

**Dr Milenko Živaljević,**  
pukovnik, dipl. inž.  
Uprava za snabdevanje SMO,  
Beograd

**Dr Dragana Bečejski-Vujaklija,**  
dipl. inž.  
Institut za materijale,  
Beograd

## INTEGRISANI INFORMACIONI SISTEM ZA ODRŽAVANJE BORBENIH VAZDUHOPLOVA

UDC: 623.746.094-7:007.5

### Rezime:

*U radu su predstavljeni određeni segmenti informacionog sistema održavanja borbenih vazduhoplova, koji su neophodni za postizanje visoke efektivnosti i bezbednosti letenja. Održavanje borbenih vazduhoplova danas se u svetu organizuje primenom metodologije održavanja prema pouzdanosti, koja zahteva neprekidno praćenje i ocenjivanje dostignutog nivoa pouzdanosti tokom čitavog veka upotrebe, što je moguće ostvariti podrškom odgovarajućeg informacionog sistema.*

*Ključne reči: informacioni sistem, borbeni vazduhoplov, održavanje, pouzdanost.*

---

## INTEGRATED INFORMATION SYSTEM FOR COMBAT AIRCRAFT MAINTENANCE

### Summary:

*This work presents specific segments of an information system for maintaining combat aircraft. The existence of an information system for combat aircraft maintenance is a prerequisite for their high quality maintenance and achieving high efficiency and flight safety. The application of the maintenance methodology according to reliability, where aircraft maintenance is included, imposes the necessity for continuous following and estimation of the achieved reliability level of combat aircraft and effective control during the whole period of usage.*

*Key words: information system, combat aircraft, maintenance, reliability.*

---

### Uvod

Za bezbednost letenja vrlo je značajno održavanje vazduhoplova, ali se kao poseban zahtev u vazduhoplovstvu ističe i poznavanje kompletne „istorije“ sistema, jer podaci i informacije iz prošlosti mogu uspešno da se upotrebe za anticipaciju budućnosti [1]. Relevantne i kontinualne informacije koje se dobijaju o ponašanju jednog sistema mogu odlučujuće uticati na razvoj sistema iste ili slične namene, ali poboljšanih karakteristika.

Navedena činjenica koristi se kao značajan motiv pri modifikaciji postojećih vazduhoplova, ali i pri održavanju radi njegove optimizacije.

Održavanje borbenih vazduhoplova organizuje se primenom tzv. metodologije održavanja prema pouzdanosti. Ova metodologija zahteva neprekidno praćenje i ocenjivanje dostignutog nivoa pouzdanosti borbenih vazduhoplova tokom čitavog veka njihove upotrebe, što je moguće obezbediti uz podršku odgovarajućeg informacionog sistema.

Prikupljanje, prenos, arhiviranje, obrada podataka i njihovo transformisanje u informacije, neposredan je zadatak svakog informacionog sistema.

Pri projektovanju informacionog sistema, čiji je zadatak upravljanje održavanjem, potrebno je respektovati još neke dodatne kriterijume koji odražavaju njegovu specifičnost, i to:

- koji su nivoi održavanja na kojima će se sistem koristiti;
- koje „istorijske“ podatke i informacije sistem treba da obuhvati;
- koji period treba da obuhvate „istorijski“ podaci;
- kako je standardizovan način korišćenja podataka i informacija;
- kakav je stručni i tehnički profil korisnika informacija;
- kakva je učestanost potrebe za podacima i informacijama.

Kvalitetan informacioni sistem za potrebe održavanja ima mnogo šire informacione resurse koje koristi, u odnosu na standardne informacione sisteme opšte namene.

### **Informacioni sistem za održavanje borbenih vazduhoplova**

Povećanje udarne moći i operativnosti ratnog vazduhoplovstva podrazumeva maksimalno iskorišćenje borbenih vazduhoplova. Da bi ovaj uslov bio ispunjen srednje vreme boravka vazduhoplova na zemlji treba da bude što kraće, a zavisi, pre svega, od pouzdanosti, eksploatacione tehnološkičnosti i organizacije opsluživanja i održavanja vazduhoplova, uvežbanosti i obučenosti kadra vazduhoplovnotehničke službe, raspoložive infrastrukture namenjene za vazduhoplovnotehničko održavanje i materijalnih resursa po vazduhoplovnotehničkom snab-

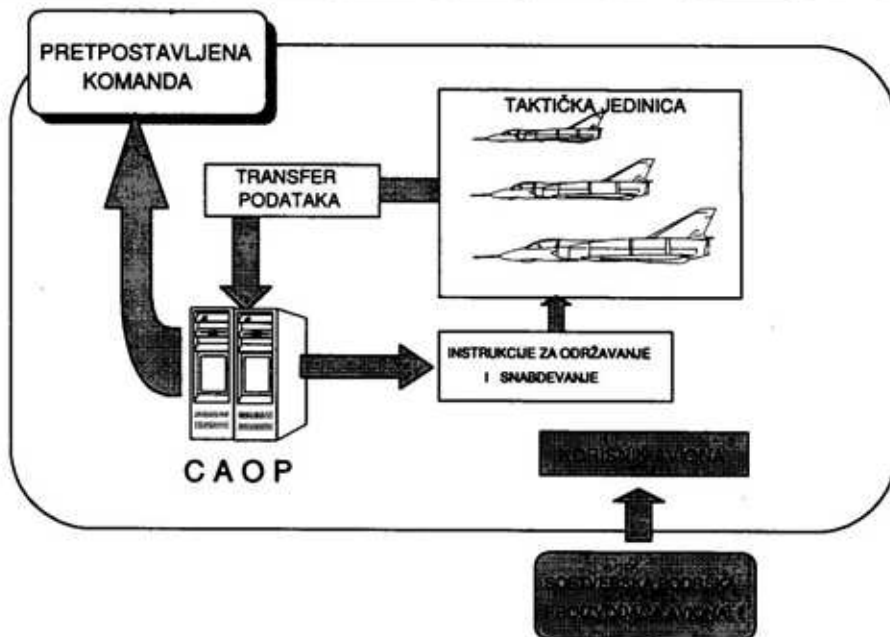
devanju. Pošto se znatan deo vremena koristi za održavanje borbenih vazduhoplova, razumljivo je nastojanje rukovodećih struktura da se ovo vreme skрати uz istovremeno smanjenje troškova.

Jedan od uslova za kvalitetno održavanje, a time i za ostvarenje visoke efektivnosti borbenih vazduhoplova, jeste postojanje kompleksnog informacionog sistema za vazduhoplovnotehničko obezbeđenje čiji je podsistem informacioni sistem za vazduhoplovnotehničko održavanje.

Logično je da se o informacionom sistemu za održavanje borbenih vazduhoplova počne razmišljati i stvarati njegova koncepcija još pri konstrukciji, a naročito pri alokaciji pouzdanosti sistema vazduhoplova. U tom smislu treba razgraničiti i odgovornosti na pojedinim nivoima za nastanak, funkcionisanje i efikasno korišćenje informacionog sistema.

Za uspostavljanje informacionog sistema za održavanje potrebno je obezbediti: matematičke modele za praćenje pouzdanosti, što je kod savremenih aviona zadatak projektanta, odnosno proizvođača i odgovarajuće baze podataka koje se projektuju na osnovu matematičkih modela a realizuje ih korisnik aviona.

Na slici 1 prikazan je tok formiranja i slanja podataka i povratka informacija o održavanju borbenih aviona, počev od proizvođača, preko taktičke jedinice, do najviših nivoa komandovanja, što predstavlja idejnu skicu sistema za upravljanje održavanjem [6]. Uočljivo je da se radi o zatvorenom sistemu podataka i informacija, što omogućava kontinualan proces odlučivanja o održavanju. Proizvođač aviona, pri projektovanju, izrađuje deo softverske podrške (matematičke modele) koju dostavlja korisniku aviona (taktičkoj jedinici i centru za automatsku



Sl. 1 – Cirkulacija podataka i informacija na svim nivoima logističke podrške

obradu podataka – CAOP-u). Podatke neophodne za ocenu pouzdanosti (o otkazima) prikuplja taktička jedinica na osnovu dobijenih instrukcija proizvođača i šalje ih magistralom za transfer podataka CAOP-u. Centar za automatsku obradu podataka vrši njihovu obradu i u vidu instrukcija za održavanje i snabdevanje vraća ih nazad u taktičku jedinicu. Istovremeno, izveštava pretpostavljenu komandu o postignutom nivou pouzdanosti, preduzetim merama i datim instrukcijama, za održavanje, taktičkoj jedinici. Na taj način, obezbeđena je cirkulacija potrebnih podataka i informacija o pouzdanosti i održavanju borbenih aviona na svim nivoima logističke podrške.

### Elementi informacionog sistema za održavanje borbenih vazduhoplova

Održavanje borbenih vazduhoplova obuhvata:

- pripremu vazduhoplova za upotrebu;
- otklanjanje otkaza;
- povremene preglede;
- izvršenje modifikacija;
- remont;
- sistematsku kontrolu tehničkog stanja vazduhoplova tokom veka upotrebe;
- čuvanje, kada je vazduhoplov van upotrebe.

Na osnovu ovih delatnosti, cilj i zadatak informacionog sistema za održavanje mogao bi se iskazati kroz:

- permanentno prikupljanje i arhiviranje podataka čijom se obradom dobijaju informacije o pouzdanosti, održavanju, troškovima, elementima logističke podrške, ostvarenim učincima, itd.;
- obezbeđenje potpune „istorije“ o ponašanju i otkazima borbenog vazduhoplova, koja ima odlučujući uticaj na raz-

voj sistema iste ili slične namene, ali poboljšanih karakteristika.

Ovakav pristup nameće potrebu formiranja više baza podataka koje moraju da sadrže sve neophodne parametre za dobijanje kvalitetnih informacija o pouzdanosti delova, agregata i sistema, za ocenu kvaliteta remonta, održavanja i eksploatacije, za praćenje optimalnih zaliha rezervnih delova, za formiranje programa održavanja, razradu zahteva za povišenje nivoa pouzdanosti i eksploatacione tehnološkičnosti sistema i vazduhoplova u celini, itd.

Radi realizacije ovih zadataka neophodno je formiranje sledećih baza podataka:

B1. – Baza operativno-tehničkih podataka o vazduhoplovnotehničkim materijalnim sredstvima (VTMS), sledeće strukture:

– B1.1 – Operativno-tehnički podaci o vazduhoplovima i vitalnim sklopovima i podsklopovima vazduhoplova;

– B1.2 – Operativno-tehnički podaci o vazduhoplovnom naoružanju (vođenom i nevođenom) i njegovim vitalnim sklopovima i podsklopovima;

– B1.3 – Operativno-tehnički podaci o sredstvima za opsluživanje vazduhoplova i njegovim vitalnim sklopovima i podsklopovima.

B2. – Baza podataka o resursima, planovima i programima vazduhoplovnotehničkog održavanja.

B3. – Baza operacija preventivnog održavanja vazduhoplova (povremeni pregledi, kontrolni pregledi, vanredni pregledi, baždarenje opreme, itd.).

B4. – Baza eksploatacionih intervencija i praćenja neispravnosti, sa algoritmima za ocenu pouzdanosti delova, sklopova i agregata sistema.

B5. – Baza podataka o modifikacijama.

B6. – Baza tehnološke dokumentacije proizvodnje i remonta, naučnotehničkih informacija (bibliotečkih) i informacija izdavačke delatnosti.

B7. – Baza raspoloživih materijalnih resursa (rezervni delovi, pogonske materije, maziva, itd.).

B8. – Baza operativno-tehničke evidencije infrastrukture vazduhoplovnotehničkog održavanja (radionice, automatizovana skladišta, stajanke, armirano-betonska skloništa za avione (ABS), stanice za proveru raketa vazduh–vazduh, itd.).

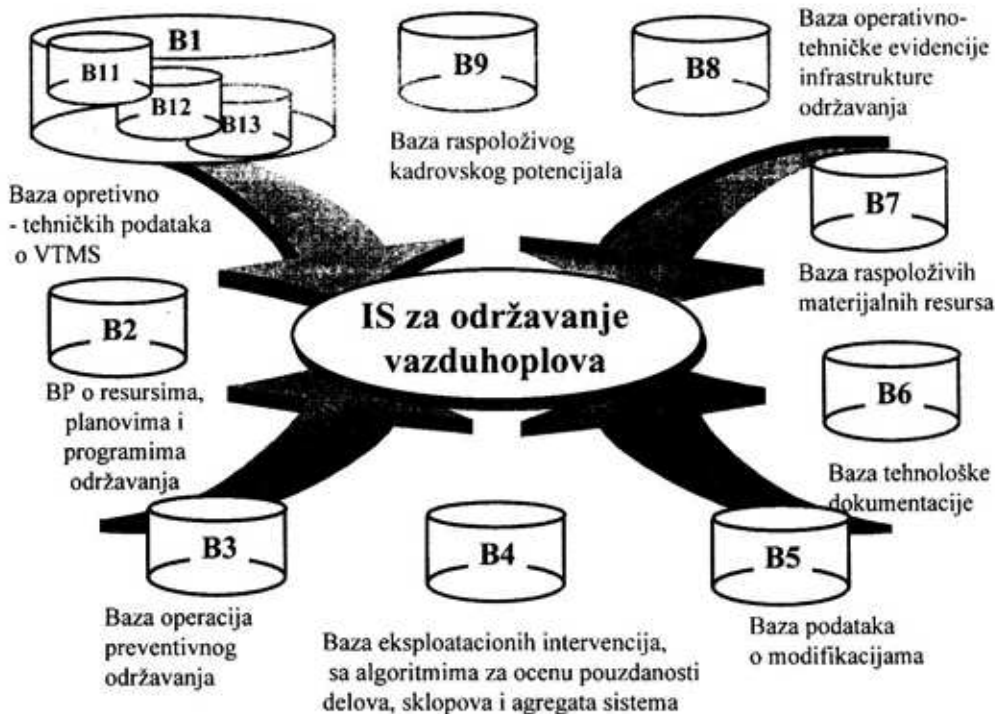
B9. – Baza kvantitativnih i kvalitativnih pokazatelja raspoloživog kadrovskog potencijala namenjenog za vazduhoplovnotehničko održavanje.

Za održavanje borbenih vazduhoplova, koje je zasnovano na održavanju prema pouzdanosti, od posebnog je značaja postojanje kvalitetne baze podataka B4, kojoj je posvećena i posebna pažnja u ovom radu.

### **Prikupljanje podataka o otkazima**

Radi neprekidnog ocenjivanja dostignutog nivoa pouzdanosti borbenih vazduhoplova i efikasnog upravljanja njome, neophodno je obezbediti da se o svim značajnijim događajima, posebno otkazima, neprekidno, tokom čitavog veka upotrebe, prikupljaju odgovarajući podaci. Da bi „sirovi“ podaci postali informacije, oni se, pre smeštanja u odgovarajuće baze podataka, moraju obraditi.

Radi sticanja pravovremenih i upotrebljivih podataka za obradu u informacionom sistemu neophodno je, umesto obrazaca koji opterećuju jedinice nepotrebnim administriranjem, uspostaviti si-



Sl. 2 – Informacioni resursi potrebni sistemu za održavanje borbenih vazduhoplova

stem za automatski prenos podataka sa sledećim eventualno mogućim šiframa:

- sedmica, godina;
- naziv jedinice;
- ev. br. – evidencijski broj aviona;
- A – vrsta neispravnosti (otkaza);
- B – sistem;
- C – otkrivena neispravnost;
- D – posledice neispravnosti;
- E – uzrok – odgovornost;
- F – način opravke;
- G – mere;
- H – VTUP, slika, pozicija;
- I – naziv dela;
- J – vreme naleta do otkaza;
- K – utrošeno vreme za opravku;
- L – izvršeni radovi (50 ČPP, 100 ČPP, 200 ČPP, jednogodišnji pregled);
- M – utrošeno vreme (h) za izvršenje radova u jedinici (ljudstvo jedinice);

- N – utrošeno vreme (h) za izvršenje radova i opravke u jedinici (VZ i RO);
- O – izgubljeni tehnički (T) i materijalni (M) dani;
- P – datum prijema aviona u jedinicu;
- R – datum predaje aviona;
- S – broj letova tokom meseca;
- T – časova i minuta naleta tokom meseca;
- Opis – kratak opis kvara ili radova tokom meseca, da li je neophodna pomoć i čija.

Jedinica treba da dostavlja ovakav izveštaj o izvršenim radovima na avionima tokom sedmice, magistralom za transfer podataka, s tim što bi ovim izveštajem bili obuhvaćeni svi otkazi (zbog kojih se komponente menjaju i



koje se otklanjaju u jedinici) i vreme utrošeno za opravku. Jednom mesečno, u poslednjoj sedmici, zajedno sa ostalim informacijama za tu sedmicu, treba da se dostavljaju i podaci o ostvarenom naletu za svaki avion.

### Softver za obradu podataka

Zahtevi koje softver za obradu podataka o otkazima treba da zadovolji mogu se svesti na sledeće [6]:

- mora verno da odražava ukupnu logiku realnog sistema;
- strukturiranje podataka mora biti jednostavno i jednoznačno, na osnovu raspoloživih ulaznih podataka;
- proces obrade mora biti kratak;
- izlazne informacije moraju biti jasne i nedvosmislene;
- softver ne sme zahtevati nova ulaganja u hardver.

Sagledavajući navedene zahteve i specifičnosti registrovanja otkaza borbenog aviona, projektovano je sedam datoteka podataka, od kojih su tri namenjene za unos podataka o otkazima, naletu i osnovnim podacima o avionima, a četiri

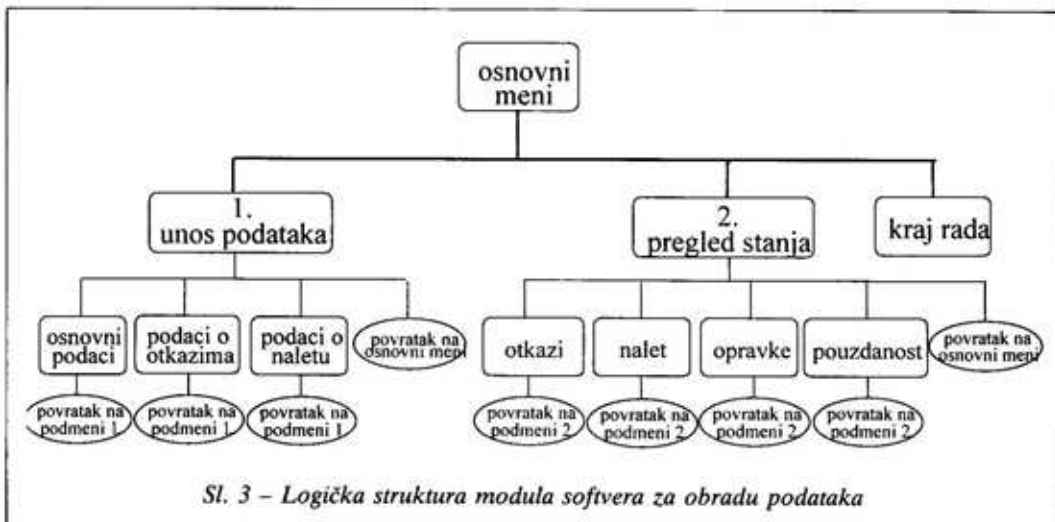
su kontrolnog karaktera i namenjene su za čuvanje etalon-podataka o sistemima i delovima aviona.

Datoteke su integrisane u jedinstvenu bazu podataka softverom koji je realizovan u programskom jeziku CLIPPER. Time je omogućen interaktivan rad, unos podataka u bazu i dobijanje potrebnih podataka iz baze za dalju obradu. Odabran je softverski alat koji nije zahtevan u pogledu potrebnog hardvera, kako bi se omogućio rad na postojećoj opremi, bez dodatnih ulaganja.

Radi omogućavanja kontinualne kontrole unosa podataka i njihovog pregleda, softver predviđa sortiranje podataka (prema evidencijskom broju aviona, po šifri sistema i podšifri dela i po datumu nastanka otkaza).

Pored samih podataka o otkazima koji predstavljaju osnovu ovog segmenta informacionog sistema, bitne elemente čine i tokovi podataka, kao i procedure unošenja podataka u računar (bazu podataka). Logička struktura modula softvera za obradu podataka prikazana je na slici 3.

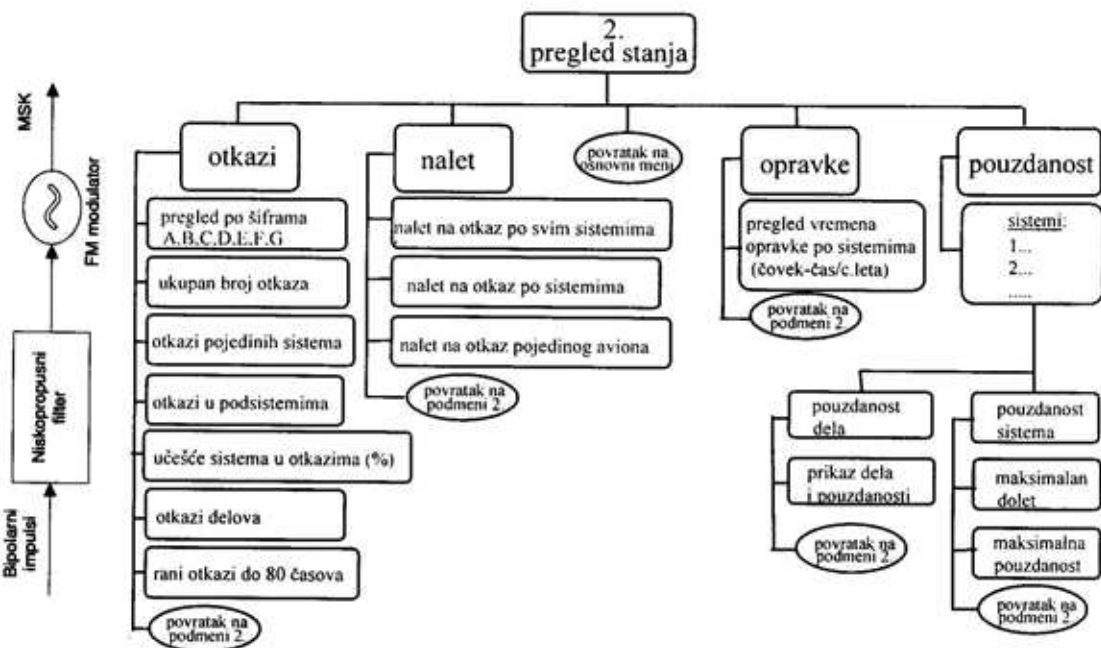
Sledeće bitno obeležje softvera za obradu podataka je sadržaj i oblik izla-



Sl. 3 – Logička struktura modula softvera za obradu podataka



Sl. 4 – Logička struktura modula za unos podataka o otkazima



Sl. 5 – Logička struktura modula za informacije (pregled stanja)

znih izveštaja [5]. Sadržaj izveštaja se kreira tako da omogući donošenje kvalitetnih odluka koje će biti progresivne u odnosu na postojeće stanje.

Radi omogućavanja kontinualne kontrole unosa podataka i njihovog pregleda, softver predviđa sortiranje podataka (prema evidencijskom broju aviona, po šifri sistema i podšifri dela i po datumu nastanka otkaza), što je prikazano na slici 4.

U konkretnom slučaju, cilj obrade podataka je da se dobiju informacije o otkazima, naletu po jednom otkazu, o vremenu utrošenom na opravke (iskazanom u *čovjek čas rada / času leta*) i o pouzdanosti izvršenja zadatka za tri slučaja leta (maksimalni dolet, maksimalna pouzdanost i upotreba naoružanja).

Izlazne informacije prikazuju se u obliku izveštaja na ekranu. Logička interpretacija modula za izveštaje na ekranu prikazana je na slici 5.

## Zaključak

Projektovanje i realizacija celokupnog informacionog sistema za vazduhoplovnotehničko održavanje je obiman i izuzetno složen i odgovoran zadatak, jer

predstavlja preduslov za ostvarenje visoke bezbednosti letenja, uz istovremeno smanjenje troškova logističke podrške.

Ovako projektovan informacioni sistem može da se nadogradi elementima veštačke inteligencije, što bi omogućilo da se na osnovu dobijenih informacija poboljša kvalitet odlučivanja o održavanju aviona. Ugrađivanjem u informacioni sistem baza znanja o održavanju, pored već postojećih datoteka podataka o otkazima, dobio bi se ekspertni sistem koji bi omogućio punu optimizaciju procesa održavanja.

## Literatura:

- [1] Duboka, Č.; Todorović, J.; Arsenić, Ž.; Tomašević, D.: Računarski integrisano upravljanje održavanjem za velike vozne parkove, Naučni skup „Saobraćaj u gradovima“, Mašinski fakultet, Beograd, 1995.
- [2] Gould, H. I.: Efit guide to concept thermas in data procesing, London, 1971.
- [3] Dorđević, B.: Naučno-tehnološki progres i vazduhoplovno-tehničko obezbeđenje, Doktorska disertacija, Mašinski fakultet, Beograd, 1990.
- [4] Komljenović, Đ.; Živaljević M.; Arsenić Ž.: Informacioni sistem održavanja borbenih vazduhoplova, Međunarodni stručni skup „Vazduhoplovstvo-95“, Beograd, 1995.
- [5] Lazarević, B.: Projektovanje informacionih sistema I i II, Naučna knjiga, Beograd, 1985.
- [6] Todorović, J.: Inženjerstvo održavanja tehničkih sistema, Jugoslovensko društvo za motore i vozila, Novi Beograd, 1993.
- [7] Živaljević, M.: Prilog istraživanju sistema za praćenje pouzdanosti lovačkobombarderske avijacije i njenoja optimizacija, VTA, Beograd, 1996.