

UDK: 657.7; 632.982.4

## ПОТЕНЦИЈАЛИ АЛТЕРНАТИВНЕ ПРИМЕНЕ ПОЉОПРИВРЕДНЕ АВИЈАЦИЈЕ

Соња Јаковљевић<sup>1</sup>, Рајко Миодраговић<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Пољопривредна школа ПКБ "Београд" - Београд

<sup>2</sup>Пољопривредни факултет - Београд

**Садржај:** У раду је разматрана алтернативна примена пољопривредне авијације, односно коришћење најновијих технологија и висококвалификованог кадра за спровођење наведених технолошких операција, код којих се високе технологије користе на префињен и обухватан начин са јаком научном основом.

Ова изучавања су показала потенцијалне могућности примене авиона, истицање резултата разних научних установа, као и успех и делотворност наведених технолошких операција.

**Кључне речи:** алтернативна примена пољопривредна авијација, засипање облака, много-спектралне слике, сателитска навигација.

### УВОД

Пољопривредни авиони налазе се у програму операционих анализа многих авионских инжењера на државним универзитетима већине земаља. Почетне анализе заснивају се на свим фазама употребе ваздушне авијације у пољопривреди. Напори истраживача углавном су усмерени да путем авионског даљинског управљања из ваздуха, системом ултраспектралних и хипер-спектралних слика, дођу до великог броја података високог квалитета, као што су: проналазак корова, идентификовање својстава земље (плодности), пораста биљака, развоја усева, процене биофизичких параметара у усеву, квалитета скроба и зрна.

Авијација налази своје место и у модификацији времена која у свету већ има широку примену. Постоје две стратегије у тим истраживањима, једна у правцу стимулације падавина и друга у правцу борбе против града. Обе методе дале су позитивне резултате и значајне економске користи.

Корисну улогу у противпожарној превентиви има авион, како у детекционом патролирању, тако и у откривању и лоцирању неконтролисаних пожара.

Увођењем система сателитске навигације у пољопривредну авијацију омогућено је тачно одређивање позиције, правилна и ефикасна употреба пољопривредних материјала и вођење уредне евиденције.

Неопходно би било да научне институције у Србији континуирано прате савремена достигнућа у оквиру пољопривредне авијације.

## РЕЗУЛТАТИ АНАЛИЗЕ И ДИСКУСИЈА

### Примена авиона за стимулисање падавина

Један од начина ублажавања несташнице воде јесте вештачка стимулација падавина. Идеалне области за стимулацију су оне које поседују објекте за прикупљање и транспортовање воде до места потрошње.

Радови на модификацији времена почели су после Другог светског рата. Први пројекат стимулисања падавина урађен је 1947. године, а 1995. године Светска метеоролошка организација регистровала је 95 пројеката.

Највећи број је реализован у САД, од Северне до Јужне Дакоте, у Аустралији, Јужној Африци, Тајланду, Кини, Сирији и Израелу. Израелски пројекат се издваја по непрекидној дужини трајања (од 1961.г.), по строгости контроле, и егзактности мерења којима се потврђује ефикасност засејавања. Анализа успешности у Израелу показује да се годишње количине падавина повећавају за 20%.

Званичан став Светске метеоролошке организације и Америчког метеоролошког друштва је да се ефикасност стимулисања падавина креће од 15-20%.

Републички хидрометеоролошки завод из Београда започео је експериментални пројекат стимулације падавина и очекују се прве пробе засејавања облака.

При практичном спровођењу засејавања, методологија стимулисања падавина зависи од: карактеристика подручја, локације за сејање из облака, температуре врха облака, максималне вертикалне брзине облака и микрофизичког типа облака.

Стимулисање падавина врши се на најзначајнијим групама облака: орографским и конвективним. Орографски облаци су извор кише и снега, и у њима се могу стопроцентно повећати падавине. Конвективни облаци су најраспрострањенија форма и у свету најважнији извор падавина.

За извођење пројекта стимулисања падавина потребно је поседовати савремена техничка средства: метеоролошке радаре, комуникациона средства и ваздухопловна средства.

Користећи искуства других земаља, Привредна авијација ЈАТ-а је у Вршцу извршила модификацију авиона AN-2 (слика 1).

У један од авиона овог типа уграђен је уређај за стимулацију падавина SP-1. У одређеним метеоролошким условима, из датог уређаја било би избачено хемијско средство на бази сребро-јодида, које би створило услове за формирање падавина. Хемијско средство које се користи у ове сврхе, наменски је произведено и испоручује се у облику патрона, дужине 300 mm, пречника 68 mm и тежине једног килограма. Патроне се постављају на цевасте носаче који су монтирани у батерије, по шест комада испод сваког доњег крила авиона AN-2.

Активирање патрона врши се електричним упаљачем у свакој патрони појединачно, ручним командовањем из кабине авиона (слика 2). Једна патрона сагорева у трајању од једног минута уз исијавање хемијског средства.

У ове сврхе иначе се могу успешно користити и војни авиони "Крагуј" и "Галеб" Г2.



Слика 1. Модификација авиона



Слика 2. Патрона

### **Засипање облака у борби против града применом авиона**

С обзиром на научна искуства у свету, и пројекте у противградној заштити, авион заузима несумњиво прво место у борби против града.

Да би се спровела операција засипања облака из ваздуха у борби против града, потребно је поседовати:

1. Вишененаменски турбоелисни авион (ЏЕЈЕН II) високих перформанси и С 340 са клипним турбокомпресионим мотором, који је опремљен уређајима за распршивање материјала којим се засипају облаци, а који окупља језгра леда користећи избацујуће ракете, ракете са горућим крајем и генераторе ацетонског раствора на крајевима крила.

2. Метеоролошке радаре (један или више) С-опсега са дисплејом, системом за снимање и комуникационом опремом која обезбеђује неопходне информације за правовремено упућивање авиона у олујну област.

3. Систем за праћење авиона, глобални позициони систем (GPS) који је повезан са земљом са циљем да прикаже положај авиона на радарском дисплеју на земљи.

4. Квалификоване метеорологе, пилоте, копилоте, техничаре и инжењере за спровођење целокупне технологије, обуке и одржавања.

Истраживањем градоносних олуја у САД дошло се до три тестиране хипотезе којих се морамо држати да би применили одговарајућу методологију засејавања градоносних облака:

1. Иницијално таложјење у облаку који расте, уз могућност убрзавања излучивања нарастајућих честица.

2. Рана модификација заснована на засејавању материјала у градоносни облак у каснијој фази његовог формирања одозго.

3. "Корисна конкуренција" у основним струјама, базирана на убацивању засејавајућег агенса у облак који се храни.

Услови извршавања експеримента на градоносном облаку су:

- горња страна облака мора имати температуру од  $-5$  до  $-20$  °C;
- концентрација воде у облаку мора да буде око  $0,5$  g по  $m^2$ ;
- концентрација леда не сме да траје дуже од 5 секунди;
- дужина облака не сме да буде већа од 10 km.

Упућивање једног или више авиона у градоносну олују зависи од: броја олуја у свакој области, времена потребног да се стигне до одређене локације, висине, планирања преклапања руте и времена у бази потребног за вишеавионску мисију. Само један авион може безбедно да функционише на врху и један у бази облака.

Фактори који одређују засипање врха или базе облака су: структура олује, видљивост, висина базе облака или време које је потребно да се постигне висина за посипање.

Опрему за засејавање облака чине: избацујуће ракете за врхове облака, ракете са горућим крајем за базу облака и генератори ацетонског раствора за огромне области слабих улазних струја у бази облака.

Навођење и вођење авиона може се извести коришћењем стационарних и мобилних система, као и коришћењем глобалног система позиционирања (GPS). Обједињени подаци са ова два система налазе се на софтверској подршци под називом "TITAN" (Thunderstorm identification Analysis and Nowcasting), која је развијена у Националном институту за атмосферска истраживања (NCAR) Boulder, САД.

### **Примена авиона у противпожарној заштити шума**

Главни циљ противпожарне заштите је да спречи пожар. Корисну улогу у противпожарној превентиви има авион, како у детекционом патролирању, тако и у откривању и лоцирању неконтролисаних пожара.

Да би се избегао или ублажио проблем штета од великих шумских пожара, могућа је одговарајућа примена авиона, јер они представљају поуздано и корисно средство у таквим операцијама, а у планинским и удаљеним дивљим пределима авион представља једино средство.

У нашој земљи постоје искуства у примени авиона у противпожарној заштити, које је недовољно организовано и није искоришћено у право време.

Значајан фактор у борби против пожара је прецизност, односно постављање авиона у одређену тачку у ваздушном простору, са прецизном брзином, висином, као и коректуром у погледу правца и јачине ветра, да би товар после избацивања пао на одређени циљ.

Дејствовање авиона против пожара може бити у виду директног напада на пламени фронт или индиректног напада у оквиру којег се врше сукцесивна избацивања хемијских инхибитора на стази кретања пожара.

Бомбардовање водом спада у метод директних напада, а ова техника се примењује код малих пожара, или пожара који се споро шире у умереним условима температуре. Сви авиони за бомбардовање водом треба да буду типа "Scooper", а то су авиони који могу да слећу на површину воде и да са ње полећу.

У гашењу пожара авионом може се примењивати ваздушна пена у коју се додаје прах, који се убацује механичким путем у летелицу уграђеним пумпама истовремено са ваздухом. Пена је погодна средство за гашење пожара из ваздуха, нарочито шумских пожара и пожара у индустријским погонима.



Слика 3. Авион типа Канадер

Један од првих типова авиона који је произведен за гашење шумских пожара је авион типа "Kanader" CL-215 (слика 3), искључиво намењен за бомбардовање пожара, тј. избацивање целе количине воде на једно место.

Авион типа М-18 Dromader, такође је погодан за гашење пожара и способан да меша воду и пену и остварује гашење пожара по дужини и ширини, као и бомбардовање пожара у једном месту.

Транспортни, односно пољопривредни авиони AN-2, уз мало прилагођавање израдом допунског резервоара, односно контејнера за воду и додатним пумпама за израду пене, могу се користити за гашење пожара. Овај авион успешно се користи за осматрање шума и праћење развоја пожара.

Поред авиона AN-2, код нас се за успешно осматрање могу користити следећи типови авиона: UTVA-75, PIPER PA-18, BELANCA Citabria CN/10, UTVA-66, GRUMAN G-164, CESSNA 152, 172,210, ултра и врло лаке летелице, као и беспилотне летелице.

На основу изнетог, може се закључити да авијација може имати активно учешће у противпожарној заштити.

#### **Употреба многоспектралних симбола у летењу за опажање корова у пољу летења**

Авионско даљинско управљање може се користити за проналазак корова. Напори истраживача углавном су били усмерени на процену корисности надгледања усева, односно распознавање области заражених коровом и усева без корова.

У пољопривредно-истраживачком центру *Megdonald Kampus, Mek Gil Univerzitetu Ste-An-de-Belvi, Kvibek*, у 1999. вршена су изучавања на два важна усева, кукурузу и соји.

*Šefsov* тест био је коришћен за селекцију најспектралнијих области у расподели различитих најезда корова.

Истраживачи су утврдили да је проналажење корова лакше у цветајућој фази (*Las* и *Kalihan*, 1997). Проналажење корова мора да буде урађено рано, за време сезоне раста, тако да коров може да буде брзо и ефективно елиминисан, без изазивања било које озбиљне штете главном усеву.

Проналажење корова у касним фазама, такође је важно, зато што би прихватајући одговарајуће мере у овој фази заустављања производње семена, односно поновне производње, могло да се контролише даље пропагирање и ширење корова у следећој години.

Статистичке анализе су показале да спектралне траке, концентрисане на дистанци 675,98 и 685,17 метара надморске висине, као и траке од 743,93 до 870,43 метара надморске висине, имају добру могућност распознавања између области која је без корова и области где се појављује коров у кукурузу. У случају соје, трака на дистанци од 811,40 метара надморске висине била је корисна за распознавање помешаног корова.

Ова изучавања показују потенцијалне могућности да се из ваздуха путем мултиспектралних слика открије долазак корова у кукуруз и соју.

### **Идентификовање својстава земљишта у пољопривредним областима употребом хиперспектралне ваздушне или ултраспектралне слике**

Даљинско бележење у идентификовању својстава земље открило је научно друштво пре 1930. године (Curran, 1985).

Хиперспектрално даљинско обележавање обезбеђује податке високог квалитета. Различите физичке и хемијске особине земљишта (влага, органска материја, састав, површине неравног земљишта, оксидирање гвожђа) као педолошке разлике, нпр. органска материја и калцијум - карбонат, разлике окружујуће средине (обронци падина), одређују спектрално одбијање на било ком земљишту, садржај песка такође утиче на спектралну разлику.

Електромагнетна проводљивост ЕС-а је добар показатељ физичког и хемијског састава земљишта и добар процењивач вредности (Са, Mg, К и капацитета размене катјона).

Даљинско бележење састојало се из хиперспектралних слика сакупљених из ваздуха употребљавајући NASA, Националну аеронаутику космичке агенције RDACS/H-3 120-канал, нагиб нивоа призме и сензорско гурање четке). Слика је постављена са 120 спектралних трака преко инфрацрвених боја (CIR) склопа, од 471 до 828 Nm. Сlike су биле сакупљане на надморској висини од 1.200-2.250 m. Све слике имале су спектралне анализе од 3 Nm.

Сlike су добијене употребом падобранског лета и применом скенера.

Обрађивање слика вршено је уз помоћ ENVI софтвера. Слика садржи 120 трака хиперспектралне слике. Обухваћени подаци су анализирани за статистичке односе између података са земље и података са слике. Хиперспектралне траке којих је било 120, пренете су на 10 трака главних компонената слике и узете на анализу плодности врсте земљишта.

Различите структуре земљишта имале су карактеристику различитог спектралног одбијања.

Фактори плодности земљишта показују јаку повезаност са спектралним привлачењем из земљишта у пољу преко ноћи.

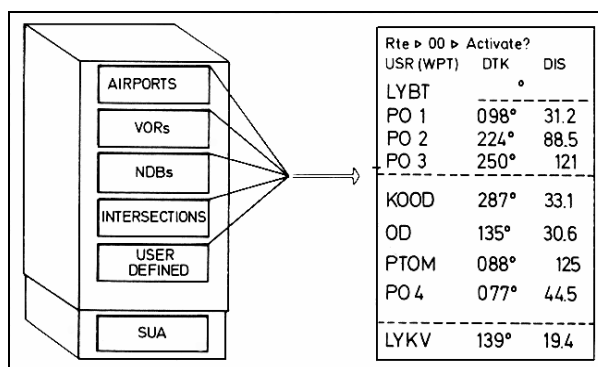
Капацитет размене катјона и калцијума на земљишту показује повезаност у области инфрабоја од 470-828 Nm, док киселост и фосфор показују веома слабу повезаност.

Фактори плодности земље могу да буду одређени подацима даљинског обележавања са великом прецизношћу.

### Примена сателитске навигације у пољопривредној авијацији

Распознавање сопствене позиције ваздухоплова, довела је до развоја новог навигационог система који је употребљив на целој земљи и приступачан сваком кориснику где год био на свету, да тренутно може да одреди своју позицију са тачношћу од петнаестак метара. Систем сателитске навигације створен је захваљујући савршеној електроници и могућности постављања навигационог система у космос.

Пријемник GPS, као део система сателитске навигације, аутоматски после укључења одређује тренутну позицију у све три координате (географска дужина, географска ширина и надморска висина). Ови почетни елементи омогућавају дефинисање корисничке тачке за креирање маршруте лета (слика 4).



Слика 4. Навигацијска база података и дефинисање корисничке тачке омогућавају брзо креирање маршруте лета

За програмирање лета користи се тастатура са бројевима и словима уграђеним на конфигурацији GPS пријемника.

### Пољопривредни GPS

Пољопривредна авијација мора да гарантује правилну употребу пољопривредног репродукционог материјала, што је могуће остварити коришћењем GPS система. Пољопривредни GPS даје следеће предности:

- идентификација и спајање редова у фази рада, избегавање понављања грешака;
- уклањање потреба за било којим обележјем;
- аутоматизација операција у пољу, водећи евиденцију о особљу у састављању радних летова;
- тачно вођење лета уз помоћ светле боје која је на екрану, односно омогућавање пилоту да управља, мање користећи свој поглед.

Пољопривредни GPS (слика 5), обезбеђује различите начине вођења.



Слика 5. Пољопривредни GPS

Систем омогућава подешавање циљаних позиција и путева или маркацију поља, тачака, линија и области. Подаци о раду пилота забележени су у досијеима картица, методом компактнoг блеска, одсјаја директно у научноистраживачком институту у околини.

У кабини авиона може се сместити пољопривредни GPS и светлећа полуга. Пољопривредни GPS компјутер у пољу софтвера користи два главна екрана током лета: преглед планске карте и информације на екранима.

Пилот може да унесе податке као што су: клијент, фарма, поље, име пилота, врста пољопривредног материјала (пестициди или ђубриво), врста усева, временски услови итд.

После уношења података показује се примерак контролне карте на графичком екрану, а овај екран може да буде коришћен и као коначна провера постављених граница у пољу које су исправне пре почетка рада у пољу.

Пољопривредни GPS компјутер сваки пут аутоматски евидентира број летења. Информација се чува у сажетој меморији картице података у облику досијеа података. За време операције у пољу, GPS компјутер аутоматски ствара покривеност карте за сваку употребљену област, а оне су корисне за покривање квалитета операција у пољу, тј. служи клијентима као доказ о добро обављеном послу, односно тачност личних евиденција.

Употреба система сателитске навигације чини лет безбедним и контролисаним.

## ЗАКЉУЧАК

Изучавањем савременог начина примене авиона могу се обезбедити значајне економске користи у пољопривреди.

Вештачка стимулација падавина у летњем, као и стимулисање снежних падавина у зимском периоду применом авиона, значајна је за интензивни развој пољопривредне производње.

Србија настоји да се укључи у програм модификације времена, а носилац комплетне технологије је РХМЗ, у који се као део система користи авион, као непосредно средство помоћу којег се извршава засејавање облака.



Противградна заштита у многим европским земљама као и у свету, представља приоритет. Програм борбе против града у нашој земљи још није добио заслужено место, и ако сваке године град наноси значајне губитке пољопривреди. Питање проблема све више добија значај, а Србија, као изразито пољопривредна земља, мораће да се укључи у савремене, ефикасне и испитане начине борбе против града. Резултати анализа у земљама где је примењен противградни програм, показују степен умањења губитака, а исплате осигурања се крећу од 18-59%.

Даљинска изучавања показују потенцијалне могућности да се из ваздуха путем мултиспектралних слика дође до великог броја података значних за пољопривреду, почев од брзине добијања података, до информација високог квалитета и прецизности.

Систем сателитске навигације у пољопривредној авијацији у Србији полако добија своје место као параметар безбедног лета, олакшаног и прецизног рада уз смањење проблема због неправилне употребе пољопривредних материјала.

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.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Abawi, G.Y. (1993): A simulation model of wheat harve sting and dryng in Horthern Australia. *Journal of agricultural Engineering Research* 54(2), 141-158.
- [2] Allwine, K.J., Thisle, H.W., Teske, M.E. and Anhold J. (2002): The agricultural dispersal - Valley drift spray modeling sistem comparad with pesticide drift data. *Environ. Toxicology and Chemistry* 21 (5): 1085-1090.
- [3] Akesson N. (1974): Yates W: The use of airclaste in agriculture, FAO, Rim.
- [4] 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 equipment. St. Joseph. Mi ch: ASAE.
- [5] Goel, P.K., Prasher, S.O., Landry, J.A., Patel, M.R., Viau, A.A., Miller, J.R.: Estimaton of Cpop Biophysical parameters through airborne and Field Hyperspectral Remote Sensing.
- [6] GPS 95 XL Personal Navigator Owner `S Manual, USA, 1994.
- [7] Haffar, I., Houry, R. (1992): A computer model for field machinepy selection under multiple cropping. *Com puters. And Electronics in Agriculturei*, 7 (3), 219-229.
- [8] Han, K.J., Gao, H.W., H.Q. (1991): The development of systematic software (FMS) for optimizing a farm machinery operation sistem. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 7 (1), 29-36.
- [9] Han, S., Hendrickson, L. and B.N. (2001): Comparison of satellite remote sensing and aerial photography for ability to detect in - season nitrogen stress in corn. ASAE meeting paper No.011142. St. Joseph, Mich.: ASAE
- [10] Sharifi, M.A. (1992): Development of an appropriate resource information system to support agricultural management at farm enterprise level. Thesis, Wageningen Agricultural University, Netherlands, 217.
- [11] Стефановић, М. (1997): Примена сателитске навигације у борбеној авијацији, Нови Гласник, бр. 3-4, Београд.
- [12] Yao, H., Tian, L.F. and Hoguchi H. (2001): Hyperspectral imaging system optimization and image processing. ASAE meeting paper No.01-1105. St. Joseph, Mich: ASAE.

## THE POTENTIALS OF ALTERNATIVE USE OF AGRICULTURAL AVIATION

**Sonja Jakovljević<sup>1</sup>, Rajko Miodragović<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>The secondary school of agriculture PKB "Beograd" - Belgrade*

*<sup>2</sup>Faculty of Agriculture - Belgrade*

**Abstract:** In this work was taken into consideration alternative use of agricultural aviation, with reference to using the newest technologies and highly qualified staff that executed mentioned technological operations. These high technologies are used in a fine and detailed way, with the strong scientific base.

These scientific studies showed the potential possibilities of using aeroplanes, emphasising the results of various scientific institutions and the succes and efficiency of mentioned technological operations.

**Key words:** *alternative use of agricultural aviation, dispersion of clouds, multispectral pictures, satellite navigation.*