

# NEKI ASPEKTI RAZVOJA I MODERNIZACIJE VIŠENAMENSKIH BORBENIH AVIONA

Major mr *Slaviša Vlačić*, Tehnički opitni centar,  
Sektor za letna ispitivanja

## Rezime:

*Težište rada predstavljaju određeni aspekti razvoja i modernizacije savremenih višenamenskih borbenih aviona. Shodno velikom broju noviteta koje nosi razvoj svake nove generacije višenamenskih borbenih aviona, kao i obimne modernizacije postojećih, izdvojeni su samo najbitniji aspekti koji ih suštinski određuju i međusobno povezuju.*

*Ključne reči: višenamenski borbeni avion, konstrukcija, performanse, elektronska oprema, pogonska grupa, vatrena moć.*

---

## SEVERAL ASPECTS OF DEVELOPMENT AND MODERNIZATION OF CONTEMPORARY MULTIROLE COMBAT AIRCRAFT

### Summary:

*This paper focuses on some aspects of development and modernization of contemporary multirole combat aircraft. In compliance with a large number of innovations developed in every generation of multirole combat aircraft as well as comprehensive modernization of existing types, the main essential and interactive aspects are emphasized here.*

*Key words: Multirole combat aircraft, construction, performance, avionics, power group, fire power.*

## Uvod

**Z**načaj, uloga i procentualna zastupljenost višenamenskih borbenih aviona u borbenim efektivima savremenih vazduhoplovnih snaga glavni su faktori koji ovu kategoriju borbenih letelica opredeljuju kao najdinamičniju po pitanju razvoja i modernizacije. Shodno tome, odvajaju se enormna finansijska sredstva za programe koji, po pravilu, spadaju u red najskupljih vojnih programa.

Usavršavanje višenamenskih borbenih aviona odvija se, načelno, u dva pravca: jedan je razvoj potpuno novih vazduhoplova, svrstanih u petu generaciju višenamenskih borbenih aviona, dok je drugi pravac radikalna modernizacija postojećih tipova, uglavnom predstavnika četvrte generacije.

Premda se radi o dve različite generacije borbenih aviona, njihov razvoj, odnosno modernizaciju, potrebno je razmatrati jedinstveno, zbog međusobne povezanosti i uslovljenosti.

Pored određenih specifičnosti zapaža se da oba pravca karakteriše niz krupnih promena i to u različitim aspektima, od kojih su najbitniji aspekti konstrukcije, performansi, elektronske opreme, pogonskih grupa i vatrene moći/naoružanja. Ovi aspekti razvoja i modernizacije podudaraju se i na Istoku i na Zapadu, ali sa različito izraženim težištima.

Imajući to u vidu, u radu su prikazani i delimično analizirani prethodno navedeni aspekti.

## Višenamenski borbeni avioni

Višenamenski borbeni avioni predstavljaju osnovnu udarnu komponentu savremenih vazduhoplovnih snaga, uključujući i one najveće. Oni objedinjavaju niz karakteristika koje ih čine podesnim za podjednako uspešno izvođenje lovačkih, bombarderskih, jurišnih i izviđačkih zadataka.

Višenamenski borbeni avion nastao je od lovačkog aviona, koji je, po pravilu, tokom istorije vojnog vazduhoplovstva bio nosilac tehnološkog progressa. Njihova pojava vezana je za sedamdesete godine prošlog veka, a kao svojevrsni rodonačelnik navodi se američki *F-4 Fantom II* u kasnijim proizvodnim verzijama, koji pripada trećoj generaciji borbenih aviona. Pri bližem određenju pripadnosti aviona nekoj generaciji potrebno je imati u vidu postojanje mnoštva različitih podela, koje iste tipove aviona svrstavaju u različite generacije. Za potrebe ovog rada prihvaćena je podela u tabeli 1.

Tabela 1

Generacije borbenih aviona						
1. generacija	2. generacija	3. generacija	4. generacija	4.5 gen. (Zapad)	4+ / ++ gen. (Istok)	5. generacija
P-80, F-84, F-86 Sejbr, MiG-15, MiG-17, J29, Me-262, Gloster Meteor, Daso Uragan	Daso Miraž III, Draken, MiG-21, F-102, F-104, Lajtning	F-4 Fantom II, F-5, Herijer, MiG-23, MiG-25, Miraž F-1	Miraž 2000, F/A-18 C/D, Su-27, MiG-29, MiG-31, F-16 C/D i F-15 C/D	JAS 39 Gripen, Rafale, Eurofighter, F/A-18 E/F, Su-30 MKI, Su-35BM, F-16 E/F, MiG-29 K, MiG-35 i F-15 K	MiG-29M, Su-30 MKI, Su-33, Su-37/ MiG-35, Su-35 BM	PAK-FA (T-50), F-35, F/A-22

Iz tabele 1 uočava se specifičnost ruskog sistema označavanja po kojem se avioni „4.5“ generacije dele na avione koji pripadaju „4+“ generaciji (MiG-29M, Su-30 MKI, Su-33, Su-37) i njihove poboljšane varijante koje spadaju u „4++“ generaciju (MiG-35, Su-35 BM), dok se ti isti avioni po zapadnoj klasifikaciji svrstavaju u „4.5“ generaciju.

## Aspekti razvoja višenamenskih borbenih aviona

Razvoj kompleksnog borbenog sistema, kao što je višenamenski borbeni avion, odvija se kroz mnogobrojne aspekte koji su povezani i međusobno uslovljeni. Najbitniji aspekti razvoja su konstrukcija, performanse, pogonske grupe, elektronska oprema i vatrena moć, odnosno naoružanje.

*Konstrukcija.* Na svim savremenim borbenim avionima koji danas lete ili će uskoro poleteti, radi osetnijeg smanjenja mase i radarskog odraza znatan deo osnovne (noseće) strukture izrađen je od savremenih kompozita. Današnje stanje tehnike diktira da se dinamički najopterećeniji delovi strukture (koji iz eksploatacionih razloga treba da poseduju i veliki broj otvora, a time i koncentracije opterećenja), kao i delovi strukture izloženi visokim temperaturama i temperaturnim promenama, još uvek grade od metala, ali sa tendencijom da se i oni u bliskoj budućnosti zamene savremenim kompozitima. S obzirom na oštre zahteve u pogledu izdržljivosti i performansi savremenih vazduhoplova, kao i ograničenja u pogledu mase, glavni imperativ osvajanja novih konstrukcionih materijala jeste postizanje kompromisnog rešenja između zahteva za lakom konstrukcijom i visokim mehaničkim i manevarskim karakteristikama savremenog borbenog aviona. Radi usavršavanja procesa proizvodnje, lakše ponovljivosti proizvodnje pojedinih sklopova i delova strukture aviona i motora, lakše zamenljivosti delova, kao i poboljšanja pogodnosti za održavanje, u projektovanju novih letelica sve više se primenjuje princip modularne gradnje. To znači da se avion i motor sastoje od određenog broja većih sklopova ili modula koji se zasebno montiraju, a u eksploataciji zamenjuju kao celina bez naknadnih provera tolerancija ili ispitivanja [1]. Navedene karakteristike umnogome utiču na produžavanje životnog veka savremenih višenamenskih borbenih aviona koji će uveliko prevazići granicu od 30 godina.

*Stelt* osobina, uopšteno posmatrano, podrazumeva otežano otkrivanje i praćenje letelice radarskim i drugim sredstvima. Načelno se ostvaruje kompleksnim konstruktivnim merama na polju aerodinamičkog oblikovanja letelica radi smanjenja efektivne refleksne površine, kao i primenom specijalnih materijala i premaza za smanjenu refleksiju i upijanje radarskih signala. Stelt osobine obuhvataju i otežano vizuelno uočavanje (maskirno farbanje), smanjenje buke, redukovanje IC emisije, kao i efikasno upravljanje radio, radarskim i ostalim vrstama elektronske emisije kao demaskirajućim faktorima.

Konstrukcije savremenih borbenih aviona pete generacije podrazumevaju i unutrašnji prostor za smeštaj naoružanja, što je u uskoj vezi sa stelt osobinama i performansama.

Prvi serijski proizvedeni stelt avioni, F-117 i B-2, nisu bili nadzvučni niti su posedovali pogonsku grupu sa dopunskim sagorevanjem. Vrste radarski apsorbujućih premaza koji su tada primenjivani nisu dozvoljavali letenje po kiši niti držanje letelica van hangara. Ovi nedostaci prevaziđeni su razvojem aviona pete generacije.

*Performanse.* Osnovne performanse vezane za razvoj višenamenskih borbenih aviona odnose se na ostvarivanje karakteristika *superkrstarenja* i *supermanevrabilnosti*. *Superkrstarenje* predstavlja osobinu aviona da ekonomično krstari nadzvučnim brzinama bez upotrebe uređaja za dopunsko sagorevanje (forsaž). Uz odgovarajući aerodinamički oblik i upotrebu snažne i ekonomične pogonske grupe ova osobina olakšano se ostvaruje i smeštajem ubojnih sredstava u unutrašnjim spremnicima. Američki F/A-22 Raptor, predstavnik pete generacije (slika 1) dostigao je maksimalnu brzinu leta bez upotrebe forsaža od  $V_{\max} = 1,72$  Maha. Jedini avion 4.5 generacije koji je demonstrirao ovu osobinu i to u konfiguraciji sa šest raketa vazduh-vazduh je evropski Evrofajter/Tajfun ( $V_{\max} = 1,2$  Maha).

Sl. 1 – Američki F/A-22 Raptor je prvi avion pete generacije koji se nalazi u operativnoj upotrebi (izvor fotografije: USAF)



*Supermanevrabilnost* je definisana kao mogućnost borbenog aviona da izvede taktičke manevre sa kontrolisanim klizanjem, na napadnim uglovima koji se nalaze iznad napadnog ugla na kojem se ostvaruje maksimalna sila uzgona [2].

Ključni preduslovi za ostvarivanje *supermanevrabilnosti* na savremenim višenamenskim borbenim avionima su uređaj za otklanjanje vektora potiska i veliki odnos potisak/masa.

Osobina *superkrstarenja* je jedan od imperativa u razvoju višenamenskih borbenih aviona pete generacije. Sa druge strane, osobina *supermanevrabilnosti* se različito posmatra u konstrukcionim biroima na Istoku i Zapadu. Svi ruski avioni 4+, 4++ i 5. generacije (u razvoju) opremljeni su uređajima za otklanjanje vektora potiska, sa tendencijom da to uskoro budu isključivo uređaji sa mogućnošću vektorisanja potiska u svim pravcima. Jedini avion na Zapadu koji je opremljen uređajem za otklanjanje vektora potiska (dvodimenzionalnog tipa) danas je F/A-22 Raptor, dok se za osnovnu verziju aviona F-35 ovaj uređaj ne razmatra. Smatra se [3] da zapadna vazduhoplovstva prednost daju razvoju uređaja i sredstava za borbu u BVR (Beyond Visual Range – izvan vizuelnog dometa) uslovima, dok je ostvarivanje *supermanevrabilnosti* od sekundarnog značaja.

*Pogonska grupa.* Preovlađujući tip pogonske grupe savremenih višenamenskih borbenih aviona su turboventilatorski mlazni motori niskog i srednjeg stepena dvostrujnosti, opremljeni komorom dopunskog sagorevanja. Razvoj novih pogonskih grupa danas je retkost, a vezan je isključivo za projekte razvoja borbenih aviona novih generacija. Najnaprednije pogonske grupe današnjice predstavljaju motori Pratt & Whitney F119-PW-100 i F-136 (SAD, serijska proizvodnja), odnosno Saturn AL-41F (Rusija, predserijska proizvodnja).

U odnosu na motore prethodne generacije koje reprezentuje F100-pw-200, motor F119-pw-100 obezbeđuje 100% veći potisak bez dopunskog sagorevanja, 50% više potiska sa dopunskim sagorevanjem i ima za 10–15% manju specifičnu potrošnju goriva. To je ostvareno uz 40% manje delova, uz dodatnih 75% radova manje na redovnom održavanju.

Zahtev za postizanje visokog odnosa potisak/masa realizovan je sa manjim brojem stepeni kompresora i turbine. Performansa *superkrstarenja* postignuta je na račun povećanja radne temperature na turbini, pri čemu nije smanjen radni vek motora [4].

Uopšteno posmatrano, dalji razvoj pogonskih grupa odvija se u pravcu povećanja potiska, smanjenja mase motora, niže potrošnje, dužih resursa, smanjenih operativnih troškova i integracije uređaja za vektorisanje potiska. Ovaj razvoj uslovljen je ne samo novim konstruktivnim rešenjima i daljom digitalizacijom upravljanja i kontrole rada motora već, pre svega, napretkom na polju tehnologije materijala.

*Elektronska oprema.* Razvoj i implementacija nove elektronske opreme na avionima pete generacije predstavlja najprogresivniji aspekt razvoja višenamenskih borbenih aviona.

Prvi i najznačajniji element je pojava AESA radara (AESA – Active Electronically Scanned Array), odnosno radara koji poseduju antensku rešetku sa aktivnim elektronskim skeniranjem, što se smatra jednom od najznačajnijih prekretnica u istoriji razvoja radara [5].

Glavne prednosti AESA radara su: manja masa, veći domet radara ( $\geq 300$  km), poboljšana rezolucija pri mapiranju terena, mogućnost istovremenog rada u više različitih modova (vazduh-vazduh, vazduh-zemlja), veći broj ciljeva koji se mogu pratiti i istovremeno na njih dejstvovati ( $\approx 30$  praćenje/8 dejstvo), veća pouzdanost rada. Kao mana se, osim cene, navodi otežano hlađenje radara.

Radarska slika ostvarena AESA radarom je vrlo visoke rezolucije i omogućava prepoznavanje zemaljskih ciljeva na daljinama većim od 100 km.

Sa 5. generacijom izvršena je dalja integracija i usavršavanje optoelektronskih senzora – laserskog označavača/daljinomera, termovizijske i TV kamere, koji omogućavaju pasivno pretraživanje, otkrivanje, praćenje i označavanje ciljeva u vazдушnom prostoru i na zemlji, na daljinama i do 45 km, kako u dnevnim, tako i u noćnim uslovima.

Senzorska tehnika za otkrivanje radarskog ili laserskog ozračenja, kao i lansiranja protivničkih raketa, omogućava automatsku samozaštitu aviona primenom aktivnog elektronskog i pasivnog ometanja.

Primena inercijalnog i globalnog pozicionog navigacionog sistema (INS/GPS) i trodimenzionalne pokretne mape obezbeđuje preciznu autonomnu navigaciju do cilja [6].

Jedan od ciljeva koji je, takođe, ostvaren sa avionima 5. generacije jeste i postizanje visokog nivoa integracije pilot–letelica. Pilotska kabina je zamišljena kao radno mesto, na kojem visokointegrirani sistem avionike umnogome rasterećuje pilota tokom leta i omogućuje mnogo veći učinak sprege čovek–letelica. Naime, samo postojanje gornjeg i donjih prikazivača visoke rezolucije sa velikim brojem prezentovanih informacija prikupljenih putem avionskih senzora stvara opasnost od zagušenja informacijama. Zato se danas uvode digitalni sistemi upravljanja sa brzim procesorima koji na osnovu potrebe pilota za precizno određenim informacijama obezbeđuju njihov optimalan broj. Pomenuti sistemi imaju mogućnost da, i bez intervencije pilota, samostalno procenjuju taktičku situaciju i predlažu donošenje odluke o upotrebi oružja [4].

Naročito značajan element razvoja višenamenskih borbenih aviona sa aspekta elektronske opreme jeste i pojava operativnih mrežnih sistema – veza za prenos podataka (data-linkova). Time se ostvaruje informacijska superiornost i visok nivo svesnosti o okruženju, realizovan putem umrežavanja višenamenskih borbenih aviona. Mrežni sistemi omogućava-

vaju brzu i zaštićenu razmenu velikog broja raznih informacija i to između borbenih aviona, AWACS-a, komandnih mesta, radarskih stanica, kao i ostalih zainteresovanih učesnika u borbenim dejstvima.

Dosadašnja praksa pokazala je da je takav jedan podsistem složen za ometanje i da umnogome smanjuje radno opterećenje pilota, istovremeno doprinoseći ukupnoj optimizaciji celog sistema. Danas se u operativnoj upotrebi nalazi više različitih mrežnih sistema koji se primenjuju na višenamenskim borbenim avionima [7]. Oni se razlikuju po nizu karakteristika, od kojih su najbitnije:

- količina podataka koja može da se prenese u jedinici vremena,
- broj umreženih učesnika,
- brzina protoka informacija,
- domet, i
- otpornost na ometanje.

*Vatrena moć/naoružanje.* Prethodno navedeni aspekti razvoja višenamenskih borbenih aviona povezani su jednim zajedničkim ciljem, a to je efikasno ispoljavanje vatrene moći višenamenskog borbenog aviona.

Razvoj i napredak sa aspekta vatrene moći usko je vezan za razvoj i optimalnu primenu vazduhoplovnih ubojnih sredstava, što je u uskoj funkcionalnoj vezi sa razvojem na polju konstrukcija, pogonskih grupa, performansi i naročito elektronske opreme višenamenskih borbenih aviona.

Savremena vazduhoplovna ubojna sredstva najdinamičniji razvoj doživljavaju na poljima raketnog i bombarderskog naoružanja za dejstvo po ciljevima na kopnu i moru, te raketnog naoružanja za dejstvo po ciljevima u vazdušnom prostoru. U domenu dejstva po površinskim ciljevima progres je ostvaren i ostvaruje se na temeljima GPS/INS sistema navođenja i razvoju tehnologije senzora (TV, laser, termovizija). Težište je na povećanju razorne moći, otpornosti na ometanje i većem dometu. Radi ostvarenja većeg dometa i izbegavanja zone efikasnog dejstva sistema PVO zapaža se pojava većeg broja mini krstarećih raketa za dejstva sa većih daljina (50 do 200 km) po značajnim i jako branjenim objektima, kao i rakete za dejstvo po plovnim objektima i radarskim stanicama [6].

Nezaobilazni imperativ predstavlja sposobnost potpuno autonomnog dejstva sa samostalnim laserskim označavanjem ciljeva na zemlji ili preciznim određivanjem njihovih koordinata tokom samog napada, kao i sposobnost dejstva protiv više različitih fiksnih i pokretnih ciljeva u okviru jednog leta.

U domenu dejstva po ciljevima u vazdušnom prostoru kvalitativan pomak i novu dimenziju borbe u vazdušnom prostoru pružaju mogućnosti AESA radara. U vezi s tim, u razvoju se nalazi više tipova raketa velikog dometa sa aktivnim radarskim samonavođenjem, u čemu prednjači Rusija. Ruskim raketama R-37 i R-172, okvirnog dometa 300 km, u potencijalnim borbenim scenarijima više nego ikada ugroženi su elementi borbenog poretka, kao što su avioni AWACS ili avio-cisterne.

Za dejstvo na malim udaljenostima, odnosno za blisku manevarsku vazдушnu borbu, razvijene su i konstantno se usavršavaju rakete R-73, AIM-9X, ASRAAM, Iris-T, Piton 5, sa IC glavama za samonavođenje povećane osetljivosti i širokog ugla zahvata cilja, koje omogućuju lansiranje raketa iz svih rakursa i položaja aviona, dok im novi sistem upravljanja sa usmeravanjem potiska obezbeđuje izuzetnu agilnost tokom leta ka cilju. Radi maksimalnog iskorišćenja potencijala raketa ove klase, pilotska kacija sa nišanom predstavlja neizostavan deo opreme na savremenim višenamenskim borbenim avionima.

## Aspekti modernizacije višenamenskih borbenih aviona

Modernizacija postojećih višenamenskih borbenih aviona danas se težišno odvija na temeljima tehničkih i tehnoloških dostignuća ostvarenih u razvoju poslednje, 5. generacije višenamenskih borbenih aviona. To je posebno izraženo u aspektima elektronske opreme i vatrene moći/naoružanja, a u manjoj meri performansi, konstrukcija i pogonskih grupa.

Sve ono što se razvija za 5. generaciju parcijalno se ugrađuje na avione 4. i 4.5 generacije. Tako se sa novim verzijama starijih aviona povećava procenat primene kompozitnih materijala. Osim benefita u konstruktivnoj masi aviona, koji stvaraju prostor za ugradnju nove opreme i integraciju naoružanja i unutrašnjih, kao i profilisanih gorivnih rezervoara (CFT – *Conformal Fuel Tanks*) veće mase, povećava se i resurs strukture aviona. Kako ne postoje mogućnosti za velike konstruktivne izmene koje bi smanjile radarsku uočljivost upotreba stela premaza je primarni element modernizacije u ovom aspektu.

Razvojem tehnologije materijala, koja je bila ključna za razvoj pogonskih grupa nove generacije bilo je moguće poboljšati i osobine postojećih tipova motora, što se reprezentuje kroz veći potisak i duže resurse. Ipak, i pored značajnih dobitaka u sili potiska, modernizovani avioni 4. generacije u najvećem broju slučajeva neće moći da postignu režim superkrstarenja inherentan 5. generaciji. Ugradnja izduvnika sa mogućnošću vektorisanja potiska i ostvarenja supermanevarabilnosti je realan proces, naročito u slučaju aviona ruske proizvodnje (MiG-35, Su-35BM).

Implementacija nove elektronske opreme identične onoj projektovanoj za avione 5. generacije čini postojeće tipove borbenih aviona 4. generacije i dalje aktuelnim i perspektivnim na tržištu, čime se njihova serijska proizvodnja produžava još najmanje jednu deceniju.

Ugradnjom AESA radara, mrežne, navigacijske i komunikacijske opreme, širokog spektra senzora novih generacija, opreme za elektronsko ratovanje i daljom digitalizacijom kabinskih prostora modernizovani avioni su u velikoj meri kompatibilni sa avionima 5. generacije.



Uz navedena poboljšanja ostvareni su i osnovni preduslovi efikasne integracije vazduhoplovnih ubojnih sredstava poslednje generacije. Zato danas praktično ne postoje razlike u asortimanu ubojnih sredstava modernizovanih aviona i aviona 5. generacije.

Modernizacija današnjih višenamenskih borbenih aviona više nije proces koji se odnosi samo na avione koji se duže vremena nalaze u operativnoj upotrebi. Brz razvoj elektronske opreme i naoružanja zahteva i odgovarajuću, brzu reakciju proizvođača i korisnika–naručioca zbog čega svaka naredna proizvodna serija aviona koji se nalaze u fazi proizvodnje uključuje niz novih karakteristika i mogućnosti. Tipični primeri su avioni Eurofajter, zajednički evropski proizvod, i francuski Rafal.

U tabeli 2 predstavljene su osnovne karakteristike savremenih višenamenskih borbenih aviona 4.5 i 5. generacije.

*Tabela 2*  
Osnovne karakteristike savremenih višenamenskih borbenih aviona 4.5 i 5. generacije

	Evrofajter/ Tajfun	F-35	F/A-18E Super Hornet	SU-30MKI Flanker	MiG-35	F-16C Blok 50	Rafal	F/A-22 Raptor	JAS39C Gripen
Raspon krila	11,28 m	10,70 m	13,62 m	14,70 m	12,00 m	10,95 m	10,90 m	13,56 m	8,40 m
Dužina	15,99 m	15,70 m	18,38 m	21,90 m	17,32 m	15,96 m	15,30 m	18,92 m	14,10 m
Površina krila	51,20 m <sup>2</sup>	42,70 m <sup>2</sup>	46,45 m <sup>2</sup>	62,00 m <sup>2</sup>	38,00 m <sup>2</sup>	50,00 m <sup>2</sup>	46,00 m <sup>2</sup>	78,04 m <sup>2</sup>	25,54 m <sup>2</sup>
Pogonska grupa	2 x 90 kN	178 kN	2 x 97,9 kN	2 x 125 kN	2 x 86,3 kN	130 kN	2x 75 kN	2x 169 kN	80,5 kN
Masa praznog	10,000 kg	12,020 kg	13,835 kg	17,000 kg	11,000 kg	10,500 kg	9,500 kg	19,500 kg	6,800 kg
Maks. poletna masa	21,000 kg	27,215 kg	29,938 kg	34,500 kg	22,700 kg	18,000 kg	26,000 kg	36,300 kg	14,000 kg
Masa u varijanti vazduh-vazduh	15,300 kg	16,500 kg	18,700 kg	24,900 kg	17,800 kg	13,200 kg	15,500 kg	26,000 kg	-
Performanse									
Maks. brzina (na visini)	Mah 2,0	Mah 1,6	Mah 1,8	Mah 2,3	Mah 2,4	Mah 1,9	Mah 1,8	Mah 2,0	Mah 2,0
Maks. brzina (na nivou mora)	Mah 1,0	Mah 1,0	Mah 1,0	Mah 1,2	Mah 1,2	Mah 1,2	Mah 1,0	Mah 1,2	Mah 1,1
Faktor opterećenja	+9/-3g	+9/-3g	+7,5/-3g	+9/-3g	+9/-3g	+9/-3g	+9/-3g	+9/-3g	+9/-3g
Unutrašnje gorivo	4,500 kg	8,165 kg	6,780 kg	9,640 kg	4,500 kg	3,500 kg	4,700 kg	8,300 kg	2,600 kg
Podvesne tačke	13	11	11	11	9	9	11	12	7
Rakete srednjeg dometa (MRAAM)	6	4	12	6	6	4	6	10	4
Rakete malog dometa (SRAAM)	4	2	2	4	4	4	2	2	2

## Zaključak

Unapređenje višenamenskih borbenih aviona, kao najmasovnije i najbitnije kategorije borbenih aviona današnjice, odvija se putem razvoja novih tipova višenamenskih borbenih aviona i modernizacije postojećih tipova.

Oba procesa su podudarna u temeljnim aspektima i odvijaju se na istim tehničko-tehnološkim osnovama. Principijelno su isti i na Istoku i na Zapadu i realizuju se kroz aspekte konstrukcije, performansi, pogonskih grupa, elektronske opreme i vatrene moći/naoružanja. U okviru ovih aspekata izdvajaju se sledeće najbitnije karakteristike: povećanje udela primene kompozita, modularnost gradnje, stela osobine (konstrukcija), režim superkrstarenja, supermanevrabilnost (performanse), povećanje potiska, vektorisani potisak (pogonska grupa), ugradnja AESA radara, data-linkova, senzorske tehnike naprednih generacija (elektronska oprema), kao i razvoj i integracija ubojnih sredstava većeg dometa, preciznosti i razorne moći.

Navedeni aspekti su međusobno povezani i uslovljeni, jer poboljšanja u jednom aspektu impliciraju i omogućavaju napredak u drugom.

Sličan odnos uočava se i u relaciji 5. generacije borbenih aviona i aviona 4. i 4.5 generacije. Tehnička i tehnološka rešenja ostvarena u razvoju 5. generacije neizostavno i obavezno nalaze svoju primenu u programima modernizacije aviona prethodne generacije, čime se amortizuju i opravdavaju izuzetno visoki troškovi razvoja novih aviona.

Zbog ispoljenog visokog stepena kompatibilnosti novorazvijenih i modernizovanih aviona i posledično sličnih borbenih mogućnosti, aktuelizovano je pitanje opravdanosti nabavke prvobitno poručenog broja aviona 5. generacije.

Već sada veliki resursi postojećih višenamenskih borbenih aviona i stepen njihove pogodnosti za modernizaciju tokom životnog veka navode veliki broj korisnika na odluku o modernizaciji ili kupovini radikalno modernizovanih aviona istog tipa. Zato se može očekivati da će do razvoja novih višenamenskih borbenih aviona dolaziti više radi tehnološkog prodora nego radi potrebe za njihovim masovnim uvođenjem. Broj novih tipova višenamenskih borbenih aviona, koji će se pojaviti u narednoj deceniji, imaće tendenciju daljeg opadanja, nasuprot programima modernizacije koji će doživeti dodatnu ekspanziju.

### *Literatura*

[1] Siladić, M.: Upravljanje resursima i vekom aviona i motora, BB Soft, Beograd, 2007.

[2] Herbst, W.: Supermaneuverability, Messerschmitt-Boelkow-Blohm GmbH Munich, 1984.

[3] Golan, J.: Thrust Vectoring, Air Forces Monthly, March 2008.

[4] Maoduš, D., Memon, G.: F-22 Raptor, Američki lovac za naredni vek, Aeromagazin, 4/98.

[5] Holpp, W.: The future of radar has begun, Military Technology, July 2006.

[6] Rendulić, Z., Mikić, A.: Razvoj savremenih borbenih aviona i aviona za obuku i njihova međusobna uslovljenost, Zbornik radova OTEH 2007.

[7] Vlačić, S.: Suštinske karakteristike višenamenskih borbenih aviona četvrte generacije, Zbornik radova OTEH 2007.