

ЕМИЛИЈА МАНИЋ*

ГИС-БАЗИРАНЕ ТЕХНОЛОГИЈЕ И ЊИХОВА ПРИМЕНА У ПОЉОПРИВРЕДИ

Садржај: Географски информациони системи (ГИС) се већ дуго времена користе у многим делатностима, те је позната и њихова примена у пољопривреди. У раду је дат приказ географских информационих система за подршку одлучивању (просторни систем за подршку одлучивању), као напредних ГИС технологија код решавања сложенијих, полуструктурираних и неструктурираних задатака, и потом њихова примена у пољопривреди. Посебно су наглашени примери употребе појединих ГИС-базираних технологија у пољопривреди и објашњење концепта „прецизне пољопривреде“, као и приказ једне од апликација за примену датог концепта - SSToolbox-а (SST). У последњем делу рада дат је осврт на могућности коришћења ГИС-базираних технологија у пољопривреди Србије.

Кључне речи : ГИС-базирани технологије, просторни систем за подршку одлучивању, концепт „прецизне пољопривреде“

Apstarct : Geographical information systems are in use in business application for a long time, but their usage in agriculture is well known, too. This article shows the main structure of geographical information systems for decision support (spatial decision support systems) as advanced GIS technologies made for solving complex, semistructured or nonstructured problems and their application in the agriculture sector. GIS-based technologies has been reviewed through several examples of their use in agriculture and special respect has been given to the *precision farming* concept, giving short insight into SSToolbox software (SST). The last part of the article is dedicate to the possible usage of GIS-based technologies in the Serbian agriculture.

Key words : GIS-based technologies, spatial decision support system, precision agriculture concept

Информациони системи су већ дуго саставни део модерног начина пословања у развијеном свету, тако да су се на њиховој бази временом развили и посебни облици бизниса (на пример, електронско пословање). Један од информационих система који се, почев од деведесетих година XX века, све више користи у сфери пословне економије и бизниса јесте и географски информациони систем (ГИС). Настанак и еволуција ГИС-а има заједничких тачака са развојем других информационих система, али поседује и доста разлика које га чине јединственим. Требало би нагласити да постоје две основне линије истраживања ГИС-а – једна, која се бави ГИС-ом у техничком смислу (његовог креирања, техничких карактеристика, елемената) и друга, која је корисничка, где се изучавају начини употребе ГИС-а у различитим областима (просторне и непросторне анализе, предвиђање, доношење одлука). Стога није необично што постоји велики број истраживања у сегменту употребе ГИС-а, ГИС-а и других информационих алата у различитим сферама привреде и анализа просторних димензија економских активности. Једно од интересантних питања јесте и употреба

* Мр Емилија Манић, асистент, Економски факултет, Београд.

Рад представља резултате истраживања пројекта 146015 које финансира Министарство науке и заштите животне средине Србије.

ГИС-базираних технологија у унапређивању пољопривредне производње (један од резултата је и настанак концепта „прецизне пољопривреде“).

Циљ овог рада јесте да прикаже и опише неке од ГИС-базираних технологија са корисничког аспекта, односно њихову конкретну употребу у пољопривреди. Биће дат кратак осврт и на примену ГИС-а у аграрном сектору Србије, односно постојања препрека ефикасном спровођењу нових концепата у пољопривредној производњи. Ово је нарочито актуелно након доношења стратешког документа 2005. године - „Стратегија развоја пољопривреде Србије“, где је, између осталог, потенцирано значајније учешће пољопривреде у укупном БДП земље, потом питање снабдевања тржишта безбедном и високо квалитетном храном, заштита животне средине и повећање профитабилности туристичке понуде, функција премошћивања процеса транзиције у Србији како би се успешно пребродиле предстојеће промене приликом уласка у СТО и ЕУ (Стратегија развоја пољопривреде Србије, 2005). Као један од начина, да се овим циљевима приближимо, јесте модернизација пољопривредне производње увођењем нових технологија, пре свега, информационих технологија у све фазе аграрне производње.

Географски информациони системи за подршку одлучивању

Географски информациони системи дуго година уназад постоје као препознатљива техника и алат за решавање просторних проблема у многим областима живота и рада. Иако у многим карактеристикама сличан са другим информационом система, ГИС је, ипак, имао другачији и сложенији развој. Први ГИС коришћен је као напредна замена цртању карата, док су први информациони системи били везани за фајл-системе и генерисање извештаја off-line (Huerta E., Navarrette C., Ryan T., 2005). Наредене фазе развоја информационих система увеле су базе података, интеграцију различитих система и постављање система „on-line“. Последњих деценија, ГИС се развијао све више у правцу употребе просторних анализа, али и увођења концепата из области система за подршку одлучивању (СПО) или експертских система (ЕС). Можда је један од разлога споријег продирања ГИС-а у свет бизниса и тај што је ГИС имао далеко више специфичности од других информационих система, и што је истовремено користио и обрађивао просторне и непросторне податке. То га је делимично успоравало у сопственом позиционирању и прихватању од стране корисника (комплекснији у хардверском, софтверском и функционалном смилу). Све до деведесетих година XX века, ГИС се, посматрано кроз научне дисциплине, најпре везивао за географију, архитектуру, картографију (прве две фазе развоја), па потом за информатичке дисциплине, статистику, планирање (последњих двадесет година) и тек последње деценије прошлог века почиње да залази у сферу пословне економије и менаџмента, малопродаје и телекомуникација (Maguire D.J., 2000)[†]. ГИС у бизнису постаје ново научно поље где су његови концепти, методе и теорије настајале комбинацијом знања и теорија из више научних дисциплина: географије, картографије, информатике, статистике, економије. У сусрету са растућим низом различитих захтева и проблема, ГИС је почео да шири област проучавања и иде, не само ка чувању, анализи и приказивању података референтно везаних за простор, већ и ка коришћењу непросторних метода и модела, знања и вештина из других научних области. Тиме је он постао моћан алат доносиоца одлука, како на оперативном, тако и на стратешком нивоу. Циљ сваког процеса одлучивања јесте предвиђање догађаја, оптимално искоришћење постојећих ресурса, минимизирање грешака и губитака, а

[†] Већ у другој половини деведесетих година XX века један део афирмисаних пословних школа менаџмента уводе ГИС у своје наставне планове као обавезни курс (Универзитет на Флориди, Harvard Business School).

максимизирање профита и зараде. У том смислу, интеграција различитих математичких и статистичких модела у ГИС могла је само да допринесе побољшању квалитета одлука које се доносе.

Тако настају просторни системи за подршку одлучивању (ПСПО), код којих је најчешће ГИС круцијални сегмент (могу и системи за подршку одлучивању бити окосница развоја ПСПО). Према неким ауторима, ПСПО су уствари географски информациони системи код којих су значајно развијене функције које се односе на просторне анализе и моделовање (Malazewski J., 1999). Према другима, ПСПО су интегрисани просторни подаци који су примењени кроз одређене моделе за подршку одлучивању (Keenan P., 2005). Најчешће се ПСПО спомињу као специјално дизајнирани ГИС за подршку процесу одлучивања, који истовремено интегрише географске податке и одговарајуће алате за анализу (Huerta E., Navarrette C., Ryan T., 2005). Неки ове просторне системе чак називају „интелигентни ГИС“ (Birkin M. et al., 1996), потенцирајући при том предности које овакав систем има над класичним ГИС-ом. Реч је, заправо, о интеграцији постојећег ГИС-а и одређених математичких и статистичких модела (у зависности о којој области се ради) чиме се покушало приближити проналаску метода за решавање полуструктурираних или неструктурираних просторних проблема.

Међутим, када се говори о архитектури просторних система за подршку одлучивању уочавају се одређене разлике у зависности од тога на каквој бази су се сами системи развијали. Постоје две основне линије по којима је започела, и данас тече, еволуција ПСПО: једна на бази ГИС-а, а друга на бази СПО (Peterson K, 1998).

Као што смо већ рекли, према првој варијанти ПСПО је највећим делом развијен на бази ГИС-а. Код ове варијанте посебно је наглашен сегмент прикупљања и манипулације просторним подацима, као и питање сложености просторних веза које међу проучаваним појавама постоје. Овакви ПСПО се најчешће користе за решавање оних задатака код којих је доминантна просторна компонента. Највећа примена датих ПСПО је, рецимо, у домену малопродаје (просторни интерактивни модели већ се налазе интегрисани у неке ГИС софтверске пакете као што су SPANS (*TYDAC Technologies Inc*) или TransCAD (*Caliper Corporation*)).

Друга линија развоја ПСПО подразумева њихово базирање на системима за подршку одлучивању, а посебно на једној њиховој врсти – тзв. експертским системима (ЕС). Реч је о скупу система базираних на вештачкој интелигенцији који се користе за лакшу декомпозицију сложених проблема. Они обично комбинују логичка правила доношења одлука са неким скупом прикупљених података. При томе се ослањају на теорију логичког закључивања, развијајући све то на хеуристичким методама или конвенционалним компјутерским алгоритмима. Код ових ПСПО наглашен је процес доношења одлука, где је просторна анализа само један од секундарних сегмената. ПСПО су овде креирани према одређеном домену примене и подразумевају анализу и обраду података везаних за тај домен. Њихова највећа примена је у менаџменту, области планирања и регулације просторним јединицама (нпр. издвајања зона управљања у пољопривредној производњи), у област идентификације и управљања ризицима, али и у малопродаји у делу спецификације микса производа за одређивање алтернативних локација. У другом делу овог рада више ћемо се базирати на географским системима за подршку одлучивању са пратећим информационим технологијама и њиховој примени у пољопривреди.

Пре употребе ПСПО у било којој области примене, па и пољопривреди, морају се предузети опсежне анализе задатка и његових карактеристика који је пред систем постављен. Важно је креирати ПСПО који одговара постављеним захтевима у задатку. Уколико је та подударност на ниском нивоу, може се десити да употреба ПСПО произведе супротан ефекат од очекиваног – доведе до погрешних резултата и

погрешних закључака (Huerta E., Navarrete C., Ryan T., 2005). Овакве анализе требало би да претходе сваком увођењу ПСПО јер до сада није креиран јединствен ПСПО - способан да одговорити на велики број разноврсних задатака користећи само један модел. Зато је неопходно сваком задатку, односно проблему пронаћи и одговарајућу варијанту ПСПО.

Ако је класичан ГИС пружао велику помоћ у анализи и, делимично, у предвиђању неких трендова, ГИС-базирани системи за подршку одлучивању треба да постану неопходна помоћ у делу решавања структурираних проблема на оперативном нивоу, али и подршка у решавању неструктурираних задатака. Будући трендови коришћења ових технологија указују да ће се све чешће употребљавати тзв. интелигентни интерфејси којима ће надокнађивати евентуални недостатак знања и вештина корисника ПСПО у домену картографије или просторних анализа. Доступност ПСПО на интернету, такође, је значајан подстрек даљем развоју ових система. Са друге стране, ГИС-базираним технологијама пружају се велике могућности у областима просторних оптимизација. Свакако да у томе своје место проналази и пољопривреда, односно тежња за унапређивањем пољопривредне производње коришћењем савремених информационих алата.

Досадашња искуства у примени ГИС технологија у пољопривреди

Примена знања и иновација у пољопривреди присутна су већ дужи низ деценија. Најчешће су се огледала у мерама мелиорације, заштите, прихрањивања, али и процесима селекције, укрштања и генетске модификације међу биљкама и животињама. Истина, могућности примене и ширења иновација у пољопривреди, као и у свим другим гранама, директно су зависили од степена економског развоја датих земаља, тј. њихових способности да научна достигнућа примене у пракси у што краћим временским интервалима. Зато је дифузија иновација у пољопривреди најбоље текла, управо, у најразвијенијим економијама, док је у другим земаљама света стизала са закашњењем. Унапређење пољопривредне производње присутно је у свим пољопривредним гранама кроз: унапређење и селекцију врста, повећање приноса по јединици површине, повећање продуктивности у области млекарства или производње меса, процесе укрштања и генетске модификације, кроз нове начине управљања пољопривредним газдинствима, и сл. Процеси унапређења веома често се спровode захваљујући савременим информационим технологијама, међу којима је и ГИС пронашао своје место.

ГИС омогућава једноставно прикупљање, чување, анализу и приказивање података референтно везаних за простор. Преко тако прикупљених информација, ГИС се може искористити за анализе, мониторинг и управљање пољопривредним површинама са далеко већом прецизношћу него до сада. Познато је да велики број фактора утиче на пољопривредну производњу (од карактеристика земљишта, физичко-географских услова производње, врста усева које се гаје, до читавог низа друштвено-економских варијабли). Зато је веома тешко сагледати све те факторе истовремено, а још теже бавити се моделовањем са толико великом бројем променљивих. ГИС је својим техникама отворио могућности, не само за једноставне анализе, већ је креирао и инфраструктуру за употребу самог система ради квалитетнијег моделовања и управљања пољопривредним простором.

Приказаћемо само неке од илустративних примера примене ГИС технологија у постизању квалитеније („прецизније“) производње у области земљорадње:

- *Мониторинг усева* – подразумева праћење и издвајање посебних зона на посматраним парцелама, а на основу количина приноса које оне дају, а потом и откривања узрока који доводе до разлика у количини приноса између појединих

зона и мониторинга свих варијабилних фактора који утичу на количину приноса. Све ово има за циљ да пољопривредном произвођачу помогне да што боље одреди однос свих потребних агротехничких мера које треба да примени, како би побољшао количину и квалитет својих приноса (нпр: количине и врсте минералних ђубрива и средстава за заштиту биљака које треба да употреби у одређеној зони,). Помоћу уређаја који се уграђују на машине за убирање приноса прати се тачна количина приноса која се убере у одређеном тренутку и на одређеној локацији (помоћу ГПС, ГИС-а, компјутера и сензора)[‡]. Уз то се могу прикупљати и још неке важне информације у вези са општим условима станишта и стању самих усева (карактеристике земљишта, микроклиматски услови, влажност зрна, итд). Прикупљени подаци се чувају, обрађују и анализирају у ГИС алатима, тако да добијени резултати представљају информације на основу којих пољопривредни произвођач може да сазна много о карактеристикама пољопривредних површина на којима узгаја усеве, а потом, комбинујући добијене информације са неким од постојећих модела, да донесе различите одлуке у оперативном и стратешком смислу;

- *„Таргетирање“ узорака земљишта* – одговарајућим техникама за узимање узорака земљишта са „таргетираних“ локација, подаци се уносе у ГИС, где се јасно издвајају зоне са одређеним врстама и карактеристикама земљишта. На основу додатних анализа утврђују се евентуални недостаци у хемијском или физичком саставу земљишта и пружа се помоћ при одлучивању у вези употребе средстава за прихрањивање или заштиту;
- *Варијабилна примена агротехничких мера* – подразумева прво прикупљање података који се уносе у ГИС да би се стекла јасна представа у вези са реалним стањем фактора пољопривредне производње на посматраним површинама (вредности тих фактора су променљиве у простору и времену). На основу тога, у ГИС-у је могуће одредити тачне количине потребних инпута на одређеним локацијама и у одређеним временским интервалима (налик „just-in-time“ концепту у ланцу снабдевања). Дакле, ГИС омогућава да се инпути уносе у систем селективно;
- *Даљинска детекција* – већ позната техника прикупљања података у ГИС-у, али и, генерално, у картографији. Снимци прављени овом методом кориснику пружају информације о посматраном објекту или појави, без контакта са њом. Пољопривредни произвођач преко ове методе може добити информације које се односе на бројне елементе у систему свог газдинства, а на основу њих и одговарајућих софтверских пакета могуће је радити бројне анализе у циљу добијања одговора на различита питања, која се односе на просторне димензије пољопривредне производње.

Примена ГИС-а у пољопривреди може се посматрати на два нивоа – макро и микро нивоу. Макрониво односи се на коришћење ГИС технологија у изради система за управљање пољопривредном производњом на великим површинама (ниво региона или једне земље). Знатно конкретнија примена ГИС-а је на микро нивоу, где се ове технологије користе за: утврђивање повољности услова или недостатака одређених елемената на парцели, анализу узрока њиховог настанка, за моделовање могућих решења и на крају за одабир стратегије управљања датим газдинством. Циљ сваке успешне пољопривредне производње јесте да оствари максималне приносе уз минималне трошкове, а да при том оптимално управља људским ресурсима и

[‡] Дати мониторинг уређаји могу да измере количину пожњевених усева (кукуруз, пшеница, соја) уз грешку од +/- 3% стварних количина тако да је неопходно калибрисање добијених резултата да би се постигла тачност (Adrian M., Dillard Ch., Mask P, 2005)

применом агротехничких мера. Ако би се овај циљ преточио у задатак који би требало да реши један пољопривредни произвођач, онда је јасно зашто му је у процесу доношења одлука неопходна помоћ интелигентних интерфејса, система за подршку одлучивању и информационих технологија. Први корак је да се идентификују сви релевантни фактори који утичу на саму производњу, и при томе да се јасно дефинише њихова варијабилност у простору и времену. Потом је неопходно утврдити којим би агротехничким мерама требало деловати да би се повећао квалитет и квантитет укупне производње (врсте, количине, место и време). Зато је поље истраживања управљања просторним димензијама пољопривредне производње управо највише посвећено изналажењу оптималних метода, техника и модела за прикупљање, анализу, моделовање и приказивање референтно везаних података за аграрни простор. Да би се остварили максимални профити уз минималне пропратне негативне ефекте, неопходно је да се усвојени метод управљања стално преиспитује и усклађује, у зависности од варијација самих услова на различитим локацијама пољопривредног земљишта. ГИС-базиране технологије сирове податке које долазе са терена, трансформишу у употребљиве информације, које се даље могу унестити у моделе везане за систем управљања пољопривредним земљиштем.

Управо горе поменута способност ГИС-базираних технологија, да издвајају зоне са различитим комбинацијама пољопривредних фактора, омогућила је примену у пракси концепта „прецизне“ пољопривреде (*precision farming*) (Adrian M., Dillard Ch., Mask P, 2005). „Прецизна“ пољопривреда подразумева коришћење информационе технологије у анализи прикупљених података са циљем да се јасно издиференцирају области сличних, односно различитих карактеристика и потреба. На основу тога, пољопривредни произвођач има информацију када, где, чиме и колико треба деловати како би се крајњи ефекат (количина приноса) побољшао. Реч је, заправо, о пажљиво креираном менаџменту пољопривредним земљиштем и производњом, тако да унети инпути тачно делују на недостајуће елементе, на свакој пољопривредној површини посебно, и у правом тренутку[§]. Говори се дакле, о примени технологија и принципа у циљу ефикасног управљања просторном и временском разноликошћу пољопривредне производње (Mishira A, Chidanbara S.K., Blaji D, 2003). Са друге стране, у пракси је готово немогуће пронаћи такве пољопривредне површине код којих постоји правилна издиференцираност фактора производње, већ је неправилност у размештају фактора пољопривреде готово уобичајена. Зато је при доношењу одлука у овом случају неопходно, сем ГИС-а и његових технологија, користити и знања експертских система (ЕС) и система за подршку одлучивању (СПО) (Bian F., Sha Z., Hong W, 2004). На основу прикупљених података, уз одговарајуће моделе који не морају бити само просторног карактера, ГИС се даље надограђује у правцу креирање читавог система за решавање сложенијих проблема. Поменути концепт „прецизне“ пољопривреде помаже пољопривредном произвођачу да смањи трошкове производње, активно штити животну средину, повећава профит и успешније управља својим поседом.

Покушаћемо да прикажемо функције једне апликације за примену концепта „прецизне пољопривреде“. Реч је о SSToolbox-у (SST).

[§] *Site-Specific Technology Development Group Inc* (SST) је један од пионира примене концепта прецизне пољопривреде, односно примене ГИС-а и ПСПО у пољопривредној производњи. Ова институција је креирала и једну од првих апликација за примену концепта прецизне пољопривреде (*SSToolbox*), базиране на интегрисаним ГИС технологији и експертском знању. Сама апликација користи десктоп функције *ArcView*-а, потом систем управљања просторним подацима (*SST FarmCrawler*) и друге сличне форме, креирајући пакет који треба да помогне решавању низа географских проблема у концепту прецизне пољопривреде (Hey P., 2006).

Апликација је базирана на ГИС-у и користи *desktop ArcView* софтверски пакет, а надограђена је додатним функцијама и моделима из сфере експертских система. Апликација има веома једноставан низ основних функција: анализа и идентификација потребних података, прикупљање података, њихов унос и анализа. Без обзира из колико различитих извора се подаци прикупљају, њихово складиштење се врши на једном месту и у одговарајућим форматима како би били доступни за лак приступ, приказивање, обраду или премештање на друге локације. Први проблем који том приликом треба решити јесте питање физичког и логичког организовања чувања података. STT је у том смислу развио хијерархију структуре података пресликавајући хијерархијску организованост из реалног пољопривредног окружења: атар, газдинство и парцела. Атар се може састојати од једног или више газдинстава, а газдинство може бити сачињено од једне или више парцела **.

Дигиталне основе се креирају помоћу ГПС-а, дигитализацијом неког од доступних извора (сателитски или аерофотоснимак, мониторинг уређаји) или увозом дигиталних основа из других апликација. Подаци се, потом, уносе на основе структурирано и онако како су расположиви, односно доступни (подаци о условима: хидрографија, типови земљишта, специфични параметри земљишта, рељефни модел, нагиби терена, ниво плодности земљишта, итд; подаци о управљању производњом: врсте гајених култура, начини обрађивања земљишта, примена средстава за прихрањивање, пестициди, наводњавање, приноси; површина и границе атара, подаци о становништву, саобраћај, водоснабдевање, катастарски подаци, коришћење земљишта, дигитални модели нагиба земљишта, итд). Унос и ажурирање података је константан процес. Када се унесе основни сет података, корисник може да крене у њихову анализу, при чему се тек онда могу спознати праве могућности ове апликације: компаративне анализе трошкова производње, оптимално планирање гајења култура, анализа варијабилности агрономских фактора, статистичке анализе, итд. На пример, корисник може да прорачуна примену врсте и количине средстава за прихрањивање или заштиту, на одређеном простору, како би побољшао тренутно неповољно стање, потом може да квантификује користи одлуке да гаји једну културу у односу на неку другу, затим да преко биваријантне регресије утврди везу између варијабилности плодности земљишта и приноса на датој површини. Са поменутих ССТ-ијем у пакету се налази и софтверски пакет *SST FarmCrawler* који омогућава произвољну селекцију и груписање типова података по критеријуму који одређује корисник система. Осим функција прикупљања и анализе, ове апликације омогућавају и адекватно приказивање добијених резултата (карте, табеле, графикони, извештаји,...).

Пракса је показала бројна ограничења у употреби ГИС-базираних технологија у пољопривреди. Ограничења су најчешће финансијске природе, односно недостатак новца пољопривредника за инвестирање у овакве технологије. Тако су, рецимо, Индија и Кина већ направиле прве кораке у истраживању примене концепта „прецизне“ пољопривреде и исплативности примене тзв. алата за прецизну пољопривреду (Mishra A, Chidanbara S.K., Blaji D, 2003), али је недостатак финансијских средстава у делу истраживања и имплементације на пољопривредним газдинствима један од највећих проблема (у Индији преко 30% укупне популације живи испод доње границе сиромаштва). Друга значајна препрека овом концепту може да буде недостатак знања и вештина у вези са коришћењем информационих технологија и одговарајућих софтвера (ГИС, ГПС, мониторинг уређаји). Зато би било

** Атари са једним газдинством постоје у економијама које су пољопривреду развијале на либералним основама капиталистичког система, где је укрупњавање поседа било готово императив за успешну пољопривредну производњу (неке државе у САД, Аустралија, Нови Зеланд).

пожељно да се различити видови едукације о примени нових технологија у пољопривреди уведу у све нивое образовања пољопривредне струке.

О стању пољопривреде у нашој земљи и коришћењу нових технологија у овој делатности говоре званичне информације доступне од стране ресорног министарства. Пољопривреда је прокламована као стратешка грана српске привреде, те су стога сва истраживања, развој и иницијативе у овој области добродошли. Аграрни сектор доприноси буџету Србије са око 21% годишње, али је општа констатација да су пољопривредни потенцијали Србије недовољно искоришћени. Пољопривреда се сматра и важном извозном граном Србије јер у укупном извозу Србије пољопривреда заузима 26% (Стратегија развоја пољопривреде Србије, 2005.). Потенцијали Србије у извозу пољопривредних производа су велики, али су тренутно наши пољопривредни производи неконкурентни на пробирљивом светском тржишту. Укупна економска ситуација у којој се Србија налазила током последње две деценије негативно је утицала и на модернизацију пољопривредне производње, а транзициони талас још увек није донео преоријентацију, нити свести, нити начина привређивања код великог дела пољопривредних произвођача у Србији. Српска пољопривреда има велики број недостатака у односу на пољопривреде развијених европских земаља (уситњени поседи са свега 5,5% газдинстава преко 10 ха, мали приноси по јединици површине односно грлу стоке, хетерогеност усева и нелојалних услова конкуренције самог тржишта, застерала механизација, мала улагања у истраживања и развој, низак ниво образованости пољопривредника) (Стратегија развоја пољопривреде Србије, 2005). Поставља се логично питање – како у таквом окружењу увести информационе технологије и нове концепте у пољопривредну производњу?

Читава филозофија примене концепта „прецизне“ пољопривреде заснива се на изналагању оптималних количина инпута како би се максимизирали приноси и приходи. Да би се то постигло, потребно је да се успостави адекватан мониторинг и систем прикупљања свих релевантних података, битних за анализе у оквиру ГИС-а, да се изврше анализе и да се резултати примене у пракси. Како Србија није направила ни први корак ка увођењу поменутих технологија у пољопривреду, прво предстоји велики посао око реструктурирања читавог аграрног сектора, а истовремено са тим и успостављање информатичке базе као подлоге за примену различитих информационих технологија. Стога би, у циљу припремања инфраструктуре за примену ГИС-базираних технологија у пољопривреди Србије, требало предузети следећи низ корака:

- креирање националних дигиталних основа;
- сређивање и ажурирање катастарских података;
- омогућавање јавности података и њихова доступност;
- идентификовање релевантних података за област пољопривреде;
- одабрање алата за управљање прикупљеним подацима;
- одабрање одговарајућих начина прикупљања података (са високим нивоом тачности);
- бирање техника анализе прикупљених података;
- стварање експертског тима на националном нивоу који би утврдио користи и трошкове примене концепта „прецизне пољопривреде“ у Србији или неком њеном делу (агрономи, инжењери, произвођачи, географи, економисти, педолози, просторни планери...);
- стварање јаким удружења пољопривредних произвођача јер је примена поменутих алата веома скупа, али и могућа уз снажну подршку државног и приватног сектора;
- припремање, креирање, управљање и спровођење пилот студија о примени концепта прецизне пољопривреде у Србији;

- спровођење константе едукације пољопривредних произвођача о потреби и неопходности примене одговарајућих количина средстава за заштиту, прихрањивање, наводњавање и сл.

Осим примене ГПС, ГИС-а и других технологија и алата у прикупљању, чувању, обради, анализи и приказивању података, неопходно је ићи и корак даље у смислу надоградње система. Неопходно је добијене резултата искористити у процесу моделовања (уз коришћење експертског знања и система за подршку одлучивању), како би се одабрале одговарајуће стратегије за управљање пољопривредним земљиштем и производњом на различитим нивоима. Као један од могућих праваца развоја информатичке базе пољопривреде у Србији, свакако би била и изградња националне просторне информационе инфраструктуре, у оквиру које би, између осталог, своју позицију имала и пољопривреда. У „Стратегији развоја пољопривреде Србије“ дат је предлог и за оснивање Агенције за пољопривредно земљиште, чији би задатак био да води статистику, надгледа, анализира, препоручује и помаже у доношењу одлука у вези са коришћењем пољопривредног земљишта. С тим у вези би били и послови око уређења катастра, његовог ажурирања, дигитализовања и сдругих операција у вези са формирањем информационе инфраструктуре. Предложени ГИС центар на националном нивоу могао би да буде организациона једница и саме агенције, а имао би испод себе организовану мрежу регионалних ГИС центара. У „Нацрту Закона о пољопривреди“ предвиђа се и формирање интегрисаног пољопривредног информационог система, који би, такође, могао да буде шири, национални оквир за формирање поменутих ГИС центара. У оваквом националном оквиру, може се говорити и о примени географских информационих система за подршку одлучивању на макронивоу, тј. на ниво доношења стратешких одлука у пољопривредној производњи Србије и њеног квалитетног, равномерног и одрживог развоја.

Закључак

Примена нових технологија у пољопривреди подразумева знатан број користи: смањење трошкова производње и неизвесности, повећање приноса, повећање профита и заштиту животне средине. Прва примена савремених технологија у пољопривреди била је везана за мониторинг одређених фактора пољопривредне производње, а са упознавањем могућности ГИС алата, спектар примене нових технологија се проширио на анализу, обраду, моделовање и приказивање информација везаних за пољопривреду одређене области. Међутим, решавање сложенијих, полуструктурираних или несруктурираних проблема, није могућа само применом традиционалних ГИС алата, већ је неопходна интеграција ГИС-а са знањима из експертског система, односно система за подршку одлучивању. Таква интеграција доводи до отварања великих могућности за пољопривредне произвођаче у сегменту доношења одлука о сопственој производњи (шта ће гајити, на који начин ће то гајити, које услове ће мењати и у ком односу, колико треба инвестирати у производњу да би она била профитабилна). Са друге стране, увођење просторних система за подршку одлучивању у домен пољопривредне производње код непосредних произвођача захтева савладавање одређених вештина и усвајања нових знања. Ниво образовања пољопривредника би морао зато бити подигнут на знатно виши ниво, а у пољопривредне школе, струковне академије и факултете који се баве овом облашћу обавезно би требало увести наставу и курсеве који се односе на ГИС-базиране технологије у пољопривреди. Заправо, један део решења реорганизације српске пољопривреде налази се управо у обуци и образовању пољопривредника, као и организовању саветодавне службе на нивоу удружења пољопривредних произвођача.

Примена геоинформационих технологија несумљиво би допринела развоју пољопривреде Србије и њеном бољем позиционирању у укупној економији. Међутим, претходно би требало јасно дефинисати шта је све потребно за стварање адекватних услова за примену нових технологија у пољопривреди, укључујући и сва ограничења која постоје или могу да се јаве приликом увођења новог концепта. Након адекватне cost-benefit анализе могуће би било одлучити о времену и начину почетка изградње информационе инфраструктуре за увођење нових технологија у пољопривредну производњу, која може бити саставни део једне шире, националне информатичке инфраструктурне мреже. Потенцијално велику улогу би имали пољопривредни ГИС центри који би се могли организовати при удружењима пољопривредних произвођача. Њихова улога би била да пољопривредним произвођачима омогуће квалитетније управљање својим газдинствима користећи ГИС технологије, а уз ниске трошкове поседовања и коришћења таквих система.

ЛИТЕРАТУРА

- Adrian A.M., Dillard Ch., mask P., (2005): **GIS in Agriculture**. У књизи Pick B.J. „Geographic Information Systems in Business“, *Idea Group Publishing*, Hershey.
- Bian F., Zongyao S., Wang H., (2004): **An Integrated GIS and Knowledge-Based Decision Support System in Assisting Farm-Level Agroeconomic Decision-Making**. *Centre of Spatial Information and Digital Engineering*, Wuhan University, Hubei Province, China.
- Birkin M., Clarke G., Clarke M., Wilson A., (1996): **Intelligent GIS: Location Decisions and Strategic Planning**. *Geoinformation International*. Cambridge.
- Jarupathirun S., Zahedi F., (2005): **GIS as Spatial Decision Support Systems**. У књизи Pick B.J. „Geographic Information Systems in Business“, *Idea Group Publishing*, Hershey.
- Keenan P., (2005): **Concepts and Theories of GIS in Business**. У књизи Pick B.J. „Geographic Information Systems in Business“, *Idea Group Publishing*, Hershey.
- Maguire D.J., (2000): **An Overview and Definitions of GIS**. У књизи „Geographical Information Systems: Principles and Applications“ ed. maguire D.J., Goodchild M.F., Rhind D., *Longman Scientific & Technical*, London.
- Misshra A., Sundaramoorthi K., Chidambara R.P., Balaji D., (2003): **Operationalization of Precision Farming in India**. In *Map India Conference 2003*.
- Malazewski J., (1999): **GIS and multi-criteria decision analysis**. „Wiley & Sons“, Toronto, Canada.
- Напуг закона о пољопривреди**, Министарство пољопривреде Србије, 2006.
- Peterson K., (1998): **Development of Spatial Decision Support Systems for Residential Real Estate**. „Journal of Housing Research“, vol 9, iss.1, *Fannie Mae Foundation*.
- Qiu Z., Prato T., (2000): **Behavioral and environmental modeling for integrated watershed management**. In the 4th *International Conference on Integrating GIS and Environmental Modeling: Problems, Prospects and Research Needs*. Banff, Alberta, Canada.
- Стратегија развоја пољопривреде Србије**, Министарство пољопривреде Србије, 2005.
- Hey P., (2006): **SSToolbox-an Agriculture Spatial Decision Support System**. In www.esri.com/library/userconf.
- Huerta E., Navarrete C., Ryan T., (2005): **GIS and Decision-making in Business: Literature Review**. У књизи Pick B.J. „Geographic Information Systems in Business“, *Idea Group Publishing*, Hershey.

EMILJA MANIC

S u m m a r y

GIS-BASED TECHNOLOGIES AND THEIR APPLICATION IN AGRICULTURE

Successful agriculture tends to maximize returns and to minimize costs and, in the same time, to manage optimally human resources and improvements measures. In that process it is necessary to have help of all available instruments and systems. There are a great number of possible ways of improvement in agriculture, but use of intelligent interfaces, decision support systems and information technologies means penetration of new and powerful tools. Efficient and effective use of GIS-based technologies in agriculture includes good knowledge of their structure and functions, more over good knowledge of spatial decision support systems and expert systems (application of precision farming). Interaction of this knowledge and skills with different agricultural problems or tasks results with the best possible solutions in real world environment.

This article try to give a brief glance on the structure and basic functions of spatial decision support systems and after that, to underline the importance of their usage in agriculture production. In the second part, it is concluded that GIS-based technologies do have significant influence in improvement in agricultural production, underlining importance of application of precision farming concept in agriculture in Serbia. Here, it is analyzed the obstacles and problems that this concept would come in its future implementation in agriculture production. On the other side, we have summerized all necessary steps for making adequate information infrastructure in order to carry out the idea of using GIS-based technologies in Serbian agriculture sector.