovu koje se kreira topografska karta (TK).

Sužavanje „informacione piramide“ naviše označava da od jednog do drugog informacionog nivoa dolazi do sažimanja podataka i to u saglasnosti sa potrebama tog nivoa. Sažimanje podataka je proces formiranja novih skupova, odnosno karakterističnih parametara, a ponekad i jednostavno sumiranje podataka. Podaci teku od osnove ka višim nivoima, menjajući se pri tom po zakonima kartografske generalizacije gde se selektuju, tj. redukuju podaci, zatim sažimaju količinske i kvalitativne karakteristike ili se pretvaraju u pojmove višeg reda. U zavisnosti od informacionih potreba, trebalo bi koristiti i različiti nivo detaljnosti podataka. Ako je taj nivo viši, podaci treba da budu sažetiji, njihova agregacija veća, a razmera sitnija.

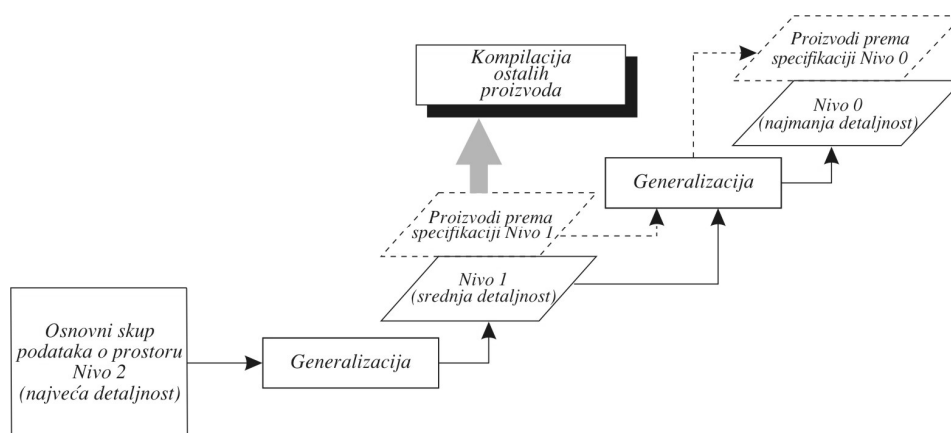


Slika 1 – Standardni nivoi topografskih podataka

Tako se dolazi do jednog od centralnih pitanja, a to je pitanje multi-razmernosti, odnosno modela i organizacije geoprostornih podataka za kreiranje i izvođenje novih skupova u različitim razmerama. Za praksu je ovo pitanje izuzetno značajno, jer se tu govori o formiranju novih skupova podataka na osnovu kojih bi se vršile raznovrsne analize i donosile važne odluke, naročito sa državnog stanovišta. Takođe, iz tog skupa bi se izvodili mnogi drugi skupovi podataka o prostoru.

Količina podataka na klasičnim geografskim kartama prvenstveno je zavisila od izabrane razmere. U načelu, to isto važi i za digitalne karte, s tim što one mogu imati fleksibilniju razmeru do određenih granica, mogu se relativno povećavati i smanjivati (*zooming*). U tom smislu, kartografi mogu pri kreiranju novih karata primeniti tri osnovne vrste zumiranja. Prvo, pri statičkom kontinuiranom zumiranju slika se linearno povećava, ali

sadržaj ostaje isti. Drugo, pri statičkom diskretizovanom (postepenom) zumiranju na raspolaganju je serija karata istog područja, svaka oblikovana za različitu razmeru. Pri zumiranju softver automatski bira najprikladniju kartu za traženu razmeru. I treće, u dinamičkom zumiranju postoji usklađena veza između razmere i sadržaja karte. Što je razmera krupnija, prikazuje se više detalja (slika 2) [1]. Dakle, u svemu tome potrebna je kvalitativno nova veza između prikaza (*output*) i željene gustine podataka, odnosno veći stepen kreativnosti u radu.



Slika 2 – Šema izvođenja novih skupova topografskih podataka

Kada je reč o otvorenosti i razmeni geoprostornih podataka za osnovnu razmeru, može se reći da kako se budu razvijale informacione tehnologije, tako će se razvijati i načini na koje se oni mogu isporučivati i upotrebljavati. Uzajamno dopunjavanje GIS i WWW (World Wide Web), izmieniće u potpunosti klasičnu isporuku podataka o prostoru. Razne topografske i tematske karte tada se mogu kreirati i dobijati iz jedinstvenih baza podataka. Takođe, mogu se u istom trenutku distribuirati i prenositi do korisnika. Vrednost podataka o prostoru (kao i svaki digitalni oblik podataka) i mogućnosti aplikacija za GIS u rešavanju svakodnevnih problema biće proporcionalni njihovom pristupu.

Primena sa aspekta multitematike

Na osnovu dosada iznetog, stiče se uvid u savremene mogućnosti modelovanja i organizacije podataka o prostoru. Osnovni cilj izgradnje infrastrukture podataka o prostoru jeste stvaranje standardne GIS platforme koja može poslužiti za razvoj i formiranje različitih informacionih siste-

ma o prostoru na nacionalnom, regionalnom ili nekom drugom nivou. Rešenja primenjena u radu ukazuju na jedan nov i pragmatični pristup upotrebi podataka o prostoru, u koji su uključeni širi aspekti.

Jedan od najčešćih načina prikaza Zemljine površi su geografske karte ili mape. Izrazi „geografska karta“ ili „geografska mapa“ upotrebljavaju se u današnjem smislu tih reči odavno i odnose se na istovetan oblik predstavljanja objektivne stvarnosti. S tim što Anglosaksonci i još neki koriste reč mapa za sve geografske karte, osim pomorskih i vazduhoplovnih, za koje imaju poseban izraz „chart“.

Geografske karte u zavisnosti od sadržaja mogu biti topografske i tematske. Topografske karte iscrpno i geografski konkretno prikazuju pojave i objekte na površi Zemlje. One omogućuju dobijanje potpune i verne slike mesnih prilika. Bitno za te karte jeste to što su na njima prikazani geografski elementi sa jednakom važnošću, bez posebnog isticanja ma koga od njih, za razliku od tematskih, gde su geografski elementi najčešće redukovani i služe uglavnom za opštu orijentaciju, tj. za geografsko određivanje i smeštaj tematskog sadržaja.

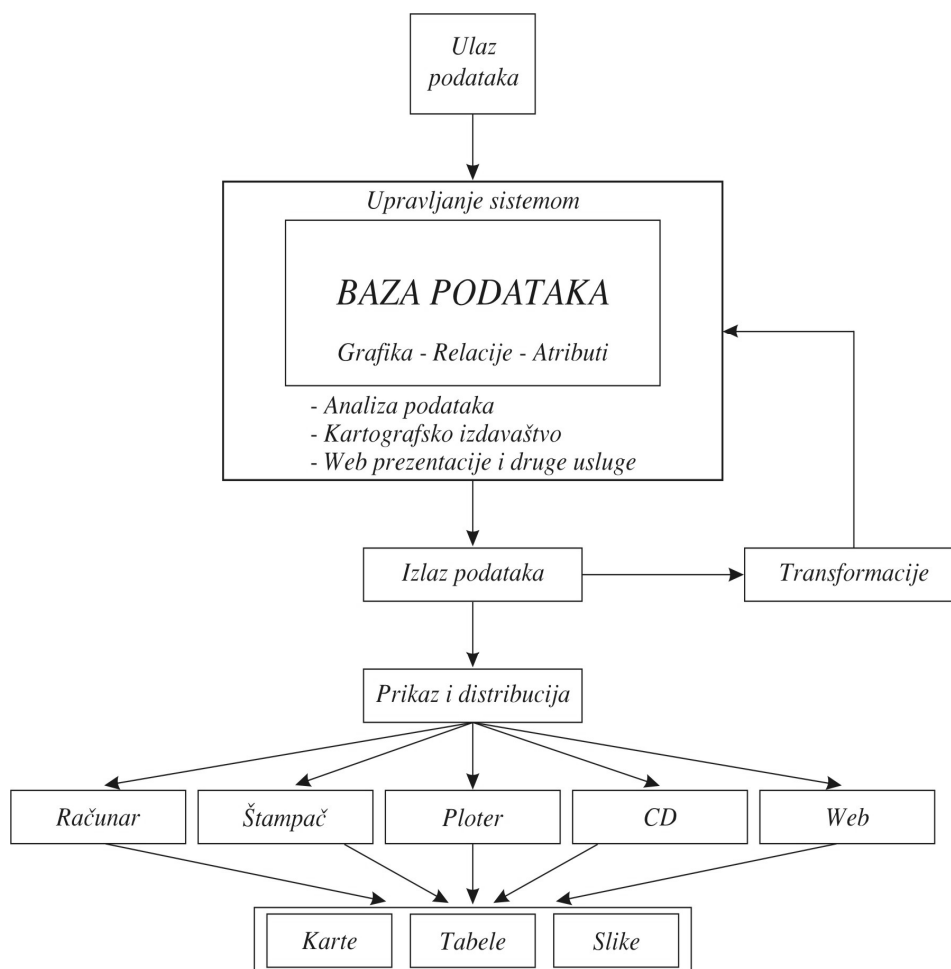
Mogućnosti višenamenske primene GIS su:

- analiza okruženja (analiza područja poplava);
- upravljanje zemljištem (poljoprivreda, šumarstvo, vodoprivreda);
- razvoj zemljišta (komercijalni i/ili poslovni);
- analiza maršruta (transport);
- praćenje kretanja maloprodaje i/ili veleprodaje;
- distribucione mreže (lokacije prodavnica i/ili skladišta, širenje i/ili razvoj poslovne strategije);
- planiranje marketinga i medija (lokacije i/ili teritorije rasprodaja, prospekti rasprodaja, analiza tržišta prema korisnicima, konkurenciji i gustini prodajnih mesta, analiza tržišta i direktni odgovori na poštu, područja TV i/ili radio-reklama i promotivne kampanje proizvoda i/ili firmi);
- finansije/osiguranje (sa stanovišta korisnika, investitora i područja niskog/visokog rizika);
- zdravstvo (opšte zdravstvo, pojava epidemije i njeno prostiranje) i
- neproizvodne aktivnosti (turizam, arheologija, zaštita životne sredine).

Topografski podaci u krupnoj razmeri mogu se koristiti u nauci, privredi, ekologiji, administrativno-upravnim, te u mnogim drugim oblastima života. Najznačajnija primena svakako je u izradi i projektovanju informacionih sistema o prostoru sa vojnom tematikom i namenom. To su, pre svega, oblasti planiranja, upravljanja i kontrole borbenih dejstava, za svestranu i detaljnu analizu prostora sa stanovišta orografske i hidrografske situacije, pokrivenosti tla, komunikativnosti, opšte prohodnosti, strukture naseljenosti, ekonomskih i materijalnih uslova boravka i preživljavanja.

Primena sa aspekta multiprikaza

Formirana baza podataka o prostoru tj. GIS trebalo bi da omogući korisniku više grafičkih, opisnih i drugih važnih informacija, odnosno digitalni ili tradicionalni prikaz u vidu određenog izlaza (*output*). Kao rezultat grafičkog izveštaja dobijaju se topografske i tematske karte, čije legende softver može automatski da generiše. Različitim nijansama boja, debljinama i tipovima linija može da se dizajnira željeni sadržaj. Pored toga, mogu se dobiti razni dijagrami, slike ili crteži. Kod opisnih izveštaja daju se više kvantitativni i kvalitativni podaci. Na slici 3 prikazana je mogućnost korišćenja podataka iz centralizovane baze podataka.



Slika 3 – Korišćenje i upravljanje topografskim podacima

Pored povezivanja atributa, pridruženih istim objektima, često se javlja potreba za preklapanjem raznih objekata i analizom podataka dobijenih njihovim udruživanjem. To je prostorno povezivanje. U slučaju prostornog povezivanja preklapaju se slojevi, tj. teme, pri čemu kao izlaz dobijamo tabelu koja sadrži attribute iz obe teme zajedno. Dakle, izborom pojedinih elemenata grafičkog sadržaja (objekata), trebalo bi da se dobiju opisni podaci (atributi) koji se odnose na objekat. I obrnuto, pri pregledu atributa u bazi koji su vezani za određeni objekat trebalo bi da postoji mogućnost prikaza lokacije objekta u digitalnoj grafici.

Jedan od načina korišćenja GIS podrazumeva i kartografsko izdavaštvo, odnosno dobijanje reproduksijskih originala i štampanje listova geografskih karata, kao što je to i do sada, u tradicionalnom obliku. Naredni, ali moderniji način zasniva se na tehnologiji GIS, gde se prethodno rade analize i na kraju se mogu dobijati proizvodi koji su ili veoma slični tradicionalnim kartografskim prikazima ili predstavljaju njihovu supstituciju.

Primena sa aspekta prilagođavanja standardnim softverskim platformama

Početkom devedesetih godina prošlog veka u VGI je nabavljena oprema za izradu karata primenom novih tehnologija. Radilo se o jednoj potpuno novoj i savremenoj koncepciji izrade karata.

Ceo sistem zasnivao se na, za to vreme u svetu, izuzetno respektabilnim hardversko-softverskim resursima. Hardverski resursi (*Intergraph* i *SUN* oprema), namenjeni delom za procese digitalne kartografije i GIS, bili su:

- centralni server (*Server SUN 4/390*),
- niz kartografskih radnih stanica (radne stanice *SUN* i *InterPro*),
- digitajzer visoke preciznosti,
- uređaj za skeniranje i fotoplotiranje (*Skener/fotoploter Optronics 5040*),
- elektrostatički ploter (*Versatec 3436*) i
- lokalna mreža VGI.

Prethodno navedeni hardver bio je opremljen odgovarajućim softverskim paketima, i to:

- operativni sistemi za radne stanice (*UNIX System* za *Intergraph* radne stanice i *Solaris*, za *SUN* radne stanice),
- *SRIF* – za skeniranje,
- *I/RAS32* – za rad sa rasterskim podacima,
- *I/VEC* – za vektorizaciju,
- *MicroStation 32* – za obradu grafičkih podataka,
- *MicroStation GIS Environment* – standardna biblioteka programa namenjena za optimizaciju razvoja tehničkih i aplikativnih programa,
- *Map Publisher* – priprema za štampu,

- *DP/Publisher* – za profesionalno izdavaštvo,
- *INGRES, Informix, Oracle 6.0* – baze podataka i
- *TCP/IP* – mrežni protokol.

Prvi konkretan projekat urađen primenom novih tehnologija bila je izrada Međunarodne karte sveta u razmeri 1:1000000 (MKS1000). To je prva digitalna karta izrađena na ovim prostorima primenom GIS tehnologije. Međutim, zbog poznatih dešavanja na prostorima bivše zajedničke države – SFRJ (ovde se pre svega misli na sankcije međunarodne zajednice), nije bilo moguće redovno servisirati opremu [2].

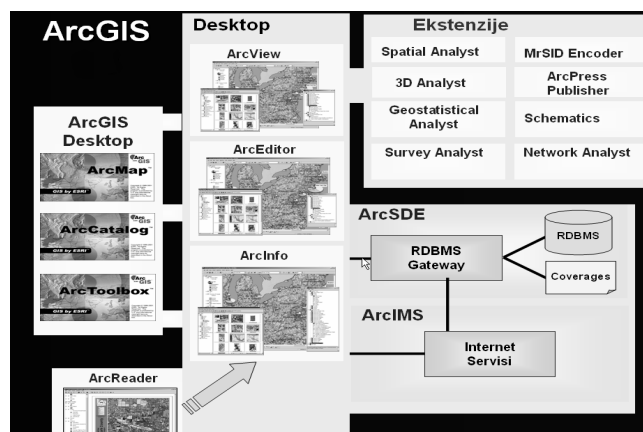
U reformskim vremenima društva, koje karakterišu i krupne promene u naučnotehnološkoj sferi, bilo je neophodno odabrati novu, najcelishodniju softversku platformu, sa pratećim hardverskim komponentama (PC platforma, novo mrežno okruženje). Takođe, trebalo je proučiti i primeniti svetske standarde i sve to uskladiti sa organizacijom tehnoloških celina i procesa u okviru razvoja geodetske službe, a posebno VGI, kao njenog naučnoproizvodnog dela.

Posle detaljnih analiza (analiza strane i domaće literature i korišćenja demo verzija raznovrsnih GIS softvera), odabrana je softverska platforma američke firme ESRI, ArcGIS (do tada je korišćena verzija ArcView3.3).

Navedena softverska platforma nabavljena je tokom 2002. godine za potrebe VGI i za potrebe sistema odbrane (MO i VS). Softversko rešenje firme ESRI predstavlja potpuno novi pristup u procesu kreiranja geoprostornih podataka, ali je u potpunosti kompatibilna sa prethodno izabranim rešenjima. Kompletan ArcGIS (mrežna organizacija, tip klijent-server) okruženje sastoji se iz:

- ArcMap, deo za vizualizaciju podataka,
- ArcCatalog, deo za organizaciju podataka i
- ArcToolbox, deo za obradu podataka.

Celokupna arhitektura ArcGIS proizvoda prikazana je na slici 4.



Slika 4 – Arhitektura ArcGIS

Izbor navedene softverske platforme i intencija države Srbije ka Evroatlantskim integracijama pokazali su se kao optimalno rešenje, kako sa aspekta primene svetskih standarda, tako i neophodne interoperabilnosti sa nosiocima geotopografskog obezbeđenja u vojnoj i u civilnoj oblasti. U prilog tome značajna je i informacija u vezi sa primenom ESRI ArcGIS tehnoloških rešenja u okviru NATO-a.

Tokom 2007. godine NATO je preduzeo sveobuhvatnu inicijativu ka objedinjavanju svojih osnovnih geografskih servisa (*core geographic services*) kako bi obezbedio jedinstvenu platformu za korišćenje i razmenu geografskih informacija za sve jedinice uključene u operacije NATO-a. Platforma je birana je na osnovu najstrožih tehničkih kriterijuma. U ovoj proceduri izabrano je rešenje konzorcijuma ESRI i SEN (*Siemens Enterprise Communications*). Ovo zapravo znači da je ESRI ArcGIS tehnologija, iako je i pre bila standard u NATO-a, od tog trenutka i formalno prihvaćena kao jedini standard za pripremu i serviranje geografskih podataka.

Nova tehnologija i pristup inicirali su i adekvatnu organizaciju i model podataka. Osnovne faze rada, sa pratećim međufaza, bile su:

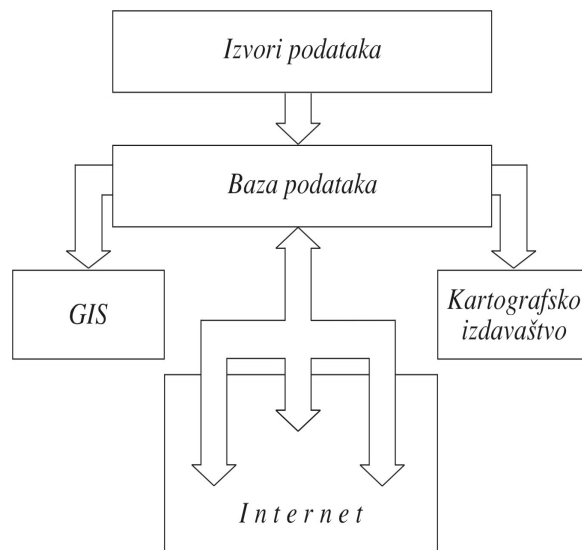
- izradu modela i organizacije podataka;
- generisanje digitalnog kartografskog ključa (DKK) i
- kreiranje projekata (*.mxd) i baze podataka (*.mdb) za svaki list.

Proces realizacije navedenih faza rada i celokupna koncepcija klijent-server arhitekture koje se razvija u VGI, biće posebno elaboriran.

Primena sa aspekta višekorisničkog pristupa podacima

Internet i Intranet su tehnologije koje su se pojavile nedavno, ali već imaju duboke korene i sve češće se koriste kao tehnologije kojima se ostvaruje sve veći broj distribuiranih informacionih sistema. Mnoge pogodnosti informacionih tehnologija razvijene zemlje sveta iskoristile su i na polju promovisanja i dostupnosti digitalnih podataka o prostoru na teritoriji svoje zemlje. Otud se nameće potreba da se za distribuiran rad sa prostornim podacima koriste upravo te tehnologije. Na slici 5 prikazana je koncepcija i namena baze topografskih podataka.

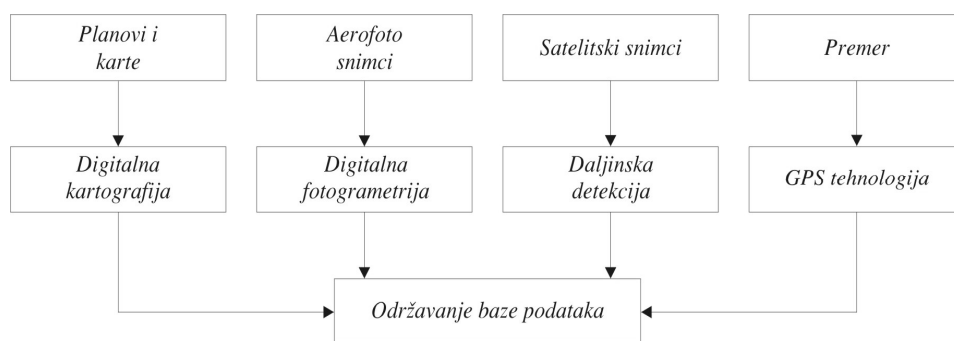
Navedena dva načina ujedno su poseban kvalitet koji proizlazi iz tehnologije načina rada. Predstavljaju preduslove za uspešno korišćenje podataka o prostoru u digitalnom obliku, kao osnove za razvoj krupnorazmernog GIS. Kako je problem distribucije podataka o prostoru u digitalnom obliku relativno nova oblast u radu, potrebni su i novi propisi (uputstva) kojima bi se bliže uredili distribucija podataka kroz računarsku mrežu i distribucija podataka na određenim medijima.



Slika 5 – Konceptija i namena baze topografskih podataka

Održavanje podataka u GIS

Fotogrametrija i daljinska detekcija ostaju primarne tehnologije za prikupljanje i održavanje podataka o prostoru, gde bi se koristili aerofoto snimci, multisenzorski, multispektralni i multitemporalni snimci. Treba uključiti i podatke sa ostalih geodetsko-kartografskih materijala, kao i primena GPS premera kao efikasne tehnologije za prikupljanje izvornih podataka (slika 6). U suštini, rezultati ovih sistema su podaci o prostoru, koji su na raspolaganju neposredno posle njihovog prikupljanja ili kraće obrade [5], [6], [7].



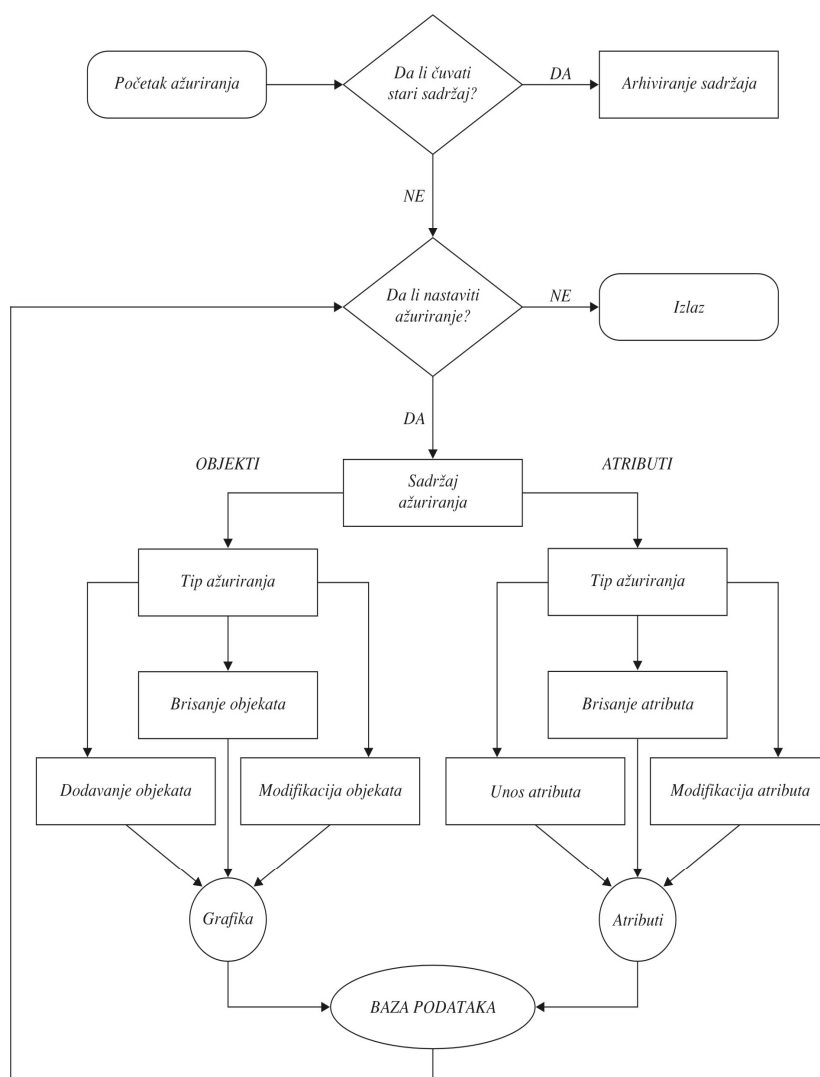
Slika 6 – Šema održavanja i dopune sadržaja

U vezi sa obimom i načinom rada, trebalo bi razlikovati vidove održavanja podataka o prostoru za osnovnu razmeru, koje se odnose na:

- ukupni sadržaj i
- određene elemente sadržaja.

U odnosu na razdoblje u koje se održavanje sadašnjih podataka o prostoru sprovodi, takođe, treba razlikovati:

- neprekidno, koje podrazumeva stalno ažuriranje sadržaja i
- periodično (ciklično), koje se sprovodi u određenim razdobljima.



Slika 7 – Postupak održavanja topografskih podataka

Održavanje topografskih podataka predstavlja postupak ažuriranja zastarelog sadržaja i unošenje novih geoprostornih podataka, odnosno eliminaciju i ispravljanje onih detalja koji nisu u skladu sa realnim stanjem na terenu. Na slici 7, prikazan je mogući postupak održavanja i ažuriranja geoprostornih podataka.

Zaključak

Pri uspostavljanju jedinstvenog GIS treba primeniti načelo prema kojem podaci koji se jednom prikupljaju u jednoj državnoj instituciji mogu biti višestruko upotrebljeni, u mnogim drugim institucijama (vojnim, administrativnim, privrednim, naučnim, kulturnim i dr.). Ovo se načelo ne odnosi samo na racionalizaciju, već i na jedinstvenost i kvalitet proučavanja zajedničkog geoprostora. Pri tom, treba imati u vidu da je vojna organizacija specifičan sistem sa aspekta bezbednosti, efikasnosti i ekonomičnosti.

Razvoj infrastrukture topografskih podataka zajedno sa svešću da treba napustiti dosadašnji koncept produkcije raznih vrsta kartografskih proizvoda, treba da doprinese racionalizaciji i većoj delotvornosti pri upotrebi i održavanju topografskih podataka. Uбудuće bi trebalo voditi računa samo o kreiranju i održavanju jedinstvene baze topografskih podataka. Formiranje jedinstvene baze topografskih podataka i GIS kao tehnologija za analizu i prikaz fenomena prirodnog i društvenog karaktera, pružaju:

- fleksibilniju osnovu za korišćenje podataka o prostoru (razmera, koordinatni sistem, kartografska projekcija, tematika);
- standardizaciju prostornih podataka kako sa aspekta softverskih platformi i formata, tako i interoperabilnosti u multilateralnim i nacionalnim okvirima;
- kvalitetniju upotrebu podataka o prostoru koja je umnogome olakšana (brži transfer podataka, raznovrsnost upotrebe, racionalnost distribucije i čuvanja, bezbednost) i
- efikasnije ažuriranje podataka o prostoru koje bi se obavljalo na jednom mestu, a sam model podataka dozvoljava brisanje, dodavanje ili modifikaciju sadržaja u različitim zapisima i formatima.

Na kraju, treba istaći da GIS nije restauracija kartografije, već jedan nov i racionalan pristup čuvanju i upotrebi podataka. Predloženi način i organizacija topografskih podataka za izvornu razmeru, potvrđuje da će sve biti uspešnije i praktičnije ako su svi podaci na jednom mestu i ako su dati na jedinstven način, nego kreiranje i održavanje partikularnih (diskretizovanih) skupova podataka o prostoru. U sadašnjim uslovima razvoja teško je predvideti kako će kartografski i, uopšte, procesi u GIS dalje teći, ali osnovno je to da topografski podaci imaju digitalnu formu čije je značenje univerzalno bez obzira na trenutni razvoj tehnike i tehnologije.

Literatura

- [1] Borisov, M., (2006): *Razvoj GIS*, monografija, Zadužbina Andrejević, Beograd.
- [2] Borisov, M., Banković, R. (2009): *Prva digitalna geografska karta u Srbiji – pre i sada*, zbornik radova VGI, Beograd.
- [3] Hiroshi, M., (2008): New Legislation on NSDI in Japan-Basic Act on the Advancement of Utilizing Geospatial Information, Bulletin of the Geographical Survey Institute, Vol. 55, Japan, pp. 1–10.
- [4] http://www.cartographic.com/topographic_maps.asp
- [5] <http://www.ordsvy.gov.uk>
- [6] Borisov, M., Digitalna topografska karta 1:250 000 – prema NATO standardima, *Vojnotehnički glasnik*, vol. 55, broj 4, pp. 475–478, ISSN 0042–8469, UDC 623+355/359, Beograd, 2007.
- [7] Regodić, M., Korišćenje satelitskih snimaka za vođenje radne karte, *Vojnotehnički glasnik*, vol. 58, broj 1, pp. 62–82, ISSN 0042–8469, UDC 623+355/359, Beograd, 2010.

APPLICATION OF GIS FROM THE MULTIFUNCTIONALITY ASPECT

Summary:

Application of computer technology in the Earth science has led to the creation and development of new scientific disciplines, particularly digital cartography and GIS. This paper describes the application of GIS from several points of view such as: multi-scale, multi-thematic, multi-viewing, accommodation to standard software platforms and multi-user data accesses.

Introduction

The premise of a successful usage of topographic data nowadays implies their disposal in a digital form and organisation in a modern way, suitable for further computer processing. It is a unanimous opinion that it can be successfully completed only through creating data basis of space developing GIS. The theme of the written work is the development and application of GIS, and management of topographic data in accordance with international standards and users' needs.

Moving to digital technology of creating and using topographic data should not be literal translation of the analogue map into a digital picture or just the automation of the map making using digital technology. The new method implies the formation of the central topographic data base which would generate displays of arbitrary scales, desired volumes of content, changeable sheet dimensions, various thematic displays, altogether in accordance with users' demands and needs.

Digital cartography and GIS

The development and application of computers in the area of earth sciences caused the creation of new definitions and disciplines among which are noticeable computer supported cartography and GIS. The computer

supported cartography was in its later phase called digital cartography and it can be used in two ways: like modern technology of data processing about space and like a new discipline. The main principle on which digital cartography as a discipline is based represents the processing and visualisation of data about space but with computer supported technology.

Application of GIS from various aspects

Topographic maps have existed for many years in more or less similar or the same traditional form. By creating the basic data base about space through the application of GIS technology, a wide range of possibilities for dynamic selection of content appears. This content will further be shown on the screen or as a drawing on a piece of paper. The aspects of multidisciplinary promote topographic data base as a significant part of general spatial data infrastructure.

Application from the multiscale aspect

There are different information levels which differ among themselves in quantity and content of data necessary for various levels of observation management and decision making. One of the principal tasks which emerges is a choice of the basic scale and resolution of the display for which the data are gathered. In cartography, that is a scale of 1:25,000, based on which the topographic map (TM) is created. Mutual complement of GIS and WWW will completely change the classic delivery of spatial data. Various topographic and thematic maps will be created and obtained from the unique data base.

Application from the multithematic aspect

The main objective of the formation of spatial data infrastructure is the creation of the standard GIS platform but also the possibility of multi purpose application of GIS for environment (farming, forestry, waterpower engineering) land development (commercial and business), itinerary analysis, tracing of retail and wholesale routes distributional nets (shops and warehouse locations) media and marketing planning (locations, sales territory, sales prospects, market analysis according to users), finances – insurance (from the users aspect, investors and areas of low/high risk), healthcare (general healthcare, appearance of epidemic and its spreading) and non-productive activities (tourism, archaeology, environment protection).

Application from the aspect of multidisplay

Once formed, the spatial data base, or GIS, should offer to the user a lot of graphic, descriptive and other important information which is, in fact, a digital or traditional display in a form of a determined output. One of the ways of using GIS implies cartographic publishing (getting the reproductive originals and printing geographic map sheets) in a traditional form.

Application from the aspect of adjustment to standard software platforms

In the groundbreaking period of civilisation with radical changes in a scientific – technological sphere, it was necessary to select a new, most suitable software platform with attaching hardware components. After thorough analyses (analyses of foreign and national literature and the usage of demo versions of various GIS software), the American company ESRI software platform was selected.

Application from the aspect of multiusers data access

Internet and Intranet are deeply rooted technologies and have been increasingly used as technologies to accomplish the growing number of distributed informational systems. Therefore, the above-mentioned technologies are needed for distributed work with spatial data.

Maintenance of GIS data

The maintenance of the topographic data denotes a process of updating old-fashioned content and entering new geospatial data as well as the elimination and the correction of details which are not in accordance with the real state on the field. In connection with the volume and the method of work, difference should be made between the spatial data maintenance aspects for the basic scale, which refer to the entire content and specific elements of the content. Regarding periods in which the present space data maintenance is done, there are continuous and periodical ones.

Conclusion

When establishing the unique GIS, we ought to apply a principle according to which all the data once gathered in one State institution can be used variedly as well as in many other institutions (military, administrative, economic, scientific, cultural, etc.). This principle does not apply only to the rationalisation but also to uniqueness and quality of the research of common geospace. In the present state of the development, it is hard to predict the trends of cartographic and generally speaking GIS processes, but the most important is that topographic data have digital form the meaning of which is universal, regardless of the current development of technique and technology.

Key words: *GIS, Multifunctional, Multiscale, Multithematic, Multidisplay.*

Datum prijema članka: 06. 07. 2009.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa: 22. 03. 2010.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje: 24. 03. 2010.

DESETI MEĐUNARODNI SIMPOZIJUM „PREVENCIJA SAOBRAĆAJNIH NEZGODA 2010“

Gošić M. *Aleksandar*, Ministarstvo odbrane Republike Srbije, Sektor za materijalne resurse, Uprava za opštu logistiku, Odsek za transport i transportna sredstva, Beograd

U organizaciji Fakulteta tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu, 21. i 22. oktobra 2010, održan je Deseti međunarodni simpozijum „Prevenција saobraćajnih nezgoda 2010“.

Ovaj simpozijum, koji se održava svake druge godine, predstavlja jedini međunarodni naučni skup u oblasti bezbednosti saobraćaja u R. Srbiji. Na njemu učestvuju saobraćajni inženjeri, ali i pravnici, ekonomisti, lekari i ostali, čija je delatnost vezana za oblast bezbednosti saobraćaja.

Pripadnici Ministarstva odbrane i Vojske Srbije sa svojim radovima tradicionalno učestvuju na ovom simpozijumu, i to nikad manje od 10% ukupnog broja radova. Objavljeno je ukupno 60 radova, od kojih su sedam pripremili pripadnici MO i VS, a tri rada penzionisani pripadnici MO i VS.

Uvodnu reč održao je predsednik programskog odbora prof. dr Milan Vujanić, dipl. inž. sa Saobraćajnog fakulteta Univerziteta u Beogradu. U ime Ministarstva odbrane naučni skup pozdravio je šef Odseka za transport i transportna sredstva Uprave za opštu logistiku SMR MO pukovnik docent dr Željko Ranković, dipl. inž., i istakao značajan dvosmerni uticaj bezbednosti vojnog putnog saobraćaja na sistem bezbednosti saobraćaja u društvu kao i tradicionalno učešće pripadnika MO i VS na ovom simpozijumu.

Simpozijum je bio usmeren na sledeće oblasti u bezbednosti saobraćaja na putevima:

- analizu i vrednovanje aktuelnih problema, trendova, etiologije i fenomenologije saobraćajnih nezgoda, iskustva, razvojna istraživanja i unapređenja u oblasti bezbednosti saobraćaja,
- strategije o bezbednosti saobraćaja i prevenciju saobraćajnih nezgoda i
- razmenu iskustava i najbolje prakse između razvijenih zemalja i zemalja u tranziciji.

Osnovne tematske celine (sekcije) Simpozijuma bile su:

1. Organizacija i upravljanje bezbednošću saobraćaja;
2. Strateška dokumenta u bezbednosti saobraćaja;
3. Mere bezbednosti saobraćaja;
4. Modeli i alati bezbednosti saobraćaja;
5. Faktori bezbednosti saobraćaja: čovek, vozilo, put i okruženje.

U Sekciji 1. zapažen je rad „Sistem bezbednosti saobraćaja u Ministarstvu odbrane“, koji su pripremili pukovnik docent dr Željko Ranković, dipl. inž., i kapetan Aleksandar Gošić, dipl. inž. iz Odseka za transport i transportna sredstva Uprave za opštu logistiku SMR MO, i potpukovnik sc Saša Trifunović, dipl. inž. iz Uprave vojne policije GŠ VS. U radu su prikazani elementi sistema bezbednosti vojnog putnog saobraćaja i stanje bezbednosti putnog saobraćaja u MO i VS u petogodišnjem periodu 2005. do 2009. godine, sa akcentom na trend posledica saobraćajnih nezgoda u kojima su učestvovala vojna vozila.

U Sekciji 2. predstavljen je rad „Modeliranje mapiranja saobraćajnih rizika u procesu upravljanja rizicima“, autora kapetana sc Milutina Dumića, dipl. inž., i kapetana mr Aleksandra Bulajića. Rad govori o značaju primene studije slučaja u procesu razvoja novih modela za kontrolu i praćenje hazarda u saobraćaju i transportu, kao i tehnikama za identifikovanje rizika i uticaj na razvijanje budućih modela.

U Sekciji 3. prikazani su radovi usmereni na mere bezbednosti saobraćaja, od kojih je najznačajniji rad „Odabir pokazatelja za ocenu rizika, odnosno nivoa bezbednosti saobraćaja – svetska iskustva“ tima autora sa Saobraćajnog fakulteta Univerziteta u Beogradu, Kriminalističko-policijske akademije i Ministarstva unutrašnjih poslova. U njemu su predstavljena odabrana svetska istraživanja usmerena ka definisanju relevantnih pokazatelja bezbednosti saobraćaja kojim bi se mogao izraziti rizik u saobraćaju, a samim tim i predstaviti realno stanje bezbednosti saobraćaja.

U Sekciji 4. opisani su modeli i alati bezbednosti saobraćaja. Autori major Igor Milanović, dipl. inž., i pukovnik docent dr Željko Ranković, dipl. inž., predstavili su u radu „Teorijska obuka kandidata za vozače u Srbiji i iskustva iz drugih zemalja“ istraživanje o teorijskoj obuci u centrima za obuku vozača i rezultate istraživanja.

Pukovnik u penziji dr Radomir Gordić, dipl. inž., prikazao je, sa koautorom, u radu „Edukacija i unapređenje znanja vozača motornih vozila u skladu sa propisima EU“ metodologiju za određivanje jedinstvenih kriterijuma za praktičnu proveru vozača u skladu sa propisima EU.

U Sekciji 5. prikazani su radovi o faktorima bezbednosti saobraćaja. U ovoj sekciji bila su četiri rada pripadnika Ministarstva odbrane i Vojske Srbije.

U radu „Bezbednost vojnih pešaka u saobraćaju“ autora pukovnika docent dr Željka Rankovića, dipl. inž., i kapetana mr Aleksandra Bulajića sagledani su problemi bezbednosti vojnih pešaka, kao jednog od segme-

nata bezbednosti putnog saobraćaja u vojsci, posebno imajući u vidu da skoro svi pripadnici svakodnevno učestvuju u saobraćaju kao pešaci. Posebno je istaknuta analiza uzroka saobraćajnih nezgoda u kojima su učestvovali pešaci, kao i greške pešaka. Dat je i predlog mera za smanjenje i sprečavanje saobraćajnih nezgoda sa pešacima u vojnoj organizaciji. Kapetan mr A. Bulajić je koautor i rada u istoj oblasti: „Bezbednost pešaka u saobraćaju sa osvrtom na novi ZoBS“.

Posebne pohvale dobio je rad „Analiza uticaja vozila novije proizvodnje na bezbednost drumskog saobraćaja u Vojsci Srbije“, autora poručnika Saše Tešića, dipl. inž., kapetana mr Srđana Ljubojevića, dipl. inž., i poručnika Miloša Durkovića, dipl. inž., u kom je uočena i analizirana pojava povećanog učešća vojnih vozila novije proizvodnje u saobraćajnim nezgodama, pri čemu su definisane i mere za unapređenje stanja bezbednosti u vezi s tim.

Rad „Prevoz opasnih materija u Ministarstvu odbrane i Vojsci Srbije“, autora potpukovnika mr Aleksandra Cakića dipl. inž., kapetana Aleksandra Gošića, dipl. inž., i kapetana Željka Avramovića, dipl. inž., prikaz je sistema prevoza opasnih tereta u Ministarstvu odbrane i Vojsci Srbije, kao i iskustava stranih armija u prevozu opasnih tereta i usavršavanju subjekata u toj oblasti.

Radovi pukovnika u penziji, mr Vlatka Vukovića, dipl. inž., „Uticaj primene digitalnog tahografa na bezbednost saobraćaja“ i prof. dr Dragutina Jovanovića „Sistemska pristup procesu bezbednog transporta opasnog tereta“, sa koautorima, takođe su zapaženi u radu ove sekcije.

Na kraju naučnog skupa, programski odbor usvojio je predlog zaključaka sa simpozijuma, ističući učešće pripadnika Ministarstva odbrane na skupu, pri čemu je navedeno kako se u Ministarstvu odbrane ulažu znatni naponi na povećanju nivoa bezbednosti saobraćaja, što ima uticaja i na nivo bezbednosti saobraćaja u društvu.

Datum prijema članka: 01. 11. 2010.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje: 03. 11. 2010.

SAVREMENO NAORUŽANJE I VOJNA OPREMA

EDA ubrzava standardizaciju vojnih nabavki*

Danas vodeću ulogu u poslovima standardizacije nabavki za potrebe odbrane u EU preuzima *EDA* (Evropska odbrambena agencija; *European Defence Agency – EDA*). To se odnosi na naoružanje i vojnu opremu koji nisu klasifikovani nekim stepenom tajnosti, koji se proizvode u Evropi, koji mogu imati dvojnu namenu kad god je to moguće i, što je najvažnije, koji se mogu obznaniti brže nego do sada.

Napredak u toj oblasti je vrlo verovatan, jer *EDA* planira da u 2011. godini proširi mogućnosti svog internet portala radi stimulisanja prekograničnih konsultacija zainteresovanih strana o razvoju oblasti standardizacije nabavki za potrebe nacionalnih sistema odbrane, kao i da preuzme nadležnost za međunarodni priručnik za nabavke za potrebe odbrane, čiji razvoj je sponzorisao Evropski komitet za standardizaciju, poznatiji po svom francuskom akronimu – *CEN* (*Comité Européen de Normalisation – CEN*).

U sedištu *CEN*-a u Briselu, na zahtev *EDA*-ine grupe za standardizaciju, 15. septembra 2010. godine organizovana je radionica za standardizaciju u odbrambenoj industriji na kojoj je učestvovalo 50 vladinih i industrijskih eksperata za nabavke iz domena odbrane. Uvodničar na tom skupu, Kristijan Šlajpman, izjavio je da je „transparentnost u standardima nabavke put ka unapređenju tehnologije i smanjenju cena, uz dodatni efekat prelivanja u civilni sektor, jer neki odbrambeni projekti imaju veći potencijal upotrebe u civilnoj tehnologiji.“

Definisanje i ažuriranje standarda često je veoma spor i obeshrabrujući proces, naročito na međunarodnom nivou. Međutim, centralna grupa zemalja članica *EDA*-e – Francuska, Nemačka i Ujedinjeno Kraljevstvo žele da to promene. Te tri zemlje su zajednički ustanovile matricu najboljih primera nabavki za potrebe odbrane za koju se one i *EDA* nadaju da će poslužiti kao referentni model za ostale zemlje da ga slede. Od zainteresovanih strana u industriji i ministarstvima traženo je da, na zadatu temu, daju svoje standarde kojih se pridržavaju, a zatim je ocenjeno koji su primeri najbolji. U međuvremenu, *EDA* nastoji da ubrza elaboraciju standarda za potrebe odbrane, koju treba da urade svih njenih 26 država čla-

* Izvor: *Janes's International Defence Review*, volume 43, November 2010.

nica, a takođe nastoji da na organizovan način budu dostupni svi novi, kao i već postojeći standardi. Tako *EDA* planira da ponudi studiju ocene standarda u svim svojim zemljama članicama u domenu nabavki za sistem odbrane.

Osim toga, *EDA* je već nadogradila svoj internet portal novim modulom, pod nazivom Evropski informacioni sistem za standardizaciju odbrane (*European Defence Standardisation Information System – EDSIS*) na kojem nadležna tela članica EU, koja nameravaju da razvijaju ili modifikuju standarde za odbrambene materijale, mogu da nađu komentare zainteresovanih strana. Na primer, Nemačka je oglasila na *EDSIS* da želi da koriguje standarde nabavke koje se odnose na elektronske sisteme za vojna kopnena vozila, prikolice i platforme za topove. Pred toga, Poljska traži komentare na četiri standarda koji se tiču terenskih sistema za prečišćavanje vode.

Na kraju, *EDA* je učinila veliki korak apsorbovanjem Evropskog priručnika za odbrambene nabavke u internet modul *EDSIS*. Po nalogu EU *CEN* je postepeno, tokom proteklih sedam godina, stvarao standarde tog priručnika na osnovu postojećih NATO standarda za odbrambene materijale i novorazvijenih standarda koje su razvile nacionalne vlade širom Evrope. Priručnik nudi preporuke o standardima u 13 tehnoloških oblasti rangiranih od NHB detektora i energetskih materijala do municije i sistema za rukovanje fluidima. Tri dodatne oblasti odnose se na standarde određivanja veka upotrebe, metodoloških referenci i terminologije. Tih 16 standarda objedinjeno je u roku od skoro šest godina, ali je to sada potrebno ubrzati.

*Humanoidni robot na Međunarodnoj svemirskoj stanici**

Spejs šatl *Diskaveri (Discovery)*, tokom svoje trinaestodnevne misije STS-133 (od 24. februara do 9. marta 2011), preneo je na Međunarodnu svemirsku stanicu humanoidni robot nazvan *Robonaut 2*, ili kraće *R2*, koji se priključio posadi stanice i postao njen ravnopravni član.

To je prvi primerak nove generacije spretnih robota pomoću koga će inženjeri inicijalno testirati ponašanje robota u svemiru. Unapređenjem i nadogradnjom *R2*, nakon završne treće faze razvoja, ova vrsta humanoidnih robota obavlaće, jednoga dana, i spoljne opravke na orbitalnoj stanici izlaskom u otvoreni svemir, ali će, isto tako, obavljati i redovne poslove unutar nje, iz širokog spektra naučnog programa istraživanja.

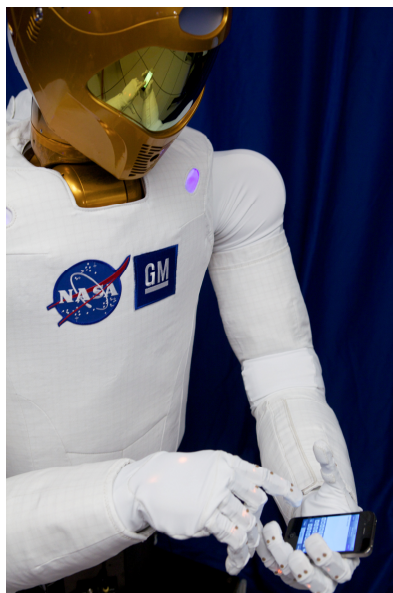
* Sajt NASA, http://www.nasa.gov/mission_pages/station/main/robonaut.html.



R2 – prvi humanoidni robot u svemiru

Nakon dopremanja na Međunarodnu svemirsku stanicu inicijalni testovi na R2 su obavljani u laboratorijskom modulu *Destiny*, nakon čega će stalni radni ambijent ovog robota biti u modulu *Unity Node*, jednom od najstarijih segmenata orbitalne stanice.

Tokom priprema za prvi let u svemir R2 je svoju prvu poruku na Twitter poslao 26. jula 2010. godine. Komunikacija sa njim može se obavljati preko adrese www.twitter.com/AstroRobonaut.



*Poleteo kineski nevidljivi avion**

Kina je izvršila prvi probni let prototipa svog „nevidljivog“ (stelt) borbenog aviona *čengdu J-20*, potvrdio je 11. januara 2011. godine kineski predsednik Hu Đintao u razgovoru sa američkim ministrom odbrane Robertom Gejtsom, tokom njegove posete Kini.



Nekoliko dana ranije, početkom januara 2011. godine, kineski državni mediji objavili su fotografije prototipa prvog kineskog „nevidljivog“ borbenog aviona koje su se prethodno našle na internetu, što je, po mišljenju zapadnih analitičara, ukazalo na to da kineski program vojne avijacije napreduje brže nego što se očekivalo.

List *Global tajms* na kineskom i engleskom jeziku objavio je na naslovnoj strani fotografije budućeg lovca „*čengdu J-20*“, detaljno pišući o pažnji koju je on izazvao u inostranstvu. Sudeći po snimcima, „*J-20*“ je veći od ruskih ili američkih aviona tog tipa, što ukazuje na to da je kapacitet naoružanja kojim se oprema veliki – verovatno može da leti dalje i nosi više oružja od postojećih aviona tog tipa.

Proizvodnja prvog kineskog „stelt“ aviona odavno se očekivala. Zamenik komandanta vazduhoplovnih snaga He Vejrong je, u novembru 2009, najavio državnoj televiziji da će uskoro početi testiranje četvrte generacije lovaca – što u praksi znači „nevidljivih“ lovaca, a da bi avioni mogli početi da se koriste u roku od osam do deset godina.

Kineska avio-industrija, civilna i vojna, ostvarila je veliki napredak poslednjih godina, ali se još oslanja na uvozu tehnologiju. Poseban problem je propulziona tehnologija, pri čemu se za kineske lovce „*J-10*“ i „*J-11*“ (slični ruskom *Su-27*) još uvek koriste uvezeni ruski mlazni motori.

* Tanjug, Fonet, Blic, www.rts.rs (05. 01 2011.), BBC Serbian.

Ipak, snimci kineskog stela aviona „J-20“, spremnog za poletanje, opovrgle su tvrdnje američkih vojnih stručnjaka da Kina neće imati u upotrebi „nevidljivi“ avion pre 2020. godine. Predviđanje Zapada da ratno vazduhoplovstvo Kine do sledeće decenije neće imati u upotrebi nevidljivi vojni avion, baziran na stela tehnologiji, nije se ispunilo, ocenjuju vojni stručnjaci, a piše britanski **Dejli mejl**. Pojava tih snimaka, primećuje i londonski *Gardijan*, podstakla je zabrinutost da se ravnoteža snaga u zapadnom delu Tihog okeana, brže nego što se očekivalo, pomera u korist Kine. Najnovije kinesko oružje visoke tehnologije, koje bi moglo da oteža američku projekciju sile oko Tajvana i duž kineske obale, pojavilo se u posebno osetljivom trenutku, dodaje list. *Gardijan* napominje da Sjedinjene Države na odbranu i dalje troše šest puta više novca nego Kina. Ali, dok kineska privreda beleži ubrzani rast, a američka stagnira, strahovanja od promene u ravnoteži snaga će gotovo sigurno i dalje rasti.



Početkom godine komandant ratne mornarice SAD je rekao da Kina razvija i rakete koje mogu uništiti američke nosače aviona, a koje će naslediti seriju „*Dongfeng 21*“ i služiti za potapanje nosača aviona i drugih vojnih brodova na udaljenosti do 2.000 (teorijski do 3.200) kilometara. To novo kinesko superoružje kretaće se deset puta brže od zvuka i do najudaljenije mete stizati za manje od 12 minuta. Amerika strahuje da će njena vojna nadmoć biti ugrožena, jer postoje i kineski planovi o izgradnji nosača aviona. Naime, Kina je od Rusije za 20 miliona dolara kupila stari sovjetski nosač aviona „*Varjag*“, koji je sada u fazi rekonstrukcije i trebalo bi da postane operativan već sledeće godine. „*Varjag*“ će služiti za obuku i probu tehnologije dok Kina ne porine prvi od dva planirana sopstvena nosača aviona, što se očekuje 2015. godine. Vrednost nosača aviona je više od dve milijarde dolara, a sa pratećom opremom čak deset milijardi dolara.

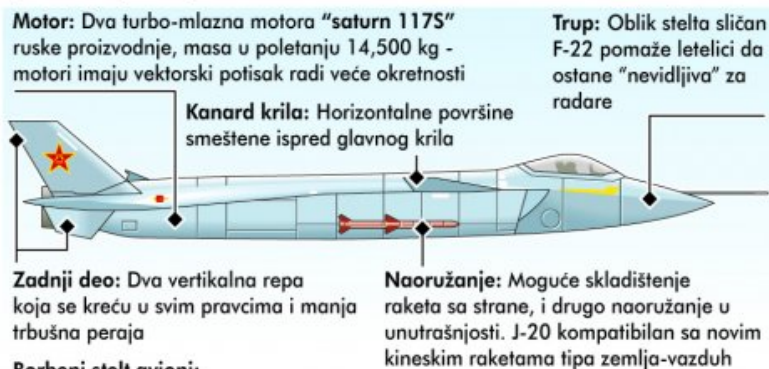
Kinesko ministarstvo spoljnih poslova navodi da se novo oružje razvija samo radi jačanja odbrambene moći zemlje i da Kina ne gaji ambicije da bude rival američkoj vojnoj moći u zapadnom Pacifiku.

Vojni analitičari kažu da će nevidljivi avion, zajedno sa balističkom raketom za uništavanje nosača aviona i nosačem aviona sopstvene proizvodnje, Kinu učiniti globalnom vojnom silom.

Pomak koji je učinila Kina u proizvodnji nevidljivih aviona dovodi u pitanje ispravnost odluke američkog državnog sekretara Roberta Gejtsa da ograniči proizvodnju „F-22 raptor“ streljaca na 187 letelica, podsećale su tom prilikom američke agencije.

Kina predstavila prototip „nevidljivog“ borbenog aviona

Veruje se da je Kina počela sa testiranjem svog prvog streljaca borbenog aviona, i to nekoliko godina ranije nego što su bila predviđanja Zapada. „Čengdu J-20“ bi za osam godina mogao postati konkurencija američkom „F-22 reptom“, jednom od tehnološki najnaprednijih borbenih aviona na svetu - i mogao bi se masovno proizvoditi po nižoj ceni.



Borbeni streljaci avioni:

Suhaj
T-50 PAK FA
Rusija



Lokid Martin
F-22 Reptom
SAD



Čengdu J-20
„Crni orao“
Kina



Dužina: 19, 8 m	18,9 m	23 m
Najveća brzina: 2.600 km/h	2.390 km/h	2.120 km/h*
Prvi let: 2009	1997	2011
Operativan: 2015	2005	2017-2019
Cena: 100 miliona dolara	150 miliona dolara	75-80 miliona dolara

*procena

© GRAPHIC NEWS

Zanimljive su i vesti koje su povodom leta prvog kineskog „nevidljivog“ aviona objavili mediji sa Zapada.

Američka agencija *AP* prenosi da je prvi kineski nevidljivi avion usavršen (tajna formula farbe) zahvaljujući i srpskoj vojsci koja je, tokom sukoba sa NATO, oborila američki stelt avion *F-117 „najtthok“*. Američki *F-117* oboren je 27. marta 1999. godine iznad Buđanovaca u Sremu. Bilo je to prvo obaranje jednog aviona sa stelt tehnologijom, a delovi oborenog *F-117* izloženi su u Muzeju vazduhoplovstva u Beogradu. Verovatno je da su i Rusi imali uvid u stelt tehnologiju upravo iz oborenog *F-117*, navodi *AP*.

Dejli telegraf izveštava da je Kina izradila svoju verziju stelt aviona na osnovu američke tehnologije koju je pribavila u Srbiji tokom, kako piše, „kosovskog rata“ 1999. godine.

Kineski list *Global tajms* kasnije je odbacio izveštaje da su kineski stručnjaci primenili stelt tehnologiju preuzetu sa američkog aviona *F-117*, oborenog iznad Srbije, i iskoristili je za izradu vlastitog „nevidljivog“ aviona. „Nije prvi put da strani mediji sumnjaju u novorazvijene kineske vojne tehnologije. Bespredmetno je odgovarati na takve spekulacije“, rekao je zvaničnik za list koji štampa partijski organ *Ženmin žibao*.

Tim povodom oglasili su se i zvaničnici Pentagona. Oni veruju da su Kinezi pokupili delove američkog aviona *F-117* oborenog nad Srbijom 1999. godine, ali sumnjaju da je tehnologija primenjena u kineskom prototipu stelt aviona preuzeta iz olupine američke letelice, s obzirom na to da je ona razvijena sedamdesetih godina prošlog veka, preneo je *Njujork tajms*.

Na kraju, treba navesti i da je londonski *Sandej tajms* preneo izvode iz neobjavljenih memoara bivšeg kineskog predsednika Đanga Cemina o okolnostima američkog bombardovanja kineske ambasade u Beogradu 1999, gde se sugerše da je Kina pružila pomoć Srbiji, pored političke solidarnosti kada je reč o separatizmu, i zbog toga što su srpske vlasti ustupile Kini neke delove američkog „nevidljivog“ aviona koji je srpska vojska oborila.

*Oružje budućnosti – nevidljivi tenk**

Za tri godine britanska vojska raspolaće tenkovima koji će biti u stanju da postanu nevidljivi, prenosi italijanska agencija *Ansa*.

Iza tog projekta stoji najveća britanska kompanija u sektoru odbrane – *BAE Systems*, koja radi na novom tipu tenka opremljenog tehnologijom koja se zove *e-camouflage*, što predstavlja neku vrstu elektronske mimikrije. Reč je o elektronskim senzorima, postavljenim na karoseriju vozila, koji na njoj projektuju slike okolnog pejzaža, na taj način kamuflirajući vozilo.

Projekat *BAE* predstavlja deo programa koji će, po rečima eksperata, promeniti način budućeg ratovanja.

* Blic, 10. 01. 2011.

*Bespilotni robotički stelt bombarder mornarice SAD uspešno obavio prvi let***

Avion *X-47B* sa zakošenim krilima krenuo je na svoj prvi let iznad Kalifornije, kao prvi iz nove kategorije bespilotnih letelica, sposobnih da lete bez navođenja sa zemlje i da neprimećene napadnu mete udaljene hiljadama kilometara.



Avion X-47B

Bespilotnoj letelici je, naime, do sada bio potreban pilot stacioniran na zemlji kako bi ga navodio u njegovim misijama, ali ovom avionu to više nije potrebno. Avion *X-47B* je, naime, u stanju da prethodno isprogramirane misije izvodi autonomno – pri čemu računar reguliše sve, od poletanja do sletanja, uključujući i eventualno uzimanje goriva u vazdušnom prostoru.

Ovaj avion je nešto manji od stelt bombardera B2, nosi laserski navođene bombe i može da leti brzinom od oko 700 km/h na visini od 12.000 metara. Probni let je obavljen 4. februara 2011. godine, trajao je 29 minuta i prvi je od ukupno 50 takvih letova koji se tokom ove godine planiraju u vazduhoplovnoj bazi Edwards.

Firma *Nortrop-Gruman* je sa mornaricom SAD 2007. potpisala ugovor o izgradnji ovog aviona vredan 636 miliona funti, a očekuje se da će 2013. početi i testiranje nosača aviona za ovaj tip letelice.

*Američki bespilotni spejs šatl u drugoj tajnoj misiji u orbiti**

Bespilotni spejs šatl američkog ratnog vazduhoplovstva *X-37B* lansirao je u svemir, na svoju drugu strogo poverljivu misiju u orbiti.

** Blic, 07. 02. 2011.

* Blic, 07. 03. 2011.



X-37B

Lansiranje je obavljeno 5. marta 2011. godine, pomoću rakete *Atlas V*, sa lansirnog poligona u Kejp Kanaveralu, ali naučnici su bili tajnoviti kada je reč o pravom zadatku te letelice u orbiti. Nagađa se da se on sastoji u testiranju špijunske tehnologije ili, pak, da je u pitanju prvi korak u razvoju svemirskog naoružanja koje bi moglo da eliminiše rivalske satelite, odnosno da omogući bombardovanje iz orbite.

Američko ratno vazduhoplovstvo, međutim, tvrdi da će najnovija letelica služiti kao platforma za satelitske senzore i sisteme, i da će se njegov zadatak oslanjati na saznanjima stečenim u prvoj misiji, mada se ne precizira o kakvim saznanjima je reč.

Prvi X-37B je u orbitu lansiran prošlog proleća i nakon misije koja je trajala 270 dana spustio se u Kaliforniji. Ta svemirska letelica, poznata i kao orbitalno probno vozilo, ima za sobom 10 godina istraživanja i prvobitno ju je projektovala NASA, da bi kasnije projekt preuzela vojska SAD. U program X-37 uložene su stotine miliona dolara, ali ukupna suma do danas nije objavljena.

*Rusija modernizuje svoju vojsku***

Rusija će do 2020, u okviru plana za obnovu vojne sile, kupiti osam podmornica na nuklearni pogon, 600 aviona i 1.000 helikoptera, kao i stotinu vojnih brodova, uključujući i dva nosača helikoptera, pored dva koja su već kupljena od Francuske. Za to će iz ruskog vojnog budžeta biti izdvojeno oko 650 milijardi dolara.

Podmornice će biti opremljene balističkim projektilima „*Bulava*”. Pored podmornica, biće poručeno i 35 korveta i 15 fregata. Rusija je već naručila dva nosača helikoptera „*Mistral*” francuske proizvodnje, što će joj omogućiti da brzo rasporedi stotine vojnika i više desetina naoružanih vozila.

** BBC Serbian, 26. 02. 2011.

Deset divizija opremljenih novim antiraketnim sistemom „S-500“ treba da postanu glavni stožer ruske raketne odbrane. U sastavu vazduhoplovnih snaga naći će se borbeni avioni „Su-34“ i „Su-35“, kao i transportni helikopteri „Mi-26“ i naoružani helikopteri „Mi-8“.

*Drugi let ruskog stelta**

Drugi prototip ruskog lovačkog aviona pete generacije *Suhoj T-50*, poznat i kao *PAK FA* (skraćenica punog imena aviona: perspektivni vazduhoplovni sistem taktičke avijacije), uspešno je izvršio jednočasovni probni let, poletevši sa aerodroma u Komskomolsku na Amuru.

Letelica se po konstrukciji ne razlikuje od prvog prototipa aviona, koji je prvi put poleteo 29. januara prošle godine, navela je ruska agencija **Itar-Tas**, dodajući da su glavne karakteristike aviona tajna. Poznato je da *T-50* razvija brzinu od 2.100 kilometara na sat i da može da preleti razdaljinu od 5.500 kilometara.

Avion je opremljen novim sistemom sa funkcijom elektronskog pilota i radiolokacionom stanicom, koji smanjuje opterećenje pilota i omogućuje mu da se usredsredi na izvršenje taktičkih zadataka.

Primena kompozitnih materijala i inovativnih tehnologija, aerodinamički dizajn aviona i rad na smanjenju uočljivosti motora, osiguravaju izuzetno nizak nivo radiolokacione, optičke i infracrvene uočljivosti. To omogućuje da se znatno poveća borbeni efikasnost u radu, kako na vazdušnim, tako i kopnenim ciljevima u bilo koje vreme, u dobrim i lošim meteorološkim uslovima.

Na proizvodnji ruskog lovca pete generacije radi se od devedesetih godina, a spoljašnjost aviona je projektovana uz korišćenje stelt tehnologije. Isporuke aviona pete generacije jedinicama ruskog vazduhoplovstva počće 2015. godine.



Priredili
Milan Babić i Nebojša Gaćeša

* RTS, 4. 3. 2011.

POZIV I UPUTSTVO AUTORIMA O NAČINU PRIPREME ČLANKA

Uputstvo autorima o načinu pripreme članka za objavljivanje u *Vojnotehničkom glasniku* urađeno je na osnovu Akta o uređivanju naučnih časopisa, Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije, evidencioni broj 110-00-17/2009-01, od 09. 07. 2009. godine. Primena ovog Akta prvenstveno služi unapređenju kvaliteta domaćih časopisa i njihovog potpunijeg uključivanja u međunarodni sistem razmene naučnih informacija. Zasnovano je na međunarodnim standardima ISO 4, ISO 8, ISO 18, ISO 215, ISO 214, ISO 18, ISO 690, ISO 690-2, ISO 999 i ISO 5122, odnosno odgovarajućim domaćim standardima.

VOJNOTEHNIČKI GLASNIK (www.vtg.mod.gov.rs, ISSN 0042-8469 – štampano izdanje, ISSN 2217-4753 – online, UDC 623+355/359) jeste multidisciplinarni naučni časopis Ministarstva odbrane Republike Srbije, koji objavljuje naučne i stručne članke, kao i tehničke informacije o savremenim sistemima naoružanja i savremenim vojnim tehnologijama. Časopis prati jedinstvenu intervi-dovsku tehničku podršku Vojske na principu logističke systemske podrške, oblasti osnovnih, primenjenih i razvojnih istraživanja, kao i proizvodnju i upotrebu sredstava naoružanja i vojne opreme, i ostala teorijska i praktična dostignuća koja doprinose usavršavanju pripadnika Ministarstva odbrane i Vojske Srbije.

Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije, saglasno odluci iz člana 27. stav 1. tačka 4), a po pribavljenom mišljenju iz člana 25. stav 1. tačka 5) Zakona o naučnoistraživačkoj delatnosti („Službeni glasnik RS”, br. 110/05, 50/06-ispr. i 18/10), utvrdilo je kategorizaciju Vojnotehničkog glasnika, za 2010. godinu:

za oblast **tehnološki razvoj**:

– na listi časopisa za elektroniku i telekomunikacije: kategorija naučni časopis (M₅₃),

– na listi časopisa za industrijski softver i informatiku: kategorija naučni časopis (M₅₃),

– na listi časopisa za mašinstvo: kategorija naučni časopis (M₅₃).

Usvojene liste domaćih časopisa mogu se videti na adresi:

<http://www.nauka.gov.rs>.

Podaci o kategorizaciji mogu se pratiti i na sajtu KOBSON-a (Konzorcijum biblioteka Srbije za objedinjenu nabavku):

<http://nainfo.nb.rs/kobson.82.html> ili <http://nainfo.nb.rs/kategorizacija>.

Pristup ovoj stranici dopušten je samo ovlašćenim korisnicima Akademске mreže Srbije (AMRES).

Kategorizacija časopisa izvršena je prema Pravilniku o postupku i načinu vrednovanja i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata istraživača, koji je propisao Nacionalni savet za naučni i tehnološki razvoj (Službeni glasnik RS, broj 38/2008). Detaljnije informacije mogu se pronaći na sajtu Ministarstva za nauku: http://www.nauka.gov.rs/cir/index.php?option=com_content&task=view&id=621&Itemid=37.

U skladu sa ovim pravilnikom i tabelom o vrsti i kvantifikaciji individualnih naučnoistraživačkih rezultata (u sastavu Pravilnika), objavljeni rad u *Vojnotehničkom glasniku* vrednuje se sa 1 (jednim) bodom.

Časopis se prati u kontekstu Srpskog citatnog indeksa – SCindeks (baza podataka domaćih naučnih časopisa – detalji dostupni na sajtu <http://scindeks.nb.rs>) i podvrgnut je stalnom vrednovanju (monitoringu) u zavisnosti od uticajnosti (impakta) u samoj bazi i, dopunski, u međunarodnim (Thompson-ISI) citatnim indeksima.

Članci se dostavljaju Redakciji elektronskom poštom na adresu vojnotehnicki.glasnik@mod.gov.rs, na srpskom, engleskom, ruskom, nemačkom ili francuskom jeziku (arial, srpska latinica, veličina slova 11 pt, prored exactly).

Članak treba da sadrži sažetak sa ključnim rečima, uvod, razradu, zaključak, literaturu i rezime sa ključnim rečima na engleskom jeziku (bez numeracije naslova i podnaslova). Obim članka treba da bude do jednog autorskog tabaka (16 stranica formata A4 sa proredom exactly).

Obrazac za pisanje članka u elektronskoj formi može se preuzeti na adresi <http://www.vtg.mod.gov.rs>, sa stranice OBRAZAC ZA PISANJE ČLANAKA.

Naslov

Naslov treba da odražava temu članka. U interesu je časopisa i autora da se koriste reči prikladne za indeksiranje i pretraživanje. Ako takvih reči nema u naslovu, poželjno je da se pridoda i podnaslov. Naslov treba da bude preveden i na engleski jezik.

Ovi naslovi ispisuju se ispred sažetka na odgovarajućem jeziku.

Tekući naslov

Tekući naslov se ispisuje u zaglavlju svake stranice članka radi lakše identifikacije, posebno kopija članaka u elektronskom obliku. Sadrži prezime i inicijal imena autora (ako autora ima više, preostali se označavaju sa „et al.“ ili „i dr.“), naslove rada i časopisa i kolaciju (godina, volumen, sveska, početna i završna stranica). Naslovi časopisa i članka mogu se dati u skraćenom obliku.

Ime autora

Navodi se puno prezime i ime (svih) autora. Veoma je poželjno da se navedu i srednja slova autora. Prezimena i imena domaćih autora uvek se ispisuju u originalnom obliku (sa srpskim dijakritičkim znakovima), nezavisno od jezika na kojem je napisan rad.

Naziv ustanove autora (afilijacija)

Navodi se pun (zvanični) naziv i sedište ustanove u kojoj je autor zaposlen, a eventualno i naziv ustanove u kojoj je autor obavio istraživanje. U složenim organizacijama navodi se ukupna hijerarhija (na primer, Vojna akademija, Katedra vojnih elektronskih sistema, Beograd). Bar jedna organizacija u hijerarhiji mora biti pravno lice. Ako autora ima više, a neki potiču iz iste ustanove, mora se, posebnim oznakama ili na drugi način, naznačiti iz koje od navedenih ustanova potiče svaki od navedenih autora. Afilijacija se ispisuje neposredno nakon imena autora. Funkcija i zvanje autora se ne navode.

Kontakt podaci

Adresa ili e-adresa autora daje se u napomeni pri dnu prve stranice članka. Ako autora ima više, daje se samo adresa jednog, obično prvog autora.

Kategorija (tip) članka

Kategorizacija članaka obaveza je uredništva i od posebne je važnosti. Kategoriju članka mogu predlagati recenzenti i članovi uredništva, odnosno urednici rubrika, ali odgovornost za kategorizaciju snosi isključivo glavni urednik.

Članci u časopisima se razvrstavaju u sledeće kategorije:

Naučni članci:

1. originalan naučni rad (rad u kojem se iznose prethodno neobjavljivani rezultati sopstvenih istraživanja naučnim metodom);

2. pregledni rad (rad koji sadrži originalan, detaljan i kritički prikaz istraživačkog problema ili područja u kojem je autor ostvario određeni doprinos, vidljiv na osnovu autocitata);

3. kratko ili prethodno saopštenje (originalni naučni rad punog formata, ali manjeg obima ili preliminarnog karaktera);

4. naučna kritika, odnosno polemika (rasprava na određenu naučnu temu, zasnovana isključivo na naučnoj argumentaciji) i osvrti.

Izuzetno, u nekim oblastima, naučni rad u časopisu može imati oblik monografske studije, kao i kritičkog izdanja naučne građe (istorijsko-arhivske, leksikografske, bibliografske, pregleda podataka i sl.) – dotad nepoznate ili nedovoljno pristupačne za naučna istraživanja.

Radovi klasifikovani kao naučni moraju imati bar dve pozitivne recenzije.

Spisak recenzenata Vojnotehničkog glasnika može se videti na adresi <http://www.vtg.mod.gov.rs>, na stranici SPISAK RECENZENATA.

Ako se u časopisu objavljuju i prilozi vannaučnog karaktera, naučni članci treba da budu grupisani i jasno izdvojeni u prvom delu sveske.

Stručni članci:

1. stručni rad (prilog u kojem se nude iskustva korisna za unapređenje profesionalne prakse, ali koja nisu nužno zasnovana na naučnom metodu);

2. informativni prilog (uvodnik, komentar i sl.);

3. prikaz (knjige, računarskog programa, slučaja, naučnog događaja, i sl.).

Jezik rada

Jezik rada može biti srpski, engleski ili drugi jezik koji se koristi u međunarodnoj komunikaciji u određenoj naučnoj oblasti (ruski, nemački ili francuski).

Tekst mora biti jezički i stilski doteran, sistematizovan, bez skraćenica (osim standardnih). Sve fizičke veličine moraju biti izražene u Međunarodnom sistemu mernih jedinica – SI. Redosled obrazaca (formula) označava se rednim brojevima, sa desne strane u okruglim zagradama.

Sažetak (apstrakt) i rezime

Sažetak (apstrakt) jeste kratak informativan prikaz sadržaja članka koji čitaocu omogućava da brzo i tačno oceni njegovu relevantnost. U interesu je uredništava i autora da sažetak sadrži termine koji se često koriste za indeksiranje i pretragu članaka. Sastavni delovi sažetka su cilj istraživanja, metodi, rezultati i zaključak. Sažetak treba da ima od 100 do 250 reči i treba da se nalazi između zaglavlja (naslov, imena autora i dr.) i ključnih reči, nakon kojih sledi tekst članka. Ako je rad napisan na srpskom (ruskom, nemačkom ili francuskom) jeziku poželjno je da se, pored sažetka na srpskom (ruskom, nemačkom ili francuskom), daje i sažetak u proširenom obliku na engleskom jeziku – kao tzv. rezime (summary). Ovakav rezime treba da bude na kraju članka, nakon odeljka Literatura. Važno je da rezime bude u strukturiranom obliku, a njegova dužina može biti do 1/10 dužine članka (opširniji je od sažetka sa početka članka). Početak ovog rezimea može biti prevedeni sažetak (sa početka članka), a zatim treba da slede prevedeni glavni naslovi, podnaslovi i osnove zaključka članka (literatura se ne prevodi). Potrebno je da se u strukturiranom rezimeu prevede i deo teksta ispod naslova i podnaslova, vodeći računa da on bude

proporcionalan njihovoj veličini, a da odražava suštinu. Nakon rezimea na engleskom jeziku (proširenog sažetka) dodaje se njegov prevod na srpskom (ruskom, nemačkom ili francuskom), da bi redakcija izvršila proveru i lekturu.

Ključne reči

Ključne reči su termini ili fraze koje adekvatno predstavljaju sadržaj članka za potrebe indeksiranja i pretraživanja. Treba ih dodeljivati oslanjajući se na neki međunarodni izvor (popis, rečnik ili tezaurus) koji je najšire prihvaćen ili unutar date naučne oblasti. Za npr. nauku uopšte, to je lista ključnih reči Web of Science. Broj ključnih reči ne može biti veći od 10, a u interesu je uredništva i autora da učestalost njihove upotrebe bude što veća. Ključne reči daju se na jeziku na kojem je napisan članak (sažetak) i na engleskom jeziku. U članku se pišu neposredno nakon sažetka, odnosno nakon rezimea.

Datum prihvatanja članka

Datum kada je uredništvo primilo članak, datum kada je uredništvo konačno prihvatilo članak za objavljivanje, kao i datumi kada su u međuvremenu dostavljene eventualne ispravke rukopisa navode se hronološkim redosledom, na stalnom mestu, po pravilu na kraju članka.

Zahvalnica

Naziv i broj projekta, odnosno naziv programa u okviru kojeg je članak nastao, kao i naziv institucije koja je finansirala projekat ili program, navodi se u posebnoj napomeni na stalnom mestu, po pravilu pri dnu prve strane članka.

Prethodne verzije rada

Ako je članak u prethodnoj verziji bio izložen na skupu u vidu usmenog saopštenja (pod istim ili sličnim naslovom), podatak o tome treba da bude naveden u posebnoj napomeni, po pravilu pri dnu prve strane članka. Rad koji je već objavljen u nekom časopisu ne može se objaviti u *Vojnotehničkom glasniku* (preštampati), ni pod sličnim naslovom i izmenjenom obliku.

Tabelarni i grafički prikazi

Poželjno je da naslovi svih prikaza, a po mogućstvu i tekstualni sadržaj, budu dati dvojezično, na jeziku rada i na engleskom jeziku.

Tabele se pišu na isti način kao i tekst, a označavaju se rednim brojevima sa gornje strane. Fotografije i crteži treba da budu jasni, pregledni i pogodni za reprodukciju. Crteže treba raditi u programu word ili corel. Fotografije i crteže treba postaviti na željeno mesto u tekstu.

Navođenje (citiranje) u tekstu

Način pozivanja na izvore u okviru članka mora biti jednoobrazan. U samom tekstu, u uglastim zagradama, obavezno napisati redni broj iz odeljka Literatura sa kraja članka, na mestu na kojem se vrši pozivanje, odnosno citiranje.

Napomene (fusnote)

Napomene se daju pri dnu strane na kojoj se nalazi tekst na koji se odnose. Mogu sadržati manje važne detalje, dopunska objašnjenja, naznake o korišćenim izvorima (na primer, naučnoj građi, priručnicima), ali ne mogu biti zamena za citiranu literaturu.

Lista referenci (literatura)

Citirana literatura obuhvata, po pravilu, bibliografske izvore (članke, monografije i sl.) i daje se isključivo u zasebnom odeljku članka, u vidu liste referenci. Reference se nabrajaju redosledom kojim se navode u tekstu. Reference se ne prevode na jezik rada i navode se u uglastim zagrada. Bibliografski podatak za knjigu sadrži prezime i inicijale imena autora, naziv knjige, naziv izdavača, mesto i godinu izdanja. Bibliografski podatak za časopis sadrži prezime i ime autora, naslov članka, naziv časopisa, broj i godinu izdanja, kao i broj stranice. Naslovi citiranih domaćih časopisa daju se u originalnom, punom ili skraćenom, ali nikako u prevedenom obliku. Pri navođenju internet sajta kao literature navodi se i datum korišćenja. Obavezno je pozivanje na literaturu u samom tekstu članka (takođe se navodi brojevima u uglastim zagrada). Brojevi treba da odgovaraju spisku literature koji je dat u zasebnom odeljku, pri kraju članka.

Veoma je preporučljiva upotreba punih formata referenci koje podržavaju vodeće međunarodne baze namenjene vrednovanju, kao i Srpski citatni indeks, a propisani su uputstvima:

1. APA – Publication Manual of the American Psychological Association,
2. CBE – Council of Biology Editors Manual, Scientific Style and Format,
3. Chicago – The Chicago Manual of Style,
4. Harvard – Harvard Style Manual,
5. Harvard-BS – Harvard Style Manual – British Standard,
6. MLA – Modern Language Association Handbook for Writers of Research

Papers i

7. NLM – The National Library of Medicine Style Guide for Authors, Editors, and Publishers.

Takođe, prihvaćeni su i formati dati u uputstvima:

1. American Chemical Society (ACS) Style Guide i
2. American Institute of Physics (AIP) Style Manual.

Nestandardno, nepotpuno ili nedosledno navođenje literature u sistemima vrednovanja časopisa smatra se dovoljnim razlogom za osporavanje naučnog statusa časopisa.

Pored članka dostavlja se propratno pismo u kojem treba istaći o kojoj vrsti članka se radi, koji su grafički prilozi (fotografije i crteži) originalni, a koji pozajmljeni.

U propratnom pismu navode se i podaci autora: ime, srednje slovo, prezime, čin, zvanje, e-mail, adresa poslodavca (VP), kućna adresa, telefon na radnom mestu i kućni (mobilni) telefon, račun i naziv banke, SO mesta stanovanja i JMB građana.

Ako je više autora članka, u propratnom pismu se navodi pojedinačni procentualni udeo radi obračuna honorara.

Svi radovi podležu stručnoj recenziji, a objavljeni radovi i stručne recenzije honorišu se prema važećim propisima.

Adresa redakcije: Vojnotehnički glasnik, 11000 Beograd, Braće Jugovića 19.

E-mail: vojnotehnicki.glasnik@mod.gov.rs.

Odgovorni urednik
Nebojša Gaćeša
nebojsa.gacesa@mod.gov.rs
tel.: 011/3349-497,
064/8080-118

CALL FOR PAPERS AND ARTICLE FORMATTING INSTRUCTIONS

The instructions to authors about the article preparation for publication in the *Military Technical Courier* are based on the Act on scientific journal editing of the Ministry of Science and Technological Development of the Republic of Serbia, No 110-00-17/2009-01 of 9th July 2009. This Act aims at improving the quality of national journals and raising the level of their compliance with the international system of scientific information exchange. It is based on international standards ISO 4, ISO 8, ISO 18, ISO 215, ISO 214, ISO 18, ISO 690, ISO 690-2, ISO 999 and ISO 5122 and their national equivalents.

THE MILITARY TECHNICAL COURIER (www.vtg.mod.gov.rs, ISSN 0042-8469 – print issue, ISSN 2217-4753 – online, UDC 623+355/359) is a multidisciplinary scientific journal of the Ministry of Defence of the Republic of Serbia. It publishes scientific and professional papers as well as technical data about contemporary weapon systems and modern military technologies. Offering a logistic system support, the *Courier* is a part of a unique technical support to the Army services in the field of fundamental, applied and development research. It also deals with production and use of weapons and military equipment as well as with theoretical and practical achievements leading to professional development of the personnel of the Ministry of Defence and the Army of the Republic of Serbia.

Pursuant to the decision given in Article 27, paragraph 1, point 4, and in accordance with the acquired opinion given in Article 25, paragraph 1, point 5 of the Act on Scientific and Research Activities (*Official Gazette of the Republic of Serbia*, No 110/05, 50/06-cor and 18/10), the Ministry of Science and Technological Development of the Republic of Serbia classified the *Military Technological Courier* for the year 2010

in the field **technological development**

- on the list of periodicals for electronics and telecommunications, category scientific periodical (M₅₃),
- on the list of periodicals for industrial software and IT, category scientific periodical (M₅₃),
- on the list of periodicals for mechanical engineering, category scientific periodical (M₅₃).

The approved lists of national periodicals can be viewed at:

<http://www.nauka.gov.rs>.

The information on the categorization can be also found on the website of KOBSON (Consortium of Libraries of Serbia for Unified Acquisition), <http://nainfo.nb.rs/kobson.82.html> or . The access to this web page is possible only from computers linked to the Internet via the Academic computer network.

The periodical is categorized in compliance with the Regulations on the procedure and method of evaluation and quantitative formulation of scientific and research results of researchers, stipulated by the National Council for Scientific and Technological Development (*Official Gazette of RS*, No 38/2008). More detailed information can be

found on the website of the Ministry of Science: http://www.nauka.gov.rs/cir/index.php?option=com_content&task=view&id=621&Itemid=37. In accordance with the Regulations and the table about types and quantification of individual scientific and research results (as a part of the Regulations), a paper published in the *Military Technical Courier* scores 1(one) point.

The journal is in the Serbian Citation Index – SC index (data base of national scientific journals – details available at <http://scindeks.nb.rs>) and is constantly monitored depending on the impact within the base itself and on the international (Thompson-ISI) citation indexes.

Articles are submitted electronically to the Editorial Office at the e-address in Serbian, English, Russian, German or French, using Arial, a font size of 11pt and Exactly spacing.

The article should contain the abstract with keywords, introduction, body, conclusion, references and the summary in English language (without heading and subheading enumeration). The article length should not exceed 16 pages of A4 paper format.

The article should be formatted following the instructions in the Article Form which can be downloaded from:

<http://www.vtg.mod.gov.rs>.

Title

The title should be informative. It is in both Journal's and author's best interest to use terms suitable for indexing and word search. If there are no such terms in the title, the author is strongly advised to add a subtitle. The title should be given in English as well.

The titles precede the abstract and the summary in an appropriate language.

Letterhead title

The letterhead title is given at a top of each page for easier identification of article copies in an electronic form in particular. It contains the author's surname and first name initial (for multiple authors add "et al"), article title, journal title and collation (year, volume, issue, first and last page). The journal and article titles can be given in a shortened form.

Author's name

Full name(s) of author(s) should be used. It is advisable to give the middle initial. Names are given in their original form (with diacritic signs if in Serbian).

Author's affiliation

The full official name and seat of the author's affiliation is given, possibly with the name of the institution where the research was carried out. For organizations with complex structures, give the whole hierarchy (for example, Military Academy, Department for Military Electronic Systems, Belgrade). At least one organization in the hierarchy must be a legal entity. When some of multiple aut-

horses have the same affiliation, it must be clearly stated, by special signs or in other way, which department exactly they are affiliated with. The affiliation follows the author's name. The function and title are not given.

Contact details

The postal address or the e-mail address of the author (usually of the first one if there are more authors) is given in the footnote at the bottom of the first page.

Type of articles

Classification of articles is a duty of the editorial staff and is of special importance. Referees and the members of the editorial staff, or section editors, can propose a category, but the editor-in-chief has the sole responsibility for their classification.

Journal articles are classified as follows:

Scientific articles:

1. Original scientific paper (giving the previously unpublished results of the author's own research based on scientific methods);
2. Survey paper (giving an original, detailed and critical view of a research problem or an area to which the author has made a contribution visible through his self-citation);
3. Short or preliminary communication (original scientific paper of full format but of a smaller extent or of a preliminary character);
4. Scientific critique or forum (discussion on a particular scientific topic, based exclusively on scientific argumentation) and commentaries.

Exceptionally, in particular areas, a scientific paper in the Journal can be in a form of a monograph or a critical edition of scientific data (historical, archival, lexicographic, bibliographic, data survey, etc.) which were unknown or hardly accessible for scientific research.

Papers classified as scientific must have at least two positive reviews.

The list of referees of the Military Technical Courier can be viewed at:

<http://www.vtg.mod.gov.rs>.

If the journal contains non-scientific contributions as well, the section with scientific papers should be clearly denoted in the first part of the Journal.

Professional articles:

1. Professional paper (contribution offering experience useful for improvement of professional practice but not necessarily based on scientific methods);
2. Informative contribution (editorial, commentary, etc.);
3. Review (of a book, software, case study, scientific event, etc.).

Language

The article can be in Serbian, English or other language used in international communication in a particular scientific field (Russian, German or French).

The grammar and style of the article should be of good quality. The systematized text should be without abbreviations (except standard ones). All measu-

rements must be in SI units. The sequence of formulae is denoted in Arabic numerals in parentheses on the right-hand side.

Abstract and summary

An abstract is a concise informative presentation of the article content for fast and accurate evaluation of its relevance. It is both in the Editorial Office's and the author's best interest for an abstract to contain terms often used for indexing and article search. The abstract describes the purpose of the study and the methods, outlines the findings and state the conclusions. A 100- to 250-word abstract should be placed between the title and the keywords with the body text to follow. Besides an abstract in Serbian (Russian, German or French), articles in Serbian (Russian, German or French) are advised to have a summary in English, at the end of the article, after the Reference list. The summary should be structured and long up to 1/10 of the article length (it is more extensive than the abstract). It can start with the translated Serbian (Russian, German or French) abstract from the beginning of the article with translated main headings, subheadings and major conclusions to follow (Reference list is not translated). The structured summary should also contain the proportional informative parts of the text below the headings and subheadings. The summary in English is followed by its Serbian (Russian, German or French) version for the Editorial Office to perform checking and proofreading.

Keywords

Keywords are terms or phrases showing adequately the article content for indexing and search purposes. They should be allocated heaving in mind widely accepted international sources (index, dictionary or thesaurus), such as the Web of Science keyword list for science in general. The higher their usage frequency is, the better. Up to 10 keywords immediately follow the abstract and the summary, in respective languages.

Article acceptance date

The date of the reception of the article, the dates of submitted corrections in the manuscript (optional) and the date when the Editorial Board accepted the article for publication are all given in a chronological order at the end of the article.

Acknowledgements

The name and the number of the project or programme within which the article was realised is given in a separate note at the bottom of the first page together with the name of the institution which financially supported the project or programme.

Article preliminary version

If an article preliminary version has appeared previously at a meeting in a form of an oral presentation (under the same or similar title), this should be stated in a separate note at the bottom of the first page. An article published previously cannot be published in the *Military Technical Courier* even under a similar title or in a changed form.

Tables and illustrations

All the captions should be in the original language as well as in English, together with the texts in illustrations if possible. Tables are typed in the same style as the text and are denoted by Arabic numerals at the top. Photographs and drawings, placed appropriately in the text, should be clear, precise and suitable for reproduction. Drawings should be created in Word or Corel.

Citation in the text

Citation in the text must be uniform. When citing references in the text, use the reference number set in square brackets from the Reference list at the end of the article.

Footnotes

Footnotes are given at the bottom of the page with the text they refer to. They can contain less relevant details, additional explanations or used sources (e.g. scientific material, manuals). They cannot replace the cited literature.

Reference list (Literature)

The cited literature encompasses bibliographic sources such as articles and monographs and is given in a separate section in a form of a reference list. References, quoted in square brackets, are not translated to the language of the article. A bibliographic entry for a book contains the author's surname and first name initial, book title, publisher, place and year of publication. A bibliographic entry for an article contains the author's surname and first name, article title, journal title, issue number, year of publication and page numbers. Titles of cited national journals are given in their full or shortened original form, but never translated. Web references are given with the retrieval date. Citations in the body of the text are necessary. Numbers in square brackets must correspond to the numbers in the Reference list at the end of the article. It is highly advisable to use full format references supported by leading international evaluation bases as well as the Serbian Citation Index. Here are the recommended style guides:

1. APA – Publication Manual of the American Psychological Association,
2. CBE – Council of Biology Editors Manual, Scientific Style and Format,
3. Chicago – The Chicago Manual of Style,
4. Harvard – Harvard Style Manual,
5. Harvard-BS – Harvard Style Manual – British Standard,
6. MLA – Modern Language Association Handbook for Writers of Research Papers and
7. NLM – The National Library of Medicine Style Guide for Authors, Editors, and Publishers.

The formatting given in the following instructions is also acceptable:

1. American Chemical Society (ACS) Style Guide and
2. American Institute of Physics (AIP) Style Manual.

In journal evaluation systems, non-standard, insufficient or inconsequent citation is considered to be a sufficient cause for denying the scientific status to a journal.

The article should be accompanied with a cover letter with the information about the author(s): surname, middle initial, first name, citizen personal number, rank, title, e-mail address, affiliation address, home address including municipality, phone number in the office and at home (or a mobile phone number), bank account and the name of the bank.

If there are more authors, their share in the article should be given in percents for honorarium calculation purposes.

The cover letter should state the type of the article and tell which illustrations are original and which are not.

All articles are peer reviewed. All authors and reviewers are paid an honorarium on publication of the article.

Address of the Editorial Office:
Vojnotehnički glasnik, 11000 Beograd,
Braće Jugovića 19.
E-mail: vojnotehnicki.glasnik@mod.gov.rs.
Managing Editor
Nebojša Gaćeša
nebojsa.gacesa@mod.gov.rs
tel.: +381 11 3349 497, +381 64 80 80 118

MEDIJA CENTAR „ODBRANA“

- Braće Jugovića 19, 11000 Beograd •
- Telefoni: (011) 3201-995 i 23-995
Telefaks: (011) 3241-009 •
- Tekući račun: 840-49849-58 • PIB: 102116082
- Broj potvrde o evidentiranju za PDV: 135328814 •

POZIV NA PRETPLATU ZA 2011. GODINU

Pretplaćujemo se na časopis:

br. primeraka

1. „Vojnotehnički glasnik“

Godišnja pretplata 1.200,00 dinara

Prilikom uplate pozvati se na broj: 54

.....

2. „Novi glasnik“

Godišnja pretplata 1.800,00 dinara

Prilikom uplate pozvati se na broj: 53

.....

3. „Vojno delo“

Godišnja pretplata 1.400,00 dinara

Prilikom uplate pozvati se na broj: 51

.....

Pretplatne cene važe do 31. 12. 2011. godine.

Broj primeraka izdanja koja se naručuju upisati u narudžbenicu, a primerak narudžbenice sa dokazom o izvršenoj uplati na gore navedeni tekući račun poslati na gore navedenu adresu.

Kupac

tel.:

Mesto

Ulica

br.

Potpis naručioca

M. P.

.....

Likovno-grafički urednik
mr *Nebojša* Kujundžić
e-mail: nebojsa.kujundzic@mod.gov.rs

Tehničko uređenje
Zvezda Jovanović

Lektor i korektor
Sladjana Mirčevski
e-mail: sladjana.mirceviski@mod.gov.rs

Prevod na engleski
Jasna Višnjić, profesor
e-mail: visnjicjasna@yahoo.com

CIP – Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

623+355 / 359
355 / 359

ВОЈНОТЕХНИЧКИ гласник : научни часопис
Министарства одбране Републике Србије =
Military technical courier : scientific
periodical of the Ministry of Defence of the
Republic of Serbia / одговорни уредник
Небојша Гаћеша. - Год. 1, бр. 1 (1953) -
- Београд (Браће Југовића 19) : Министарство
одбране Републике Србије, 1953- (Београд :
Војна штампарија). - 24 cm

Доступно и на:
<http://www.vtg.mod.gov.rs/index-2.html>. -
Месечно. - Друго издање на другом медијуму:
Vojnotehnički glasnik (Online) = ISSN
2217-4753
ISSN 0042-8469 = Војнотехнички гласник
COBISS.SR-ID 4423938

Cena: 350,00 dinara
Tiraž: 850 primeraka

Na osnovu mišljenja Ministarstva za nauku,
tehnologiju i razvoj Republike Srbije,
broj 413-00-1201/2001-01 od 12. 9. 2001. godine,
časopis „Vojnotehnički glasnik“ je publikacija
od posebnog interesa za nauku.

UDC: Narodna biblioteka Srbije, Beograd

ISSN 0042-8469



9 770042 846003