

ОПТИМИЗАЦИЈА АКТИВНОСТИ У АГРАРНИМ СИСТЕМИМА

1. УВОД (ОПИС ПРОБЛЕМА)

Аграрни системи представљају сложене и динамичке системе, који се, по правилу, формирају комбиновањем производног и територијалног принципа удруживања нижих организационих јединица.

Организационе јединице, које су елементи тога система, често имају различите дјелатности. Међу њима има оних које се баве производњом примарних пољопривредних производа; затим, одређени број организационих јединица бави се узгојом стоке, товом и производњом властитог сточног фонда. Такође, нису ријетки пољопривредни системи који у свом саставу имају организационе јединице које се баве производњом сточне хране на бази производње властите биљне производње, као и оне организационе јединице које се баве индустријском прерадом појединих властитих производа биљног и животињског поријекла. У последњем случају ови системи добијају обиљежја агроиндустријских система.

Аграрни системи као цјелина располажу одговарајућим производним капацитетима, који су подијељени по организационим јединицама, од којих неки могу бити заједнички за више јединица. Између организационих јединица које се баве истом врстом дјелатности могу се успоставити односи међузависности по основу кориштења заједничких капацитета (механизације, радне снаге, силоса, сушара). С друге стране, односи међузависности организационих јединица које се баве различитом врстом дјелатности успостављају се по основу фазне производње.

Циљ сваке организационе јединице појединачно и свих заједно јесте да систем као цјелина функционише што ефикасније; да послује што економичније, рентабилније и продуктивније; да користи све производне капацитете на

начин који обезбјеђује да потребе организационих јединица виших фаза прераде буду максимално усклађене са капацитетима организационих јединица нижих фаза прераде.

Зато се поставља задатак да се програмира ниво активности, односно производње сваке организационе јединице у обиму који обезбјеђује задовољење претходно наведених циљева, уз услов да се уваже сви ограничавајући фактори који се јављају у процесу производње сваке организационе јединице и система као цјелине.

2. ИДЕНТИФИКАЦИЈА ЦИЉЕВА И ОГРАНИЧАВАЈУЋИХ ФАКТОРА ФУНКЦИОНИСАЊА АГРАРНИХ СИСТЕМА

а) У описаном проблему, уочене су три линије производње, које ће, у ствари, представљати потенцијалне реалне варијабле проблема који се рјешава. Описани проблем биће редукован искључивањем линије индустријске прераде примарних пољопривредних производа, у ком случају ћемо имати посла са аграрним системом.

Чињеница је да се линије производње у области ратарства и сточарства битно разликују, како по свом биолошком и производном карактеру, тако и по факторима који на њих дјелују. Због тога је потребно у моделу посебно размотрити активности у ратарству, а посебно у сточарству.

Структурне варијабле у моделу са становишта ратарске производње биће површине обрадивог земљишта које ће се засијати под одређеном врстом култура. Како смо раније коментарисали, такве површине се могу битније разликовати, како по производним, тако и економским ефектима. Те су разлике посљедица природних, организационих и економских фактора.

Од природних фактора који условљавају разлике у нивоу производње истичу се квалитет земљишта и сортимент. С тога је неопходно испитати да ли бонитет земљишта у знатној мјери утиче на разлике у приносу исте врсте производње и при истим осталим условима. Ако је то случај, тада ову чињеницу треба узети у обзир приликом дефинисања структурних варијабли модела.

Слично томе, ако двије или више сорти исте културе, које се узгајају при истим условима, дају битно различите приносе, то ће бити довољан разлог да те различите сорте егзистирају у моделу као засебне варијабле.

За идентификацију структурних варијабли модела од значаја је анализа технологије производње и нивоа интензивности производње. Уз претпоставку да у анализираном систему више организационих јединица заједнички користе расположиву радну снагу и средства механизације, реално је узети да се технолошки ниво производње неће битније разликовати по тим јединицама. Међутим, у оквиру исте или различитих организационих јединица значајне разлике у ефектима производње могу се појавити као посљедица разлике у технологији производње која се може организовати у сувом ратарењу и у условима наводњавања.

Проблем интензивности производње своди се на проблем утврђивања економски оптималног нивоа интензивности појединих линија производње, односно проблем утврђивања економски оптималног приноса за дате услове.

Када је ријеч о сточарској производњи, стоји чињеница да је проблем идентификације реалних варијабли знатно тежи у случају ратарских активности. Потешкоће потичу отуда што, због специфичности сточарске производње, поред финалне производње (различите категорије стоке) постоји низ пратећих категорија. У основи, код дефинисања реалних варијабли у сточарству, постоје двије могућности:

(а) да се свака категорија одређене врсте стоке посматра као посебна варијабла, те да се изражава бројем грла;

(б) да као реалне варијабле егзистирају само финалне категорије појединих врста стоке, а да се битни показатељи пратећих категорија искажу кумулативно кроз финалну категорију. При томе, финалне категорије могу у моделу да фигуришу као капацитет (апсолутни или условни број грла) или као количина готових производа. Такође, мора се водити рачуна о томе да битније разлике у производним и економским ефектима у оквиру исте линије производње могу

настати под дејством природних фактора (раса стоке) и организационо-економских фактора (начин држања стоке, ниво интензивности производње).

(в) Након идентификације структурних варијабли модела, потребно је спознати ограничавајуће факторе који се испољавају у реализацији процеса производње свих организационих јединица датог система. У циљу формирања модела, ти се фактори преводе, језиком математике, у систему једначина или неједначина.

У основи, из описаног проблема може проистећи пет општих група ограничења која се односе на реализацију активности аграрних система:

(1) Ограничења која су специфична за поједине организационе јединице у саставу цјелине система. Отуда, број оваквих ограничења зависи од структуре датог система. У ову групу ограничења укључују се капацитети организационих јединица (земљишни капацитети, капацитети за примарну прераду). Даље, ако је анализиран систем организован на територијалном принципу, тада у ову групу спадају и она средства механизације која се користе само за потребе појединих организационих јединица. Такође, у ову групу могу да се укључе и она ограничења која се односе на поједине типове земљишта или других специфичних услова (система за наводњавање), који у одређеном смислу представљају подсистеме у којима се одвија производни процес више линија производње. Посматрано са становишта организационе структуре аграрног система, ова група ограничења покрива дијелове хоризонталних производних структура које повезују поједине елементе у оквиру производних подсистема. Што је мањи број оваквих ограничења, већа је могућност за рационалније коришћење расположивих капацитета и омогућен је већи ниво постизања оптималних резултата.

(2) Посебна група ограничавајућих фактора су они који се односе на поједине активности у оквиру појединих организационих јединица. У ратарској производњи ова

ограничења су условљена специфичним биолошким захтјевима појединих усјева, из којих проистичу организационо-економски захтјеви за поштовање плодосмјене и плодореда. Укључивањем ових ограничења у модел за годишње планирање пољопривредне производње остварује се континуитет планирања у наредним годинама, из разлога што се помоћу њих трајно обезбјеђују једнако повољни услови производње. Евентуално изостављање ове врсте ограничавајућих фактора имало би у наредним годинама планирања негативне, катастрофалне посљедице, које би се могле огледати и у потпуној елиминацији могућности производње појединих усјева, односно, у бољој варијанти, у драстичном смањењу приноса. Ова врста ограничења је посебно значајна за оне културе које су осјетљиве на болест и штеточине.

(3) Група тржишних ограничења је, по правилу, неизоставна, без обзира о којој се врсти производње ради. Неопходност ових ограничења у агро-систему произилази из чињенице да је пољопривредна производња сезонског карактера, да представља сировинску основу прехранбеној индустрији и да се ради о производњи која има витални значај за привреду сваке земље.

(4) Због постојања вертикалних производних веза унутар аграрних система, а у циљу оптимизације његовог функционисања, неопходно је моделирати и ограничења која произилазе из фазног карактера пољопривредне производње, а којима се повезују активности организационих јединица различитих дјелатности. По правилу, то су ограничења којима се повезује ратарска и сточарска производња.

(5) На крају, постоје ограничења која су заједничка за све организационе јединице, као подсистеме, унутар датог система. То су оне релације помоћу којих се повезује ангажовање радне снаге и средстава која се заједнички користе за све или већи број организационих јединица у сложенем систему. Што је већи број ограничења из ове групе, већа је могућност ефикаснијег функционисања цјелине.

У поступку конструкције модела мора бити задовољен принцип обухватности свих релевантних релација које су битне и специфичне за сложени пољопривредни систем. Неке од тих релација квантифицирају односе у оквиру појединих подсистема, док су остале заједничке за више или све организационе јединице система. Због таквог садржаја у систему релација или ограничења, ради се о моделу који има вишефазну форму. Уз то, начин остварене међузависности појединих подсистема упућује да се ради о моделу вишефазног програмирања.

(г) Избор врсте и обима појединих производњи остварује се примјеном одговарајућих метода оптимизације. Између потенцијалних производних програма врши се избор оних који показују највеће економско оправдање, а у оквиру постојећих ограничења. У том циљу, неопходно је дефинисати функције циља, које могу бити различите, у зависности од тога да ли се поставља захтјев максимизирања или минимизирања и од тога шта ће се узети за циљ који се жели остварити рјешавањем одређеног проблема.

У сложеним економско-математичким моделима којима се оптимизира пословање аграрног система, најчешће се функција циља изграђује тако да она истовремено садржи захтјев за максимирањем једне величине, у већини случајева то је функција добити, и минимизирањем трошкова. Подразумијева се да се та два циља садрже у једној функцији, која ће бити максимизирајућа. Проблем формирања функције циља када желимо истовремено постићи два циља постижемо на тај начин да се активности које представљају финалне производе у функцији циља стављамо коефицијент са позитивним предзнаком, док за активности које су носиоци трошкова (ангажовање механизације, производња сточне хране) у функцији циља стављамо коефицијенте са негативним предзнаком. У том случају се очекује да у току оптимизације од функције вриједности добити буде одбијена функција трошкова. Како су коефицијенти уз варијабле у функцији циљева увијек изражене по јединици капацитета, то је за дефинисање односа између добити и трошкова

неопходно одредити њихове квантитативне односе, што представља сложенији дио посла формирања модела.

Међутим, претходно дефинисана функција циља је још увијек једнокритеријална, помоћу које се, истина, компромисно задовољавају два циља. У стварности, сваки привредни субјекат настоји да постиже такве резултате пословања који ће му обезбиједити задовољење већег броја циљева, који могу имати различите приоритете у остваривању. Неопходност уважавања већег броја циљева у реализацији програма производње постаје очигледније што се ради о организационо и технолошки сложенијим системима. Сложени пословни системи су, између осталог, карактеристични по томе што је код њих доминантан проблем односа појединих организационих јединица према цјелини. Ти односи се усаглашавају кроз различите врсте планова развоја, како дијелова, тако и цјелине предузећа. Приликом израде годишњег плана производње, централна планска служба, на нивоу сложеног пословног система, мора уважавати хетерогеност стања појединих подсистема, односно њихове организационе, економске, производне и природне специфичности. Основни циљ планске службе јесте да усклади специфичности тих подсистема на начин који обезбјеђује да планирана структура производње резултира максималним економским ефектима.

Да би се то могло остварити, потребно је примјенити одговарајућу научну методологију. Таква је сигурно методологија математичког програмирања са више нивоа одлучивања на бази већег броја критерија.

Проблем усаглашавања субоптimumа на нивоу цјелине система настаје због тога што она производна структура која је оптимална са аспекта одређеног подсистема, не мора бити оптимална са аспекта система као цјелине. Немогућност простог сабирања оптимума на нивоу система и субсистема, посљедица је постојања хоризонталних и вертикалних производних веза унутар агро-система. Поједине организационе јединице остварују привидно слабије економске ефекте пословања, него што би их евентуално оствариле да су самостални системи. Међутим, то не би требало да утиче на њихов економски положај, јер оптимални

плани на нивоу система као цјелине морају уважавати расположиве ресурсе у свим организационим дијеловима.

Једнокритеријална оптимизација није методолошки оквир у који се могу смјестити захтјеви за компромисно задовољење циљева појединих организационих дијелова једне цјелине и саме те цјелине. То је довољан разлог да се такав оквир покуша тражити кроз изградњу одговарајућег модела у методологији вишекритеријалне оптимизације.

3. ФОРМИРАЊЕ МОДЕЛА ВИШЕКРИТЕРИЈАЛНЕ ОПТИМИЗАЦИЈЕ

Да бисмо формирали одговарајући систем ограничења и функције циљева за оптимизацију ратарске и сточарске производње било кога аграрног система, а на бази описаног проблема, увешћемо слиједеће варијабле, коефицијенте и константе:

- x_{ijuo} , број хектара обрадивог земљишта који је засијан j -том сортом i -те врсте усјева при u -тим условима производње у o -тој организационој јединици; или, ова варијабла може да показује број грла j -те расе i -те категорије стоке која се узгаја у u -тим условима у o -тој организационој јединици.

- a_{iu} , укупно расположиви број хектара обрадивог земљишта који ће се обрађивати под u -тим условима у o -тој организационој јединици; или ова константа може представљати расположиви или планирани број свих врста грла стоке који се узгаја под u -тим условима у o -тој организационој јединици;

- p_i , коефицијент учешћа i -те врсте усјева која се сије у u -тим условима у o -тој организационој јединици, који обезбјеђује остварење планираног плодореда; или, то је коефицијент учешћа i -те врсте стоке која се узгаја у u -тим условима у o -тој организационој јединици, који обезбјеђују планирану плодосмјену;

- a_{ijuo} , принос j -те сорте од i -те врсте усјева у u -тим условима засијавања у o -тој организационој јединици;

- a_i , расположива количина i -те врсте усјева која се може пласирати на тржиште;

- $b_{ijuo}^{(t)}$, норматив рада средстава механизације која раде само на једној линији производње, потребан да се обради један хектар обрадивог земљишта под j -том сортом i -те врсте усјева у u -тим условима производње у o -тој организационој јединици, у t -том периоду;
- $b_i^{(t)}$, расположиви капацитет специјалних средстава механизације која се користе у производњи i -те врсте усјева у t -том периоду;
- $\bar{a}_{ijuo}$, принос j -те сорте i_1 - те врсте усјева у u -тим условима производње у o -тој организационој јединици;
- b_{i_2juo} , потребна количина j -те сорте i_2 - те врсте усјева у u -тим условима производње у o -тој организационој јединици;
- $r_{ijuo}^{(t)}$, норматив ангажовања радне снаге по једној јединици j -те сорте i -те врсте усјева у u -тим условима производње у o -тој организационој јединици у t -том периоду;
- $r^{(t)}$, расположиви фонд сати ангажовања радне снаге у периоду t ;
- $m_q^{(t)}$, расположиво вријеме ангажовања средстава механизације q -тог типа у периоду t ;
- $m_{ijuoq}^{(t)}$, норматив рада средстава механизације q -тог типа по јеном хектару обрадивог земљишта по j -том сортом i -те врсте културе у o -тој организационој јединици и у периоду t ;
- c_{ijuo} , вриједност производње приноса добијеног са једног хектара обрадивог земљишта која је засијана j -том сортом i -те врсте културе у u -тим условима производње у o -тој организационој јединици;
- $r_{ijuo}^{(t)}$, норматив ангажовања производних радника по једном хектару обрадивог земљишта који је засијан j -том сортом i -те врсте културе у u -тим условима производње у o -тој организационој јединици и у t -том периоду;
- $r^{(t)}$, расположиви фонд сати ангажовања производних радника у t -том периоду;
- t_{ijuo} , варијабилни трошкови производње по једном хектару који је засијан j -том сортом i -те културе у u -тим условима производње у o -тој организационој јединици;

- t_o , фиксни трошкови производње у датом аграрном систему;
- $p_{i juo}$, очекивани нето принос остварен од производње по једном хектару засијаном j -том сортом i -те врсте културе у u -тим условима производње у o -тој организационој јединици;

На основу описаног проблема и претходно уведених величина, могуће је записати одговарајући облик вишекритеријалног модела за оптимизацију плана производње сложеног пољопривредног система, који у себи обједињава ратарску и сточарску производњу.

У општем случају, треба пронаћи такве вриједности варијабили $x_{i juo}$, које обезбјеђују да се остваре слиједећи циљеви:

$$(\max); z_1 = \frac{\sum_{i=1}^{n_1} \sum_{j=1}^{n_2} \sum_{u=1}^{n_3} \sum_{o=1}^{n_4} c_{i juo} x_{i juo}}{\sum_{i=1}^{n_1} \sum_{j=1}^{n_2} \sum_{u=1}^{n_3} \sum_{o=1}^{n_4} r_{i juo} x_{i juo} + \sum_{u=1}^{n_3} \sum_{o=1}^{n_4} r_{uo}} \quad (1)$$

$$(\max); z_2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_1} \sum_{j=1}^{n_2} \sum_{u=1}^{n_3} \sum_{o=1}^{n_4} p_{i juo} x_{i juo}}{\sum_{i=1}^{n_1} \sum_{j=1}^{n_2} \sum_{u=1}^{n_3} \sum_{o=1}^{n_4} c_{i juo} x_{i juo}}, \quad (2)$$

$$(\max); z_3 = \frac{\sum_{i=1}^{n_1} \sum_{j=1}^{n_2} \sum_{u=1}^{n_3} \sum_{o=1}^{n_4} c_{i juo} x_{i juo}}{\sum_{i=1}^{n_1} \sum_{j=1}^{n_2} \sum_{u=1}^{n_3} \sum_{o=1}^{n_4} t_{i juo} x_{i juo} + t_o} \quad (3)$$

тако да буду задовољена слиједећа ограничења :

$$\sum_{i=1}^{n_1} \sum_{j=1}^{n_2} x_{i juo} \leq a_{uo}, (u = 1, 2, \dots, n_3; \quad o = 1, 2, \dots, n_4), \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^{n_2} x_{ijuo} \leq p_1 a_{uo}, \quad (i=1,2,\dots,n_1; u=1,2,\dots,n_3; \quad (5)$$

$$\sum_{j=1}^{n_2} \sum_{u=1}^{n_3} \sum_{o=1}^{n_4} a_{ijuo} x_{ijuo} \leq a_i, \quad (i=1,2,\dots,n_1), \quad (6)$$

$$\sum_{j=1}^{n_2} \sum_{u=1}^{n_3} \sum_{o=1}^{n_4} b_{ijuo} x_{ijuo} \leq b_i^{(t)}, \quad (i=1,2,\dots,n_1), \quad (7)$$

$$\sum_{j=1}^{n_2} \sum_{u=1}^{n_3} \sum_{o=1}^{n_4} \bar{a}_{i_1} x_{i_1 juo} - \sum_{j=1}^{n_2} \sum_{u=1}^{n_3} \sum_{o=1}^{n_4} b_{i_2 juo} x_{i_2 juo} = 0, \quad (8)$$

$$\sum_{i=1}^{n_1} \sum_{j=1}^{n_2} \sum_{u=1}^{n_3} \sum_{o=1}^{n_4} r_{ijuo}^{(t)} x_{ijuo} \leq r^{(t)}, \quad (9)$$

$$\sum_{i=1}^{n_1} \sum_{j=1}^{n_2} \sum_{u=1}^{n_3} \sum_{o=1}^{n_4} m_{ijuoq} x_{ijuo} \leq m_q^{(t)}, \quad (q=1,2,\dots,n_5), \quad (10)$$

$$x_{ijuo} \geq 0, \quad \forall (i,j,u,o). \quad (11)$$

ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

Рјешавањем модела (1) -(11) долази се до одговора на питања :

(1) *Колику површину обрадивог земљишта треба засијати појединим усјевима и њиховим сортима, уважавајући при томе да су могући различити услови обраде (нпр. суво рањарење и наводњавање); да су различите категорије земљишта на којима се сију те културе? Прећосћавајући да је дат систем подијељен на већи број организационих јединица, до одговора на исто питање се долази истовремено за сваку организациону јединицу посебно;*

(2) *Колики број ђрла појединих категорија стоке, при различитим условима узгоја, треба да узгајају поједине организационе јединице у саставу анализираног система? Добијање оптималних нивоа тих варијабли у конкретном случају условљено је захтјевом да се остваре ти циља. Тачније,*

требало одредити вредности њим варијаблама ипакве да посматрани систем максимира бонитет свога пословања, односно да оствари најповољнији могући компромис ових циљева: максимирање продуктивности рада запослених, максимирање рентабилности пословања и максимирање економичности пословања. Настојање да се остваре наведени циљеви, ограничено је слидећим чињеницама:

- ограничени су земљишни и сјајски капацитети (релација 4),
- нужно је задовољити захтеве плодореда и плодосмјене (релација 5),
- ограничене су могућности продаје појединих врста усјева и стоке (релација 6),
- ограничени су капацитети средстава механизације и радне снаге (релација 7, 9, 10),
- неопходно је ускладити производне обиме међусобно повезаних капацитета, линија фазне производње (релација 6).

У основи, модел (I)-(II) је вишекритеријални; он има облик за који је карактеристично постојање ограничења на нивоу дијелова система и ограничења на нивоу система као цјелине. Тим моделом су обухваћене све релевантне релације које су карактеристичне за систем аграрне производње.