

# RAZRADA TEHNOLOŠKOG POSTUPKA PRI UGRADNJI I OPREMANJU INSTRUMENATA U VAZDUHOPLOVU

Đurković V. Sonja, D.O.O. „Utva“ A.I., Pančevo

OBLAST: mašinstvo

## Sadržaj:

*U radu je prikazan tehnološki postupak gradnje aviona malih gabarita i težine. Prikazana su opšta svojstva proizvodnje vazduhoplova, kao i posebnosti u proizvodnji vazduhoplova. Data je podela vazduhoplova i opšte karakteristike školsko-borbenog aviona lasta 95. Posebno je posmatran i analiziran tehnološki postupak sa osvrtom na tehnološke zahteve za konstrukciju alata i izradu elemenata i sklopova. Na kraju je dat zaključak sa predlogom organizacije službe tehnologije.*

Key words: *tehnologija gradnje vazduhoplova, završno opremanje, vazduhoplovna tehnologija.*

## Opšta svojstva proizvodnje vazduhoplova

Projektovanje i proizvodnja savremenih letelica predstavljaju izuzetno složen, dugotrajan i skup proces, koji zahteva angažovanje značajnih, stručnih i proizvodnih kapaciteta. Stoga razvoj i proizvodnja zauzimeju centralno mesto u tehnološkom razvoju.

Vazduhoplov predstavlja jedan od najkompleksnijih proizvoda industrije. Sama proizvodnja vazduhoplova obavlja se u *sintetičkom* proizvodnom procesu i *pojedinačnoj* proizvodnji, što je najsloženiji vid tehnološkog procesa.

Pri sintetičkom tehnološkom procesu proizvodi se dobijaju postepenim spajanjem većeg broja različitih materijala i proizvoda. Podrazumeva se da se materijali prerađuju u gotove delove, a delovi sklapaju u sklopove. Pojedinačna proizvodnja obavlja se kada se u proizvodnom procesu u isto vreme proizvodi samo jedan ili nekoliko proizvoda iste vrste, s tim što se u procesu proizvodi više raznih vrsta proizvoda.

## Posebnosti u proizvodnji vazduhoplova

Pored opštih svojstava postoje i neke *posebnosti* koje se dalje odnose na pitanja organizacije proizvodnje, od istraživačko-razvojnog rada, do serijske proizvodnje i prodaje proizvoda na tržištu. Svojstva su sledeća:

1. Vazduhoplovi se, uglavnom, proizvode za unapred poznatog kupca. Samo veliki proizvođači mogu proizvoditi lake i srednje civilne letelice za slobodno tržište, tj. nepoznatog kupca.

2. Dugačka je i skupa faza istraživanja (zavisno od veličine i složenosti, kao i organizovanosti celokupne industrije, traje od 5 do 10 godina) u koju ulaze: a) definisanje zadatka, b) izrada taktičke studije, c) izrada prethodne analize, d) izrada programa realizacije, e) početni razvoj, od idejnog projekta do izrade modela, f) prototipski razvoj, sa izradom statičke probe, izrade prototipa (u većini slučajeva 2), kao i završnog ispitivanja, g) izrada „0“-te, serije, h) serijska proizvodnja.

3. Obezbeđenje pogonske grupe, opreme i repromaterijala zavisi od mogućnosti svake zemlje.

4. Svaki vazduhoplov sastavljen je od 50 000 do 250 000 delova, ne računajući zakivke, vijke, podloške i delove od žice. Ovde je neophodno uspostaviti organizaciju procesa po kojem će se ti delovi sastavljati u više hiljada većih ili manjih podsklopova, sklopova i konačno formirati proizvod.

5. Proizvodnja, po pravilu, kasni sa rokovima, pre nego što su ugovori i potpisani, pa se stalno radi užurbano. Konstruktivne promene su sasvim normalna pojava, pri čemu je nekad potrebno vršiti izmene i na alatima i dokumentaciji. Zato je neophodno imati „osnovu“ koja se odnosi na letelicu od koje se promena sprovodi, pa se tako, na primer za letelice koje imaju karakter izmene „a“ sprovodi izmena, a za sve prethodne su nepromenjene.

6. Škart ima negativan uticaj. Pored direktnih troškova, ozbiljno negativan uticaj škarta jeste remećenje plana proizvodnje. Zato se skupi elementi sa greškama moraju odvojiti od lota i čekati rešenje, tj. popravku ili odbacivanje. Postupak lansmana se ponavlja za broj odbačenih komada.

7. Kontrola kvaliteta obavlja se posle svake operacije – od izdavanja materijala do predaje i transporta. Zato se, na primer, odgovorni elementi (klasa „a“) dodatno kontrolišu, putem epruveta, praćenja „šarže“ materijala i slično.

8. Ulazak u serijsku proizvodnju odvija se na osnovu krive uhodavanja.

9. Zaključak je da za svojstva vazduhoplovne proizvodnje mora postojati veliki udeo stručnog inženjerskog kadra, koji se u srednje razvijenima zemljama kreće 15–20%, dok se za udeo zaposlenih u razvoju (ne samo inženjera) kreće 15–25% od ukupnog broja zaposlenih. Treba pomenuti da u ovaj procenat ne ulaze vazduhoplovno-tehnički instituti koji imaju po nekoliko hiljada ljudi.

## Razvoj proizvoda

Razvoj vazduhoplova naraskidivo je povezan sa razvojem naprednih tehnologija, kroz uzajamnu uslovljenost. Zahtevi za boljim operativnim mogućnostima i boljim karakteristikama vazduhoplova podstiču *tehnološki razvoj*, koji će omogućiti da se oni zadovolje. Tehnološki razvoj dalje utiče na definisanje i formiranje novih generacija vazduhoplova, kao i same industrije koja ih proizvodi.

## Podela vazduhoplova

Vojni vazduhoplovi dele se na:

- lovačke avione, koji pripadaju novoj generaciji, imaju povećanu pokretljivost i smanjenu vidljivost za radare,
- školsko-borbene, koji se razvijaju evolutivnim usavršavanjem sadašnjih tipova,
- transportne avione, koji se razvijaju u dva pravca, kao: strateški i taktički transportni avioni,
- borbene helikoptere, koji pripadaju novijoj generaciji i imaju velike promene u konfiguraciji.

*Civilni vazduhoplovi dele se na:*

- dozvučne avione, koji se razvijaju evolutivno,
- nadzvučne saobraćajne avione, koji bi uz primenu najmodernije računarske tehnike, u maksimalnoj meri koristili kompozitne materijale, kao i nove metalne i keramičke materijale u strukturi i pogonskoj grupi,
- laku opštu avijaciju, čiji je razvoj usmeren na ekonomičnost, ali je primena ograničena ekonomskim ulaganjima,
- poljoprivrednu avijaciju, koja nastavlja razvoj sa klipnih na turboelisne pogonske grupe, uz poboljšanja u opremi,
- civilne helikoptere, koji će primenjivati prilagođene verzije vojnih helikoptera.

## Opšte karakteristike školsko-borbenog aviona *lasta 95*

Domaći školski avion (slika 1) proizvod je dugogodišnjeg rada naše naučnoistraživačke ustanove zadužene za razvoj i istraživanje sredstava naoružanja i vojne opreme – Vojnotehničkog instituta (VTI). Radni tim zadužen za razvoj aviona poslednjih je godina naporno i savesno radio na ovom projektu, uprkos mnogim teškoćama i preprekama na koje je nailazio. Avion je izrađen u pančevačkoj fabrici aviona „Utva“, a za njegovu svetsku promociju i probaj na svetsko tržište zadužen je „Jugoimport SDPR“.



Slika 1 – Školski avion „Lasta 95“  
Figure 1 – Lasta 95 trainer-fighter aircraft

Prva faza projekta je završena. Trenutno se radi na verifikaciji rezultata i dodatnom ispitivanju, koje zajednički sprovode VTI i TOC. Kada rezultati zadovolje, sledi zvanična procedura za usvajanje *laste 95* i u naoružanje Vojske Srbije, a nakon toga serijska proizvodnja [1,3,8].

*Lasta-95* je jednomotorni niskokrilac metalne konstrukcije, sa dva sedišta za pilote koja su postavljena jedno iza drugog. Uvlačeći stajni trap omogućava poletanje i sletanje sa betonskih i uređenih travnatih poletno-sletnih staza. Letelica je projektovana po postojećim svetskim standardima i opremljena savremenom elektronikom koja omogućava i GPS i radio-navigaciju. Avion je dug 7,97 m i visok 3,16 m, razmah krila mu je 9,71 m, a površina krila 12,9 m<sup>2</sup>. Pokreće ga šestocilindrični motor *Lycoming AEIO-540-L1B5D*. Opremljen je pozicionim svetlima, reflektorom za sletanje, svetlom za taksiranje i protiv sudara. U budućnosti može biti opremljen sa dva spoljna potkrilna nosača naoružanja, nosivosti od po 120 kg, koji mogu da nose kontejnere sa mitraljezima, višecevnim lanserom nevođenih raketnih zrna kalibra 57 mm ili dve avio-bombe mase po 100 kg. Minimalna brzina leta iznosi 105 km/h, a maksimalna 340 km/h, dolet iznosi 1.060 km, taktički radijus opterećenog aviona je 400 km, dok je plafon leta 5.200 m. Maksimalna brzina penjanja je 8,5 m/s, a masa praznog aviona je 850 kg.

*Lasta-95* ima male brzine sletanja i poletanja i oprašta greške neiskusnim pilotima. Zato je idealna pri selekciji kandidata u Vojnoj akademiji. Svojim karakteristikama i osavremenjenom opremom u potpunosti obezbeđuje obuku pilota u svim namenama: u osnovnom, figurativnom, navigacijskom i instrumentalnom letenju, osnovnim elementima noćnog letenja, instrumentalnom sletanju prve kategorije. Na njoj se mogu naučiti i osnovni elementi gađanja, raketiranja i bombardovanja [1, 8].

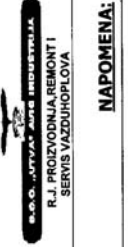
U daljem tekstu biće prikazane osnovne procedure ugradnje i opremanja instrumentalnih tabli u prvoj i drugoj kabini, navedeni zahtevi za izradu elemenata i ostalih nosača i potrebnih alata, kao i propratni tehnološki postupak po operacijama za dati avion. Pomenuti su i problemi koji se mogu javiti u avio-industriji, prilikom ugradnje i opremanja instrumenata.

## Tehnološki zahtev za konstrukciju alata

Tehnološki zahtev za konstrukciju alata jeste zvaničan dokument koji tehnolog upućuje konstruktoru alata. Njime se zvanično saopštava svrha i način upotrebe alata u fazi tehnoloških zahvata i izrade elemenata i sklopova. Sve je to urađeno kako bi konstrukcije alata po gabaritu, geometriji, krutosti i kinematici u potpunosti ispunili tehnološke zamisli kvali-

teta sklopa, po odgovarajućoj ceni, uz postizanje što veće produktivnosti, kao i sigurnosti radnika pri radu [2,3]. Obrazac je prikazan na slici 2.

**ZAHTEV IZRADU SERIJSKOG ALATA AVIONA „LASTA 95”**

R.Br.	Naziv alata	Oznaka alata	Izdanje	Veza sa teh. pregled.	Kol	Rok završetka alata:	
						Konstrukt.	Broj: Izrade:
1.	ADAPTER za ENKODER	A 31 / SAE 5-35			3		
<p><b>NAPOMENA:</b></p> <p>Prvi kraj <b>REDUCIRA A 31/SAE 5-35</b> treba da odgovara priloženom uzorku, kao i priloženoj skici sa odgovarajućim izmerenim dimenzijama (skratiti njegovu <b>dužinu za 2 mm</b>), a drugi reducira treba da odgovara priloženom uzorku <b>broj 2.-</b> (označena strana u plavoj boji, prikjučak sa creva sa uređaja Pitot statičkog kofera).</p> <p><b>Napomena:</b> Prethodni zahtev za izradu alata ima izmenu, zbog česte upotrebe i veoma velikog habanja izraditi od <b>čelika</b>. Dati element je odrađen od duraluminijuma, ali ne zadovoljava standarde ispitivanja.</p>							

<b>ZAHTEV POKRENIO</b>	<b>ZAHTEV ODOBRILO</b>	<b>PRIMIO ZA TEHNOLOGIJU</b>	<b>PRIMIO ZA KONSTRUKCIJU</b>	<b>PRIMIO ZA KONTROLU</b>	<b>IZMENA</b>
Datum: 28.11.2010 Potpis: ĐURKOVIĆ SONJA	Datum: 12.11.2010 Potpis: GRBIC MIRJANA	Datum: 12.11.2010 Potpis: TURKALJ DRAGAN	Datum: 12.11.2010 Potpis: TURKALJ DRAGAN	Datum: _____ Potpis: _____	1 2 3

Slika 2 – Tehnološki zahtev za konstrukciju alata  
Figure 2 – Technological request for tool construction

Ukoliko su uslovi izrade i primene alata komplikovani potrebni su i usmeni kontakti između tehnologa i konstruktora alata, kako bi se što bolje objasnila sama uloga alata, kao i pisani zahtev uz priloženu skicu. Zahtev se piše kao duplikat, tako da jedan primerak ostane kod konstruktora alata, a drugi se vraća tehnologu koji je i uputio zahtev. U zaglavlju

postoje sledeće rubrike: redni broj, broj crteža, izdanje, alat, veza za tehnološkim pregledom i rok alata (konstrukcije izrade) [5].

- Prva rubrika (slika 2), služi da se upiše broj koliko se zahteva alata 1, 2, 3,..., jer se na jednoj zahtevnici, ako su alati slični, može tražiti i više alata.
- U drugu rubriku upisuje se broj crteža elementa ili sklopa za kojeg je neophodan potraživani alat.
- U rubriku „Izdanje“ upisuje se izdanje konstruktivnog crteža koji će služiti konstruktoru alata kao osnova pri konstrukciji i dimenzionisanju alata.
- U rubrici „Alat“, upisuje se šifra alata po kojoj se raspoznaje za šta se koristi taj alat, na primer: A-alat, L-linarski rad. AL-15 koristi se za formiranje (savijanje elemenata) na presi, AG-12 alat za glodanje, brojka 12 jeste ravansko kopirno glodanje.
- U rubrici „Veza za tehnološki pregled“ upisuje se oznaka tehnološke skupine kojoj element pripada.
- U rubriku „Rok završetka alata“ tehnolog treba da upisuje datum do kojeg treba da se konstruiše i izradi dotični alat, sve radi izrade višeg sklopa.

## Tehnološki zahtev za izradu elemenata i sklopova

Ovaj zahtev takođe je zvanični dokumenat za izradu elemenata, podsklopova i sklopova. Saopštava informacije i zahteve tehnologu nižeg sklopa, podsklopa ili elementa, i one su jednosmerne od tehnologa koji obrađuje sklopove niže etape gradnje prema tehnologima i specijalistima koji rade tehnologiju sklopova i elemenata više etape.

Ako u izradi nekog elementa učestvuje više tehnologa, može se desiti da tehnolog (nosilac izrade elementa) koji ga finalizira opet daje zahtev drugim tehnologima. Obrazac je standardizovan i sadrži podatke: od koga ide, kome ide, o kom elementu ili sklopu je reč, šta se zahteva, kada je upućen i kada primljen, kao i potpis tehnologa koji daje i koji prima zahtev. Obrazac je prikazan na slici 3.

Tehnolozi završnog opremanja koji šalju zahtevnicu tehnologima strukture obično traže da struktura bude izrađena u takvoj tačnosti i kompletnosti koja će omogućiti što lakšu ugradnju opreme i instalacije i zadovoljenje njihovih performansi. Tako se, na primer, može zahtevati da se određeni elementi sklopa ne rade na konačnu meru, već da se krajevi prepuste i upasuju tek u završnom opremanju prema opremi ili da se odgovarajuće rupe za vezu opreme ne buše na konačnu meru. Takođe, može se tražiti da se neki elementi sklopa samo privremeno upašu, ali konačno ne vežu u sklop, itd. Bitno je naglasiti da se pri realizaciji nekog prostora može zahtevati i imitacija pojedine opreme. Znači, daje se infor-

macija o kotama i ravnima od posebnog značaja za funkciju sistema, ali i tačnosti u kojima se moraju realizovati ti prostori i kote [6, 7].

R.br	Naziv dela	NTG 286	Važi za L3	TEHNOLOŠKI ZAHTEV ZA IZRADU ELEMENTATA I IZMENU KONSTRUK. DOKUMENTACIJE		GRUPA: L3-760 Liet br. 1 od 1	Broj. zahteva 15/DS	NAPOMENA
				Br. I.T.	Br. Ran. zaht.			
1.	Instrumentaska tabla prednja desna	L3-760-010			Izraditi po KD ali bez bušenja otvora.		NC	Zbog ne definisano otvora za novi manovakummer i protokomer izraditi jedan komad.
2.	Instrumentaska tabla zadnja desna	L3-760-110			Izraditi po KD ali bez bušenja otvora.		NC	Zbog ne definisano otvora za novi manovakummer i protokomer izraditi jedan komad.
3.								
4.								
5.								
6.								
7.								
8.								
9.								
10.								
11.								
12.								
13.								
14.								
15.								

ZAHTEV POKRENULO	ZAHTEV ODOBRIO	PRIMIO ZA TEHNOLOGIJU	PRIMIO ZA KONSTRUKCIJU	PRIMIO ZA KONTROLU	IZMENA	1	2	3
Datum 27.10.09 Potpis ĐURKOVIĆ S	Datum 27.10.09 Potpis GRBIC M	Datum Potpis	Datum Potpis TURKALJ D	Datum Potpis	Datum Potpis			

Slika 3 – Tehnološki zahtev za izradu elemenata i sklopova

Figure 3 – Technological request for the production of elements and assemblies

## Tehnološki postupak

U tehnološki postupak upisuju se sve operacije za izradu i kontrolu, te u njegovoj izradi i overavanju učestvuju i tehnolozi kontrole, koji se brinu da se u postupak upišu sve potrebne kontrolne operacije. To je zvaničan dokument koji je nosilac informacija o oraganizovanju same pripreme i opremanju svih elemenata.

Svaka operacija je jasno odvojena jedna od druge i znači automatsku kontrolu urađenog posla. Najčešće kontrolne operacije su:

- kontrola izdavanja materijala,
- kontrola tvrdoće,
- kontrola prskotina penetratima,
- kontrola pravca vlakana,
- dimenzionalna i vizuelna kontrola i
- završna kontrolna komanada.

Na obrascu (prikazanom na slici 4) upisuju se provereni postupci. Kada se izrađuje prvi komad piše se tzv. „beli postupak“, na kopiji olovkom, kako bi se mogla vršiti ispravka. Primera radi, posle izrade postupka, odnosno nekog dela, svojim potpisom poslovođa i kontrolor overavaju postupak koji je rađen po propisu i koji treba da zadovolji traženi kvalitet. Po povratku „belog postupka“ iz proizvodnje, tehnolog piše serijski broj koji se kopira u potreban broj komada.

Podatke sa tehnološkog postupka koriste:


- materijalna služba,
- služba lansmana,
- planska služba,
- radionička priprema,
- radnici i
- kontrolori.

– Materijalna služba ispisuje trebovnice materijala, izrađuje i koriguje normative materijala za nabavku.

– Planska služba planira ljudske i mašinske kapacitete i terminira proizvodnju radi ugovaranja dopunskih poslova u slučaju viška raspoloživih kapaciteta ili prijema radne snage i nabavke mašina u slučaju manjka kapaciteta.

– Radionička priprema obuhvata pripremu i kompletiranje fabričkog i standardnog alata po postupcima (operacijama).



 P.P.O. „PTVA“ AIRS INDUSTRIJA R.J. PROIZVODNJA, REMONT I SERVIS VAZDUHOPLOVA			N ŠARŽA MATERIJALA			TKK	
<b>PRIJEM PO OPERACIJAMA</b>							
BROJ OPERACIJE	DATUM	DOBRIH	LOŠIH	OVERA KONTROLE	NAPOMENA		
<b>DELIMIČAN PRIJEM TKK</b>			<b>DELIMIČAN PRIJEM MAGACINA</b>				
KOMADA	DATUM	POTPIS	BROJ PRIJEMNICE	KOMADA	DATUM	POTPIS	
<b>VANREDNI PRIJEM</b>							
BROJ KONTROLNE LISTE		KOMADA	GREŠKA U OPERACIJI BR.	DATUM	POTPIS	KONTROLNU LISTU PRIMIO	
<b>ZAVRŠNI PRIJEM TKK</b>			<b>PRIJEM MAGACINA</b>				
KOMADA	DATUM	POTPIS	BROJ PRIJEMNICE	KOMADA	DATUM	POTPIS	

Slika 4 – Tehnološki zahtev za proverene postupke  
 Figure 4 – Technological request for valid procedures

– Radnici dobijaju tehnološki postupak kao uputstvo za izradu po svakoj operaciji. Ako su neke operacije standardizovane i postoji pisano uputstvo za njih, onda se tehnolog samo poziva na to uputstvo, ne objašnjavajući način izvođenja zahvata. Pri izradi prototipova pišu se samo specijalne napomene (gde se treba obratiti posebna pažnja). Ove instrukcije moraju biti kratke, jasne i nedvosmislene, a obim i nivo informacije zavisi od opšteg nivoa znanja radnika koji obavlja određene operacije. Na primer, za limene delove piše se način obrezivanja i bušenja rupa, parametri sila na presama, itd., a za mašinske komade piše se režim obrade, način centriranja i stezanja komada, skice sa bitnim kotama i baznim ravnima, itd.

– Kontrolori dobijaju tehnološki postupak za prijem operacija ili delova, kao što je već bilo pomenuto, ali pošto elementi u fazi ne odgovaraju u potpunosti konstruktivnom crtežu po merama, moraju ih primati prema instrukcijama sa tehnološkog procesa.

– Službi lansmana neophodan je ovaj tehnološki postupak radi izrade „radnih naloga“ i „radnih lista“. Svaki tehnolog mora napisati *radni nalog*, koji

je važan operativno-kontrolni dokument (mora se čuvati najmanje 10 godina) i u čijem zaglavlju su upisani podaci sa tehnološkog procesa: naziv dela, naziv proizvoda, broj crteža sklopa, itd. Ispod zaglavlja navode se sve operacije od 1 do „n“ sa kratkim nazivom operacije i šifrom odeljenja gde se obavlja. Sa desne strane svaki od kontrolora udara svoj žig i potpis čime potvrđuje da je operacija ispravno urađena, te da taj deo zadovoljava. U protivnom, piše se doradnica – odbijenica (obrazac prikazan na slici 5).

Slika 5 – Izgled doradnice-odbijenice

Figure 5 – Layout of the document processing-rejection

Radna lista jeste operativno-finansijski dokument i izrađuje se za svaku operaciju ponaosob. Pored kratkog naziva operacije navodi se i potrebno vreme za obavljanje operacije (T. P., T. K., T. U.) na osnovu kojeg se radnik prijavljuje. Radne liste overava kontrola po prijemu operacije na radnom nalogu, a po overi i prijavi radnika ta lista se vraća radi normiranja vremena.

Na sledećim obrascima biće opisan sadržaj operacija za opremanje leve, desne i centralne instrumentalne table prednje kabine (kokpita) na zva- ničnom crtežu konstruktora (slika 6), kao što je prikazano i na slikama 7 i 8.



S.O. - OPRAVAK I REKONSTRUKCIJA R.J. PROIZVODNJA, REMONT I SERVIS VAZDUHOPLOVA		RADNI NALOG										Redni br. RN	List
Šifra postupka: L3-760-001	Lansiraio: Dimitrijević	Br. RN	Tip RN	R. J.	Progr	Artik.	Lot	Ser. broj	Redni br. RN	List	Klasa	Datum završetka	
Naziv postupka: OPREMANJE SA INSTRUMENTIMA SKLOPA CENTRALNE INSTRUMENTSKE TABLE PRVE KABINE													
Datum: 11.28.10	Tehnolog: Đurković	Normirac:	Red. br. listinga	D. škartf%	Opt. ser.	Veza za lansiranje	Datum početka	Normativ (min.)		R	T	D	
Broj oper.	Naziv i opis operacije												
0003	Izdavanje dokumentacije												
0010	Crtez L3-760-001 i lista materijala L3-760-001												
0020	Izdavanje materijala po listi materijala												
0030	TK-0010 Farbarski rad -Crnom bojom ofarbati glave svih vijaka koji nisu crni												
0040	TK-0030												
0050	Električarski rad: <b>Ugradnja instrumenata</b> --Prema crtežu L3-760-001 opremiti centralnu instrumentsku tablu van kabine uz mere predostrožnosti za rad sa instrumentima. -Ugradnju opreme izvršiti veznim elementima po KD i sa opreme.												
0060	TK-0050												
0070	Obeležavanje po SNO 0112-pločicom												
0080	TK-0070												
0090	TK-završna												
	Radni centar	Šifra posla											
	135000												
	286990												
	163310												
	116200												
	116250												
	286100												
	163100												
	286100												
	163310												
	163310												

Slika 7 – Sadržaj operacija za opremanje leve strane instrumentalne table prednje kabine  
Figure 7 – Contents of the operations for equipping the left-hand side of the front instrument table in the cockpit

D.D.O. „UTVA“ AVIO INDUSTRIJA R.J. PROIZVODNJA, REMONT I SERVIS VAZDUHOPLOVA		LISTA MATERIJALA						Br. liste <b>L3-760-001</b>	
šifra postupka: <b>L3-760-001</b>		Naziv postupka: <b>OPREMA SA INSTRUMENTIMA SKLOPA CENTRALNE INSTRUMENTSKE TABLE PREDNJE KABINE</b>						Br. R.N. <b>207264.1</b>	
Vazduhoplov: <b>L3</b>		Naziv operacije: <b>Izdavanje materijala</b>						Ev. broj: <b>S-004</b>	
								Br.oper. <b>0010</b>	
								List br. <b>1</b>	
Red. broj	Naziv dela	Br. crteža ili standarda	I	T	IV	P S D	Količ	Poz	Napomena
1.	Sklop centralne instrumentne table prednje kabine	L3-760-006				P	1	15	
2.	Aviožiro horizont (red lighting)	Tip LUN 1241H8GUW					1	16	Mikrotechna
3.	Radio magnetni indikator	KI 229					1	17	„Bendix-King“
4.	Brzinomer-obeležan	Tip 1005 L95-3					1	18	Teleoptik
5.	Visinomer	Tip 151.3					1	19	Teleoptik
6.	Variometar	Tip 1065.3					1	20	Teleoptik
7.	Centralna signalizacija	Tip1102					1	22	Teleoptik
8.	Vijak	M3x30					4	25	SRPS MB1.118
9.	Samokočiona navrtka	M3					4	26	LN9348
10.	Podmetač	3A SNO 1079					4	-	
11.									
12.									
13.									
14.									
15.									
16.									
17.									
18.									
19.									
20.									
21.									
22.									
Datum	Tehnolog	Izmena	Datum	Potpis	Izmena	Datum	Potpis		
29.11.10	Đurković	b	16.04.08.					Dimitrijević	

Slika 8 – Sadržaj operacija za opremanje desne strane instrumentalne table prednje kabine

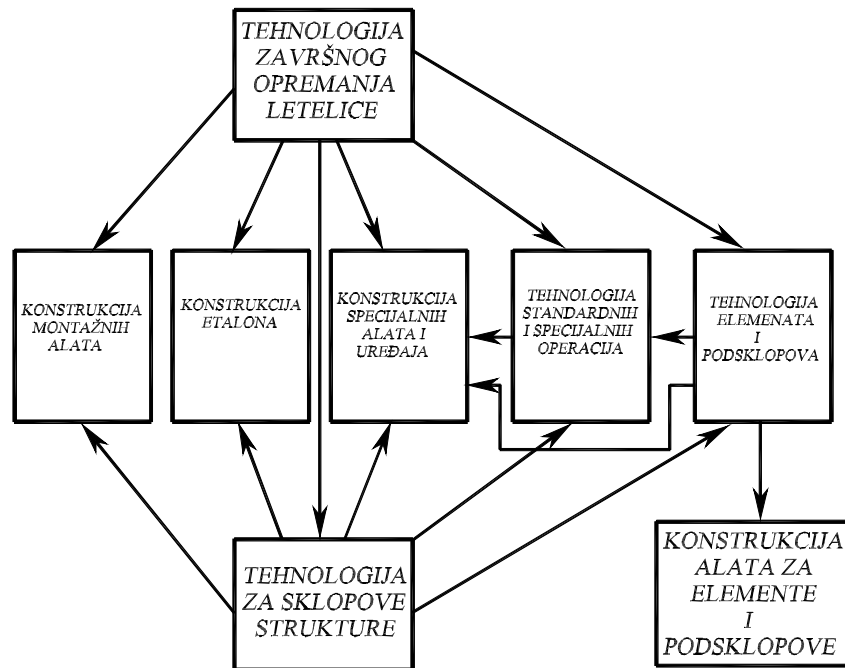
Figure 8 – Content of the operations for equipping the right-hand side of the front instrument table in the cockpit

## Zaključak

Zbog složenosti i raznovrsnosti tehnologija, kao i obimnosti poslova pri gradnji letelice, služba tehnologije organizovana je u više odela i specijalnosti. Između tih odela su jasno i veoma čvrsto definisane međusobne veze od tehnologa viših sklopova ka tehnolozima podsklopova, elemenata i, na kraju, do tehnologa specijalnih operacija, kao što je prikazano na slici 9.

Sva zvanična dokumenta koja su ranije objašnjena uvek idu samo u jednom smeru, što je prikazano strelicama na šemi koja jasno govori o

hijerarhiji u tehnoloških službi. Međutim, u praksi ne znači da određene informacije ne idu suprotno (primera radi, ako konstruktor alata otkrije neku grešku ili propust tehnologa), ali informacija nije direktiva, tj. tehnolog ne mora da usvoji sugestije.



Slika 9 – Šema tehnologije  
Figure 9 – Technological scheme

Svaka od ovih grupacija na šemi može se deliti na više specijalnosti, zavisno od nivoa razvoja tehnologije i obima posla. Primera radi:

1. Tehnolozi završnog opremanja:
  - \* tehnolozi za elektro i elektronske sisteme,
  - \* tehnolozi za specijalne sisteme (instrumenti, kiseonik,...)
  - \* tehnolozi za mehaničke sisteme (komande, hidro, gorivo,...)
  - \* tehnologe za naoružanje.
2. Tehnolozi sklopova strukture:
  - \* tehnolozi za trupove,
  - \* tehnolozi aerodinamičkih površina.
3. Tehnolozi elemenata i podsklopova:
  - \* tehnolozi za izradu mašinskih delova,
  - \* tehnolozi za izradu limarskih delova,
  - \* tehnolozi za izradu laminata, pleksi stakla i sendvič struktura.

#### 4. Tehnolozi specijalisti:

- \*tehnolozi za klasično zavarivanje,
- \* tehnolozi za elektrotoporno zavarivanje lakih legura,
- \* tehnolozi za hemijsko frezovanje,
- \* tehnolozi za lepljenje metala i nemetala,
- \* tehnolozi za površinsku zaštitu i farbanje,
- \* tehnolozi za termičku obradu,...

5. Slična je podela među konstruktorima alata, posebno konstruktorima alata za izradu elemenata i specijalnih operacija. Neophodno je naglasiti da se u proizvodnji vazduhoplova hijerarhija tehnoloških službi mora poštovati.

### Literatura

[1] Gačeša, N., „Školski avion lasta 95”, *Vojnotehnički glasnik (Military Technical Courier)*, Vol. 57, No. 3, pp 142–143, ISSN 0042–8469, UDC 623+355/359, Beograd, 2009.

[2] Dizdarević, F., *Tehnologija gradnje letelica*, Univerzitet „Džemal Bijedić“ u Mostaru, Mašinski fakultet, Vazduhoplovni odsjek, Mostar, 1983.

[3] Boljanović, V., *Montažni alati i etaloni za sklopove vazduhoplova*, Univerzitet „Džemal Bijedić“ u Mostaru, Mašinski fakultet, Vazduhoplovni odsjek, Mostar, 1983.

[4] Đurković, S., *Analiza grešaka mernih instrumenata na avionu*, diplomski rad, Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet u Beogradu, Odsek za Vazduhoplovstvo, Katedra za vazduhoplovstvo, Beograd, 2010.

[5] Grbić, M., *Tehnologija gradnje letjelice*, diplomski rad, Univerzitet u Mostaru, Mašinski fakultet u Mostaru, Odsek za Vazduhoplovstvo, Katedra za vazduhoplovstvo, Mostar, 1979.

[6] Petrović, Z., *Konstrukcija letelica – dodatni uticaji na konfiguraciju letelica*, Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet u Beogradu, Odsek za Vazduhoplovstvo, Katedra za vazduhoplovstvo, Beograd, 2006.

[7] Petrović, Z., *Konstrukcija letelica - aerodinamika*, Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet u Beogradu, Odsek za Vazduhoplovstvo, Katedra za vazduhoplovstvo, Beograd, 2007.

[8] Miklič, A., *Podaci o naoružanju – faktografske sveske – avioni za obuku*, ISBN 978–86–81123–38–6, Vojnotehnički institut Beograd, Vol. XXXII, Br. 150., Beograd, 2009.

#### DEVELOPING A TECHNOLOGICAL PROCEDURE FOR INSTALLING AND EQUIPPING AIRBORNE INSTRUMENTS

FIELD: Mechanical Engineering

Summary:

*This paper presents a technological process and a construction of aircraft of small size and weight. The general characteristics of aircraft production are given as well as special features in aircraft manufactu-*

re. Aircraft are classified and the general characteristics of the Lasta 95 trainer-fighter are given. The technological process was especially observed and analyzed with emphasis on the technological requirements for the tools construction and the manufacture of elements and assemblies. The conclusion offers a suggestion for a technology service organization.

#### The general properties of aircraft production

*Aircraft production is one of the most complex industries. The production of aircraft involves the synthetic process of production and individual production, which is the most complex aspect of the technological process.*

#### Extras in the aircraft manufacture

*The research phase is very long and costly (depending on the size and complexity and the organization of the entire industry), lasting from 5 to 10 years. Each aircraft is composed of 50,000–250,000 parts, without counting the rivets, screws, washers and wire parts. Quality control is included from the beginning to the end of production, i. e. it takes place after each operation, from controlling materials to delivery and transportation. Due to such properties of aircraft production, there must be a high percentage of professional engineering human resources involved, who in middle income countries range from 15–20%, while the share of employment in developing countries (not just engineers) ranges from 12–25% of the total number of employees. This percentage does not include Avio and Technical institutes which can have staff of several thousand people.*

#### Research and development

*The development of aircraft is associated with the development of advanced technologies, through mutual dependence. Requirements for operating characteristics of aircraft encourage technological development. Technological development influences the definition and formation, furthering the development of new generations of aircraft and the industry itself.*

#### General characteristics of Lasta 95 trainer-fighter

*The technological process of producing aircraft of small size and weight is given. The general characteristics of aircraft production are discussed as well as some special features in the aircraft manufacture. The classification of aircraft and the general characteristics of Lasta 95 trainer-fighter are presented. The technological process was especially observed and analyzed with the emphasis on the technological requirements for the tools construction and the manufacture of elements and assemblies.*



#### Technological request for the construction of tools

*The technological request for the construction of tools is an official document submitted from the technologist to the tool designer and its purpose is to officially define requirements and usage of tools. The construction tools (their dimensions, geometry, kinematics and stiffness) must fully meet complex technological concepts of quality at an appropriate price in order to achieve the highest possible productivity (a sample is given in Fig.2).*

#### Technological requirement for producing elements and assemblies

*This request also is an official document for the production of elements, subassemblies and assemblies. The document gives information and requirements from a technologist at a lower level of assembly to higher-level technologists and assembly specialists. If in the creation of an element there are several technologists (who finalized that element), they submit a request to other technologists. The form is standardized, containing for example, the number of elements or assembly parts, what is required, when the request was sent and when received, and the signatures of addressers and addressees. The form is shown in Fig. 3.*

#### Technological process

*The technological process is a written procedure with all operations for production and quality. Quality controllers participate in creation and verification of this document. Their job is to supervise the process of production and to verify every correctly done operation. This is an official document which carries information and data necessary for the planing and preparation of production.*

*Verified procedures are written in the form given in Fig. 4. When the first element goes in the production, the so-called "white process"-correct procedure is written during the production of that first element. After the production of the element for a part, the production manager and the controller put their marks and signatures on the technological process to confirm that the element is done with required quality. Upon his return from the production plant, the technologist writes the serial number and copy it in a required number of copies.*

*Data from the technological process are used by the material service, the operational service, the planning service, workshop preparation, workers and the quality control. Under the proper heading, all the operations from 1 to n are typed, with a short name of the operation and the code of the section where each of these operations is performed. On the right-hand side of each controlled line, there is a mark and signature confirming that the operation was properly conducted. Otherwise, document processing-rejection is the form shown in Fig. 5.*

*The task list is an operational and financial document where each operation is typed separately. In addition to the short name of operation,*

*working time is written, time needed to perform the operation (TP, TK, TU) on the basis of which the worker reports his worktime. The task list certifies the control operation after receiving the work order, and the control of workers whose lists are returned for time standardization.*

*The official designer drawing is given in Fig. 6 while the contents of operations for fitting the left and right instrument table of the first cockpit are shown in Figs. 7 and 8, respectively.*

#### Conclusion

*Due to high complexity and diversity of technologies, as well as a large scope of work needed in aircraft production, the technology service is organized in several sections and specialties. Among these sections there are clearly and very tightly defined interconnections of links to senior technologists, technologists of subassemblies, components and eventually to the technologists of special operations as shown in Fig. 9. All official documents previously explained always go in one direction only.*

*Key words: aircraft production technology, technology, final equipment, aerospace technology*

Datum prijema članka: 28. 12. 2010.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa: 30. 01. 2011.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje: 01. 02. 2011.