POLJOPRIVREDNA TEHNIKA
✧
Godina XXXI
Broj 2, decembar 2006.
Strane: 113 - 121

Poljoprivredni fakultet
Institut za poljoprivrednu tehniku

UDK: 657.7; 632.982.2

ОПТИМИЗАЦИЈА ТЕХНИЧКО-ТЕХНОЛОШКИХ СИСТЕМА ПОЉОПРИВРЕДНЕ АВИЈАЦИЈЕ

Соња Јаковљевић[1], Милан Ђевић[2]
[1]*Пољопривредна школа ПКБ "Београд" - Београд*
[2]*Пољопривредни факултет - Београд*

Садржај: Предмет истраживања у овом раду је одређивање потребног броја авиона одређене категорије и носивости, у зависности од обима и врсте технолошких операција. Приликом избора критеријума оптималности коришћена је енергетска снабдевеност авиона, уз минимизирање снаге.

За оптимизацију техничко-технолошких система пољопривредне авијације, извршено је прикупљање података на терену и од њих је формирана база података. Током експлоатације авиона, испитан је велики број параметара, као што су: производност, време трајања радног циклуса, коефицијент искоришћења радног времена, потрошња горива по јединици површине који су део базе података.

На основу добијених резултата истраживања, користећи поступак оптимизације, констатовано је да структура и број авиона зависе од: обима примене, структуре сетве, климе, организације земљишног поседа и интензивности производње. Резултати су показали да би предложена технологија повећала упосленост авиона са садашњих 53 сата у Ц. Србији на 170 сати, односно са 33 сата у Војводини на 250 сати, а енергетска снабдевеност би се смањила са 0,1737 kW/ha на 0,035 kW/ha у Ц. Србији, а у Војводини са 0,2948 kW/ha на 0,0280 kW/ha.

Кључне речи: *авијација, оптимизација, техничко-технолошки системи, категорије авиона, енергетска снабдевеност и нелинеарно програмирање.*

УВОД

Пољопривреда представља значајан стратешки фактор који није адекватно искоришћен, иако има могућност да активира велики број учесника, тј. запосли велики број људи.

Увођењем најбољих технологија и трансфера у пољопривредну производњу била би створена могућност да се добију високи приноси производа доброг квалитета, који ће имати нижу цену.

Постојећи производно-економски услови у оквиру пољопривреде захтевају анализу употребе ваздушне авијације, евентуалне реконструкције, почев од организације пољопривредне авијације, нових законских прописа о промени власништва пољопривредног земљишта, тј. величине поседа који постаје власништво приватника и даје могућности за примену авиона.

Авион у кратком временском року може да обави велики обим радова, уз поштовање агротехничких захтева, што значајно утиче на повећање приноса и укупну ефикасност производње. Функционисање пољопривредне авијације и извођење технолошких операција мора бити засновано на научним принципима, који обезбеђују оптимална техничко-технолошка решења, како у погледу квалитета, тако и погледу продуктивности.

Сврха истраживања у овом раду је одређивање потребног броја авиона одређене категорије и носивости, у зависности од обима и врсте технолошких операција, уз минималне трошкове.

Зато је извршена систематска анализа употребе авиона на подручју Србије и параметара који ће у даљем периоду утицати на избор броја, типова авиона, као и обим њихове примене.

МАТЕРИЈАЛ

Експлоатационим испитивањима обухваћене су три категорије авиона различите корисне носивости резервоара за хемикалије: лаки (до 500 кг), средњи (до 900 кг) и тешки (до 1500 кг), односно следећи типови (АН-2, Дромадер М-18, Груман Г-164-3, Кенгур ПЛ-12/т-300 и Piper Powne PA 25-235).

МЕТОД РАДА

При оптимизацији флоте пољопривредне авијације било је неопходно испитати велики број фактора у току експлоатације пољопривредних авиона, који директно утичу на производност авиона при технолошким операцијама прихране и заштите. Анализирано је време трајања производног циклуса, коефицијент искоришћења радног времена, потрошња горива и учинак појединих категорија авиона.

Испитивање оптималних техничко-технолошких система у Републици Србији у ратарској, воћарској и виноградарској производњи подељено је на два региона, Војводину и Централну Србију.

За проналажење оптималног решења примењене су две методе: графичко-аналитичка и метод операционих истраживања - нелинеарно програмирање (Newton метода). Као критеријум оптималности узета је енергетска снабдевеност авиона а као циљ минимизирање укупне снаге авиона.

За прорачун структуре авиона у ратарској производњи потребно је имати следеће информације (структуру сетвених површина, технолошке операције које је потребно применити на датим културама, норме при ђубрењу и заштити и др.).

Годишњи план потребних радова састављен је на основу технолошких карти. Формиране су табеле, које садрже списак технолошких операција, обим, рокове извршења, структуру авиона, производност, утрошак радног времена за јединицу рада.

Применом графичко-аналитичке методе одређена је структура авиона и број пољопривредних авиона израдом графика искоришћавања машина. Графикон искоришћавања показује потребу авиона у два предвиђена региона. Ова метода је очигледна али се тешко добија оптимално решење.

Решавање проблема оптимизације техничко-технолошких система пољопривредне авијације обављено је и методом нелинеарног програмирања, где смо као критеријум оптималности узели енергетску снабдевеност авиона, а као циљ

минимизирање укупне снаге авиона на различитим категоријама, одређивање њиховог броја и структуре да би се планирани радови могли обавити у агротехничком року.

Број улазних података био је велики, па је коришћење техника базе података, ради њиховог ефикасног коришћења у моделовању. У формираном моделу сва постављена ограничења су задовољена.

РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Решавање проблема оптимизације техничко - технолошких система пољопривредне авијације Србије вршено је помоћу две методе: графичко - аналитичке и методе нелинеарног програмирања по којима се одређивао потребан број авиона и структура, уз минимум енергетске снабдевености за задата ограничења и активности.

Дефинисана два региона са одређеном структуром сетве, а приказани су у табели 1.

Таб. 1. Структура сетве за Централну Србију и Војводину

Култура	Централна Србија (ha)	Војводина (ha)
Пшеница	400.700	499.300
Јечам	80.000	120.000
Кукуруз	18.000	24.000
Сунцокрет	9.600	86.400
Шећерна репа	6.350	112.650
Соја	5.600	74.400
Кромпир	78.400	19.600
Воћњаци	5.060	58.000
Виногради	9.720	7.870
Укупно	**613 430**	**950 020**

Таб. 2. Број авиона, енергетска снабдевеност и број ha по авиону

Регион	Метод	Број авиона			Укупно	kW/ha	ha/по авиону
		лаки	средњи	тешки			
Централна Србија	Графичко--аналитичка	10	25	18	53	0,038	11.574
	Нелинеарно програмирање	8	19	19	46	0,035	13.338
Војводина	Графичко--аналитичка	4	22	28	54	0,030	17.592
	Нелинеарно програмирање	3	21	27	51	0,028	18.627

За Централну Србију број авиона и структура одређени су графичко-аналитичком методом и износи 53 (лаких 10, средњих 25, тешких 18), а остварена енергетска снабдевеност износи 0,038 kW/ha.

Применом методе нелинеарног програмирања за Централну Србију одређен је број авиона и структура и износи 46 (лаких 8, средњих 19, тешких 19), а остварена енергетска снабдевеност износи 0,035 kW/ha.

Поређењем резултата за Централну Србију, који су добијени по две различите методе, запажа се утицај оптимизације на структуру авиона кроз смањење енергетске снабдевености са 0,038 kW/ha на 0,035 kW/ha и смањење броја авиона са 53 на 46.

За Војводину је број авиона одређен аналитичко-графичком методом и износи 54 (лаких 4, средњих 22 и тешких 28), уз остварену енергетску снабдевеност од 0,030 kW/ha.

За Војводину, број и структура авиона одређени су методом нелинеарног програмирања и износе 51 (лаких 3, средњих 21 и тешких 27), а енергетска снабдевеност 0,028 kW/ha.

Поређењем резултата за Војводину, добијених по две методе, запажен је утицај оптимизације на структуру кроз смањење енергетске снабдевености са 0,030 kW/ha на 0,028 kW/ha и смањење броја авиона са 54 на 51.

Из табеле 2 види се да енергетска снабдевеност има најмању вредност у Војводини при нелинеарном програмирању и износи 0,028 kW/ha, а у истом моделу број обрађених хектара по авиону је највећи и износи 18.627.

Преглед коришћења авиона различитих категорија по регионима и методама дат је у табели 3.

Таб. 3. Годишње коришћење авиона по регионима

Региони	Метод	Категорија авиона	Број авиона	%	Обим коришћења	%	Укупно (kW)	%
Ц. Србија	**I метод** Графичко--аналитички	Лаки	10	18,87	1.695,64	19,85	1.720	7,36
		Средњи	25	41,17	4.231,80	49,55	8.400	35,95
		Тешки	18	33,96	2.613,06	30,60	13.248	56,69
		Укупно	**53**	**100,00**	**8.540,50**	**100,00**	**23.368**	**100,00**
Ц. Србија	**II метод** Нелинеарно програмирање	Лаки	8	17,40	1.082,85	13,19	1.376	6,33
		Средњи	19	41,30	4.275,28	52,11	6.384	29,36
		Тешки	19	41,31	2.846,58	34,70	13.984	64,31
		Укупно	**46**	**100,00**	**8.204,71**	**100,00**	**21.744**	**100,00**
Војводина	**I метод** Графичко--аналитички	Лаки	4	7,40	998,49	9,19	688	2,40
		Средњи	22	40,75	4.982,28	45,87	7.392	25,77
		Тешки	28	51,85	4.881,98	44,94	20.606	71,83
		Укупно	**54**	**100,00**	**10.862,75**	**100,00**	**28.686**	**100,00**
Војводина	**II метод** Нелинеарно програмирање	Лаки	3	5,88	1.006,05	9,29	516	1,88
		Средњи	21	41,17	4.796,71	44,28	7.056	25,71
		Тешки	27	52,95	5.031	46,43	19.872	72,41
		Укупно	**51**	**100,00**	**10.833,76**	**100,00**	**27.444**	**100,00**

Из анализе годишњег коришћења авиона, може се закључити да је у Централној Србији смањен број авиона применом оптимизационог модела нелинеарног програмирања, и то за 13,20%, а авиони средње категорије за 24% у односу на метод I.

Из анализе годишњег коришћења авиона у Војводини, број авиона по другој методи смањен је за 5,55% у односу на прву методу.

Од укупног броја авиона примењених категорија у свим моделима најзаступљенији су авиони тешке категорије, и то у Централној Србији 33,96% по првој методи и 46,30% по другој методи, а у Војводини тешки авиони по првој методи заступљени су са 51,80%, а по другој 52,94%.

Годишњи обим коришћења авиона највећи је код авиона тешке категорије, тако да у Војводини по другој методи износи 53,44%, а по првој 51,91% од укупног обима коришћења. У Централној Србији, по првој методи учешће је 52,21%, а по другој 37,31%. Авиони средње категорије у Војводини по методи I заступљени су са 43,62%, а по методи II са 42,24%, док у Централној Србији по I методи 52,42%, а по II 52,21%. Обим коришћења авиона лаке категорије у Војводини по I методи износи 4,46%, а по II 4,26%, у Централној Србији учешће авиона по обиму по I методи износи 10,25%, а по II 6,24%. Као што видимо, авиони лаке категорије најмање су укључени и постоји могућност за додатно ангажовање.

За авионе средње категорије по I и II методи фонд радних сати по авиону износи 225,01 и 169,27, што указује на значајне временске резерве које се могу искористити променом технологије производње.

Истраживања су показала да је у Војводини повећано учешће авиона по броју радних сати применом II методе у односу на I, као и у односу на Централну Србију. Авиони који су у експлоатацији у Централној Србији, могу се додатно ангажовати за различите врсте радова.

Учешће авиона тешке категорије по инсталисаној снази креће се у Централној Србији са око 60,36% (по I методи и 56,69% по II методи 64,31%). У Војводини је слична ситуација, учешће авиона тешке категорије по инсталисаној снази износи 72,1% (по I методи 71,83 и по II 72,40%).

Анализа укупног годишњег коришћења авиона по културама показује да је код оба региона дошло до смањења броја сати рада решавањем проблема методом нелинеарног програмирања, и то у Србији за 3,93% а у Војводини 0,27%.

У Републици Србији сада се обрађује око 100.000 ha годишње са 44 авиона. Годишњи налет по једном авиону у Централној Србији износи 53 сата, а у Војводини 33. Број обрађених хектара по авиону и број сати лета (табела 4) јасно говоре да је коефицијент искоришћености постојећих капацитета минималан. Експлоатација авиона је непланска и интервентна.

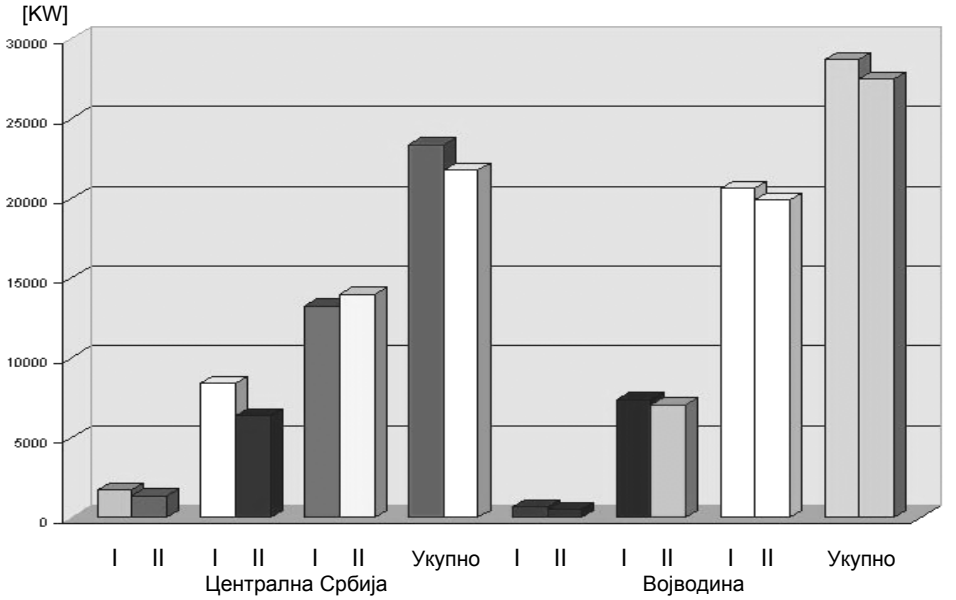
Овакво стање у авијацији наметнуло је оптимизацију техничко-технолошких система пољопривредне авијације Србије. У овој тези, с циљем планског искоришћавања авијације, као и повећања приноса и квалитета пољопривредних производа, предложене су нове технологије и технолошке операције у ратарској и воћарско-виноградарској производњи са циљем минимизирања укупних трошкова при реализацији предвиђених послова.

Дакле, методом нелинеарног програмирања број обрађених хектара по једном авиону и предложеној новој технологији повећао би се са 4.073 ha на 13.330 ha у Централној Србији, а енергетска снабдевеност би се смањила са 0,1737 kW/ha на 0,035 kW/ha.

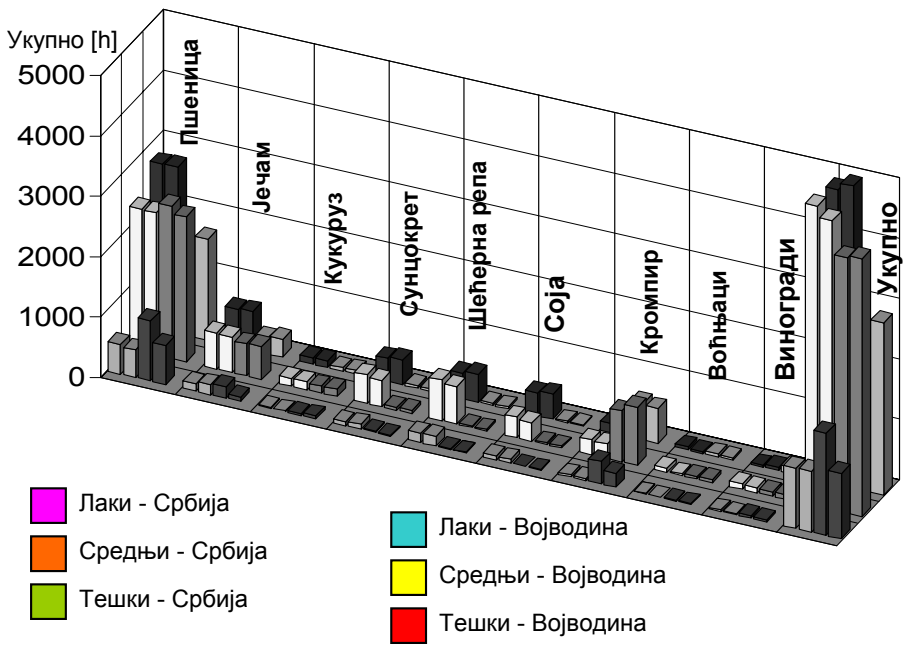
Исто тако, у Војводини, број обрађених хектара по авиону повећао би се применом нове технологије са 2.184 ha на 18.627 ha, док би се енергетска снабдевеност по хектару смањила са 0,2948 kW/ha на 0,028 kW/ha.

Добијени параметри јасно указују да су нове предложене технологије и изабране категорије авиона, њихов број и структура при оптимизацији флоте пољопривредне авијације Србије, дале економски оправдану ефикасност авиона уз испуњење агротехничких захтева.

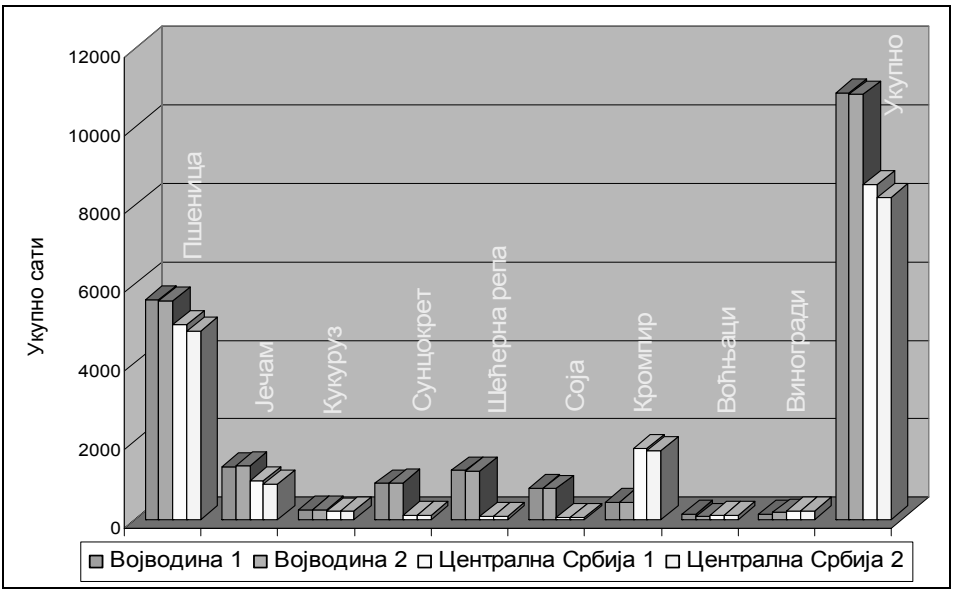
Граф. 1. Годишње коришћење авиона по регионима и моделима



Граф. 2. Годишње коришћење авиона различитих категорија по културама (радних сати)



Граф. 3. Укупно годишње коришћење авиона по културама (радних сати)



Таб. 4. Број авиона у експлоатацији (старе и нове технологије у пољопривредној производњи Србије)

Регион	Постојеће стање				Пројектовано стање			
	Број авиона при коришћењу старе технологије	Број сати летења годишње по авиону	Број обрађених хектара по авиону	kW/ha	Број авиона при коришћењу нове технологије	Број сати летења годишње по авиону	Број обрађених хектара по авиону	kW/ha
Централна Србија	4	53	4.073	0,1737	46	178	13.335	0,035
Војводина	40	33	2.184	0,2948	51	212	18.627	0,028

ЗАКЉУЧАК

На основу извршеног програма истраживања могу се извести следећи закључци:

Предложена технологија и обим посла у пољопривреди Србије, у односу на садашњу упосленост авиона, дала значајне позитивне промене. По предложеној технологији, у Централној Србији број сати упослености по авиону у просеку би износио 170 (сада је 53), а број обрађених хектара по једном авиону повећао би се са 4.073 ha на 13.330 ha, а енергетска снабдевеност би се смањила са 0,1737 kW/ha

на 0,035 kW/ha. Исто тако, у Војводини број сати упослености по авиону у просеку би износио 250 (сада 33) а број обрађених хектара би се повећао са 2.184 ha на 18.627 ha, док би се енергетска снабдевеност смањила по хектару са 0,2948 kW/ha на 0,028 kW/ha.

Добијени параметри јасно указују да су нове предложене технологије и изабране категорије авиона, њихов број и структура при оптимизацији флоте пољопривредне авијације Србије, дале економски оправдану ефикасност авиона уз испуњење агротехничких захтева.

Као коначно решење за Војводину, на површини од 950.020 ha био би потребан 51 авион (лаких 3, средњих 21 и тешких 27), док за Централну Србију, на површини од 613.430 ha, решење би било употреба 46 авиона (лаких 8, средњих 19 и тешких 19).

Ова решења била би остварена са три категорије авиона:

- лаке носивости до 500 kg и снаге 172 kW;
- средње носивости до 900 kg и снаге 336 kW;
- тешке носивости до 1.500 kg и снаге 736 kW.

При формирању оптималне флоте пољопривредних авиона, од тренутно постојећих на светском тржишту изабрали би се они са знатно бољим перформансама од ових који се сада користе.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Anderson, Jr., J.D. (1991): Основи аеродинамике. New York, N.Y: Mc.: Graw-Hill, inc. ASAE Standards, 44 th Ed.1997. S 386.2. Calibration and distribution pattem testing of agricultural aerial applicaton eqvipment. St. Joseph. Mi ch: ASAE.

[2] Бадевић, З. (1982): Математическаја оптимизација в социалистическом сељском хозјаиству, Москва.

[3] Бершичкиј, ЈУ.И., Болотов, А.С., Королева, Л.А. (1990): Совершествование метода оптимизације состава МПТ. Механизација и електрификација сељског хозјаиства, 8, 44-45.

[4] Дерета, Н. (1980): Методе снимања и израчунавања дана подесних за извођење пољопривредних радова. "Југословенски симпозијум о актуелним проблемима механизације пољопривреде", зборник радова, Шибеник, 687-698.

[5] Зорић, Д., Топаловић, Г., Габријел, З., Ђорђевић, Н., Теслић, Т. и други (1984): Истраживање савременијег и економски прикладнијег система коришћења авиона у ПКБ. Студија РО ИНИ "ПКБ Агроекономик", Београд.

[6] Југословенски, научно-стручни скуп "Ваздухопловство у служби пољопривреде", Београд, 1982.

[7] Лекић, М. (1986): Одређивање оптималне флоте пољопривредне авијације Југославије, Магистарски рад. Машински факултет Београд.

[8] Павловић, Б. (1982): Стање и правци развоја пољопривредне авијације у Југославији. Зборник радова. Југословнески наурчно - стручни скуп "Ваздухопловство у служби Пољопривреде". Београд.

[9] Станојевић Д. и сар. (1987): Оптимизација флоте пољопривредне авијације Југославије у пројекцији за 2000 годину, Саобраћајни факултет, Београд.

[10] Станојевић, Д., Сајц, В., Пантовић, А., Милићевић, О. (1980): Оптимизација параметара борбеног авиона у фази идејног пројекта. Зборник радова са научно-стручног скупа "Компјутерске методе у аеронаутици". Београд.

[11] Топаловић, Г. (1975): Неки значајни проблеми у раду привредних авијација у пољопривреди и могућност за њихово решење. Агрохемија, бр. 3-4, Београд.
[12] Церанић, С. (2000): Операциона истраживања, Београд.
[13] Церовић, П. (1974): Побољшање оперативног планирања у ратарској производњи методима мрежне технике. I саветовање стручњака пољопривредне технчике Војводине, зборник реферата, Нови Сад, VII, 1-5.

Резултати истраживачког рада настали су захваљујући финансирању Министарства за науку, технологију и развој, Републике Србије, Пројекат "Оптимална технолошко техничка решења за тржишно оријентисану биљну производњу", евиденционог броја ТП 6918.А, од 1.04.2005.

OPTIMIZATION OF TECHNICALLY - TECHNOLOGICAL SYSTEMS IN AGRICULTURE AVIATION

Sonja Jakovljević[1], Milan Đević[2]
[1]*The secondary school of agriculture PKB "Beograd" - Belgrade*
[2]*Faculty of Agriculture - Belgrade*

Abstract: The aim of investigation in this paper is the determination of the necessary number of aeroplanes of certain category and carrying capacity, depending on size and type of technological operations. In order to select the criterions of optimization, it was utilized energy supplying of the aeroplane with minimizing its strenght. To optimize the technically - technological systems in agriculture aviation, it was utilized the database formed by collecting the data directly during the investigation.

During the exploitation of the aeroplanes were studied a lot of parameters, like: production, time of the working cycle's duration, coefficient of utilization of working hours, fuel consumption under the ace of the sheet. All these parameters were also the part of the database. Utilizing the procedure of optimization and the results that were obtained, it was reached the conclusion that the structure and the number of aeroplanes depend on: size of application, structure of sowing, climate, organization of estate, and intensity of production.

The obtained results showed that this type of technology would increase the present employment of aeroplane from 53 hour to 170 hours in Central Serbia, and from 33 hours to 250 hours in Vojvodina. At the same time, the energy supplying would decrease from 0,1737 kW/ha to 0,035 kW/ha in Central Serbia, and from 0,2948 kW/ha to 0,0280 kW/ha in Vojvodina.

Key words: *aviation, optimization, technically - technological systems, category of aeroplane, energy supplying, nonlineary programming.*