

KOMPJUTERSKI ALATI I SISTEMI ZA PODRŠKU ODLUČIVANJU U POLJOPRIVREDI

Bojan Srđević¹, Zorica Srđević¹, Kosana Suvočarev¹

REZIME

U radu je razmatrana rastuća potreba za korišćenjem kompjuterski podržanih metoda i metodologija odlučivanja u nekim strateški važnim oblastima poljoprivrede. U drugom delu je dat jedan od merodavnih pregleda sistema za podršku odlučivanju (DSS), opštih po metodologiji i oblastima primenljivosti, uključujući i najveći broj podoblasti poljoprivrede.

Ključne reči: odlučivanje, sistemi za podršku odlučivanju (DSS), poljoprivreda

UVOD

Brojni izveštaji iz sveta ukazuju na rastući značaj i popularnost metoda višekriterijumskog odlučivanja u oblasti strateškog planiranja razvoja i korišćenja prirodnih resursa. Ovi metodi sve više nalaze mesto u poslovima ocene globalnih, regionalnih i nacionalnih resursa i pripadajućih sistema društvenih vrednosti. Pored ostalog, postaju deo obaveznih procedura i zakonskih akata, a dobar primer je Evropska direktiva o vodama koja promovise obaveznost implementacije najsavremenijih naučnih dostignuća i kompjuterski podržanih metodologija za integralno upravljanje vodama u nacionalnim i transnacionalnim rečnim slivovima.

Kontekst savremenog odlučivanja postavlja stroge zahteve pred donosiocima odluka. Uz ostalo, odluke se sve više donose pod pritiskom konflikata zainteresovanih za alokaciju resursa, resursi su po vremenu i prostoru često nedovoljni ili nepovoljno raspodeljeni (dostupni), a matematički instrumenti često nisu u stanju da adekvatno opišu kompleks najvažnijih funkcionalnih zavisnosti globalnih i lokalnih potreba i raspoloživosti koji su već sami po sebi elementi odlučivanja. Sa druge strane, donošenje odluka je složen, u suštini ekspertska, proces. Odgovornost za donete odluke u razvijenim zemljama sve više je položna strogoj proverbi i odbrani zbog čega se sve više kontroliše ko i kako donosi odluke. Naročito se radi na uspostavljanju standarda po kojima bi se pouzdanije pratilo i ocenjivalo ponašanje ključnih igrača od čijih odluka zavise strategije investiranja, razvoja ekonomije i sl.

¹ Poljoprivredni fakultet, Departman za uređenje voda, Univerzitet u Novom Sadu

Važan deo poslova vezanih za gazdovanje resursima moguće je zadovoljiti matematičko-računarskim alatima, programskim paketima i programskim sistemima koji se zajedničkim imenom nazivaju softverima za podršku odlučivanju. Implementacija ovih softvera i rad sa njima je deo nove paradigme: suštinskog prelaza na savremene metodologije i tehnologije odlučivanja. Interes za primenu modernih oruđa analize i sinteze ekspertskih i drugih stručnih i političkih znanja u procesu odlučivanja proističe iz rastuće svesti da računarski podržano odlučivanje predstavlja višestruku korist za sve činioce društva – umanjuje se subjektivitet i povećava odgovornost za odluke na svim nivoima.

Polazeći od gornjih razloga i logičnog pitanja kojim pravcem unaprediti razvoj u strateškom gazdovanju resursima u oblasti nacionalne poljoprivrede i njoj bliskih oblasti (poput vodoprivrede, na primer), ovde se najpre ukazuje na neke važne elemente procesa odlučivanja, a zatim su navedene ključne oblasti u kojima ima mesta za korišćenje računarski podržanih metoda i metodologija za strateško odlučivanje. U nastavku je dat aktuelni pregled najpoznatijih softvera koji se u svetu koriste za strateški menadžment. U zaključku se ukazuje na neke mogućnosti da se u domaćoj praksi učini tehnološki skok u domenu odlučivanja, odnosno da u bliskoj budućnosti naši odgovorni stručnjaci više nego sada koriste napredne metode odlučivanja i softvere koji ih podržavaju, kako se to radi u razvijenom svetu.

STRATEŠKO ODLUČIVANJE U POLJOPRIVREDI

Neke karakteristike procesa odlučivanja

Donošenje složenih odluka treba posmatrati kao proces koji se odvija na više ravni i generalno ima promenljivu dinamiku u zavisnosti od ambijenta odlučivanja. Na kreativnoj ravni važni su stručnost i psihološki sklop donosioca odluka. Na izvršnoj ravni važni su spremnost na promišljanje, sposobnost konzistentnog zaključivanja i operativna sposobnosti čoveka da deluje brzo i intuitivno. Na ravni odgovornosti značajna je svesnost da je donošenje odluka odgovoran čin, a istovremeno da su u procesu odlučivanja i odlukama koje iz njega ishode sadržani moralnost i shvatanje posledica primene odluka.

Kada ima više elemenata odlučivanja, a to je najčešći slučaj, odlučivanje je psihološki komplikovano i naporno. Najčešće ima mnogo međusobno povezanih i uzajamno zavisnih faktora čije uticaje nije jednostavno precizno (konzistentno) prepoznati i povezati u celinu ishoda (odluke). U vezi tog u suštini misaonog procesa brojni autori u naučnim radovima, a sve više i praktičari – stvarni donosioci odluka, ukazuju da je donošenje odluka samo na osnovu ličnog promišljanja ili intuicije čoveka gotovo nemoguće (Decision Analysis Software Survey, 2000; Srđević, Jandrić, 2000). U novije vreme, kada za to postoje mogućnosti, ide se na donošenje odluka u okviru grupa, putem tzv. grupnih seansi u toku kojih se razmenjuju mišljenja (npr. kroz brainstorming) i unapređuju znanja pojedinih učesnika, eksploatišu različito iskustvo učesnika, trasira put ka konsenzusu i postiže važan psihološki efekat zajedničke zainteresovanosti za uspeh odluke (Đorđević, 1995). Moralna ravan na određeni način determiniše odgovornost u toku procesa odlučivanja i svest o posledicama primene donesenih odluka.

Oblasti u poljoprivredi u kojima se strateški odlučuje

Gazdovanje u poljoprivredi može se posmatrati kao višedimenzionalni kompleks problema različitih razmera posmatranja. U strateškom smislu, osnovne dimenzije su planiranje, menadžment i analiza, a osnovne razmere su globalna, regionalna i lokalna. Stvar je dogovora zainteresovanih da dimenzije i razmere preciznije odrede i detaljno razrade.

Tipični problemi koji, svaki pojedinačno ili u grupama, zahtevaju strateško odlučivanje jesu:

- identifikovanje ciljeva i karakteristika gazdovanja poljoprivrednim resursima
- karakteristike i korišćenje zemljišta
- održivi razvoj resursa važnih za (održivu) poljoprivredu
- trgovina poljoprivrednim proizvodima, mašinama i alatima, uslugama i dr.
- biodiverzitet
- rizik i neodređenost proizvodnje i plasmana poljoprivrednih proizvoda
- vodno-vazdušni režim
- biljna i stočna proizvodnja
- alokacija prirodnih i tehničkih resursa
- sekvenciranje poljoprivrednih radova, razrada plodostena i plodoreda
- angažovanje radne snage
- skladištenje, transport i distribucija (sirovine, ljudstvo, proizvodi i dr.)
- identifikacija i primena zaštitnih sredstava
- poljoprivreda i politika razvoja, cena i dr.
- poljoprivreda i druge kompatibilne i konfliktne privredne delatnosti

U svakoj od navedenih oblasti zahteva se pouzdana informaciona osnova, odnosno adekvatna informaciona infrastruktura. Radi se o organizovanom prikupljanju, selekciji, čuvanju, obradi i distribuciji podataka i informacija, kao i o korišćenju kompjutersko-informacionih i komunikacionih tehnologija (CIT). Sve su to delovi složenog kompleksa informacija i oruđa koji mogu da podrže proces odlučivanja i dovedu do dobrih odluka. Sa druge strane postoje ograničenja, a neka od najuticajnijih su politička i institucionalna. Na primer, u mnogim zemljama je na snazi politika subvencija ili propisivanja kontingenata u trgovinskoj razmeni poljoprivrednih i drugih proizvoda. To na nacionalnom planu može da znači ekskluzivitet i monopol, a u međunarodnim poslovima može dovesti do korupcije i neselektivnosti u balansiranju izvozno-uvoznih kvota, a u širem smislu imati i nepovoljne ekološke, ekonomske i šire društvene posledice.

Ne može se definisati opšti model koji kaže kako doći do preciznih podataka koji su neophodni za efikasno i svrsishodno korišćenje matematičkih metoda, modela i sistemskih alata. Na primer, nekada treba pomiriti sukobljene interese pojedinih sektora ili grupa, što, ako se ne uzme u obzir, može učiniti da optimalno ili moguće rešenje u praksi bude neizvodljivo. Konačno, ograničenja se mogu manifestovati kao limiti zakonodavstva, finansija, tehnologije i ljudskog faktora, ili jednostavno kao posledica političkog ambijenta i političkih odluka.

Ceo ovaj kompleks povezan je sa procesom donošenja odluka. Težnje nauke i prakse su da se stvari dovedu u red i izbegnu subjektivni uticaji ili prevage neopravdanih političkih interesa. Pošto po prirodi stvari u strateškim odlukama figurišu kategorije kao što su maksimizacija profita, minimizacija šteta, očuvanje prirodnog ambijenta, unapređenje

standarda života stanovništva, a to su pretežno ekonomske i uglavnom lako merljive kategorije - ispravnost procesa donošenja odluka se sve više javno i neposredno afirmiše ili negira. Posledično, ako su efekti pozitivni, kao povratna sprema pozitivno se vrednuju primenjeni metodi i alati odlučivanja, odnosno ceni se kompetentnost i odgovornost donosilaca odluka.

ALATI, PAKETI I SISTEMI ZA PODRŠKU ODLUČIVANJU

Pojmovi i definicije

Da bi se pojedincu ili grupi donosilaca odluka olakšao rad sa složenim skupovima raznorodnih informacija, koje se ukrštaju na psihološkom, tehničkom i drugim nivoima u toku procesa odlučivanja, sasvim je normalno da su istraživanja u svetu u poslednje tri decenije usmerena u pravcu korišćenja moćnih računara, kao podrške ovih procesa. Naročito je poslednju deceniju obeležila ekspanzija specijalnih softvera koji se zajedničkim imenom zovu 'Sistemi za podršku odlučivanju' i u svetskoj naučnoj komunikaciji označavaju skraćenicom DSS od engleskog naziva Decision Support Systems. Umesto, ili istovremeno sa pojmom 'sistemi', često se koriste i pojmovi 'softver' i 'alati' sa istim ili sličnim značenjem. Zbog konciznosti, dalje će se pretežno koristiti skraćenica DSS da označi celinu programskih sistema, alata i tehnika koji svi zajedno služe istom cilju – podršci odlučivanju uz obavezno korišćenje računara.

DSS su u izvesnoj meri smanjili korišćenje standardnih simulacionih i optimizacionih modela i tehnika kao alata u procesu odlučivanja. Radi se o tome da se kompleksni problemi u gazdovanju prirodnim i drugim resursima moraju tretirati kao višekriterijumski i sa mnoštvom promenljivih, a to znači da je obuhvat takvih problema simulacionim i naročito optimizacionim modelima već sam po sebi složen problem. Naime, na nivou komunikacije analitičara, koji kreira ili rukuje sa takvim modelom i donosioca odluke, koji treba da razume model i prihvati njegov rezultat, otvara se mnogo problema. Najveći je psihološki, da se model donosiocu odluka učini toliko komplikovanim da počne da sumnja u model. Drugi tipičan problem je limitiranost mogućnosti uprošćenja komplikovanog matematičkog aparata u modelu, aparata kojim se najčešće jedino mogu opisati složene pojave i procesi u vezi kojih se donose odluke.

Umesto toga, uočeno je da je za eliminisanje odbojnosti donosilaca odluka prema (matematičkim) modelima i računarima najbolje da se izgrade specijalni softverski alati za vizuelno ugodnu komunikaciju čoveka i računara u fazi donošenja odluka. Takvi alati treba da sadrže uprošćen ali ispravan matematički ili neki drugi pogodan model rešavanja problema, a da komunikacija sa njima obezbedi čoveku da može da menja mišljenje i isprobava varijante, da se ne umara previše i da ceo proces ne traje predugo. Rezultati istraživanja u oblasti pokazuju da se u tome uspelo i da danas na tržištu softvera postoji prava šuma DSS raznih namena i nivoa složenosti – od jednostavnih igara, do složenih visokointegriranih programskih paketa i sistema, kao i ekspertnih sistema iz oblasti veštačke inteligencije.

Ocenjujući da će u oblasti domaće poljoprivrede sve više rasti potreba i raspoloženje da se koriste nova dostignuća iz oblasti kompjuterizovanih tehnika i alata za podršku odlučivanju, ovde će, kao širi pogled na oblast, biti prikazani karakteristični DSS koji se u svetu koriste za strateško donošenje odluka.

Pregled softvera za podršku odlučivanju

Korporacije, državne službe i agencije u razvijenim zemljama sve više koriste DSS da bi se analizirali scenariji odlučivanja, identifikovali trendovi i generisale projekcije, odnosno da bi se optimizirale poslovne i druge na profit usmerene akcije. Osnovna funkcija DSS jeste da pomogne da se dekomponuje, odnosno da se na pogodan način strukturiše problem, zatim da se primeni neki od modela odlučivanja kao što su granaste strukture (*decision trees*), višeatributski modeli korisnosti, bajesovski modeli, Analitički hijerarhijski proces ili neki drugi, te da se na kraju odrede kvantifikatori posledica, odnosno ishoda procesa donošenja odluka, kao što su npr. težinski koeficijenti, verovatnoće ili očekivani troškovi.

Dve vrste softvera za podršku procesa odlučivanja su tipične. Prvu predstavljaju skupi simulacioni paketi u čije se modele ugrađuju opštenaučna znanja, ali u velikoj meri i kolektivno iskustvo, znanje i intuicija stručnjaka koji su ih razvili. Od softvera iz ove klase vredni pomenuti: Crystal Ball Pro (Decisioneering), Definitive Scenario 2.0 Select Edition (Definitive Software) i Ithink Analyst 5.0 (High Performance Systems). U zagradama su navedene softverske firme, proizvođači simulacionih paketa.

Drugu, bogatiju grupu softvera čine DSS i tzv. alati za analizu odluka koji su prilagođeni za PC platforme i, u najvećem broju slučajeva, imaju prihvatljive cene na tržištu softvera. DSS i alati uglavnom dolaze iz SAD gde se najviše pažnje posvećuje komercijalnim aspektima proizvodnje i primene aplikativnog softvera. U jednom od relevantnih pregleda stanja u oblasti (časopis *OR/MS Today* <http://www.lionhrtpub.com/ORMS.shtml>) izdvojeni su u decembru 2006. godine sledeći sistemi (softveri) za podršku odlučivanju: 1000Minds, Agenda Risk, Aspen MIMI, Analytica, Criterium Decision Plus, Crystal Ball 2000 Professional Edition, DEA Solver Pro, DATA Interactive, Decision Explorer, Decision Hosting, Decision Tools Suite Professional 4.0, ELECTRE 3-4, ELECTRE IS, ELECTRE TRI, EQUITY 2 za Windows, EXSYS Corvid, EXSYS Developer & Web, Runtime, Frontier Analyst, High Priority, HIPRE 3+, HIVIEW 2 za Windows, Hugin Professional, Impact Explorer, Joint Gains, Logical Decisions za Windows, Mesa Vista, Netica, On Balance, On Balance Runtime, Opinions Online, Pertmaster Professional, +Risk, Policy PC Judgment, Analysis Software, PRIME Decisions, Team Expert Choice 2000, TreePlan, Web HIPRE i WINPRE.

Na istoj adresi, na pod-adresi.../software-surveys.shtml, nalaze se linkovi na web-strane koje daju preglede mogućih primena navedenih i drugih softvera, zatim na strane sa novinama u navedenim softverima od 1998. godine naovamo (sa odgovarajućim komentarijama), kao i na strane gde su navedeni proizvođači softvera sa kompletnim tradicionalnim i internet adresama, operativni sistemi i platforme na kojima se softveri instaliraju i koriste, raspoloživost demo-verzija, interaktivne i grafičke karakteristike, pogodnost za povezivanje sa bazama podataka i drugim aplikacijama, itd.

Na osnovu detaljne analize pomenutih izvora informacija i delimičnog uvida u karakteristike alata za podršku odlučivanju, među alatima koji se koriste u drugim oblastima, a mogu se po oceni autora koristiti i u savremenom strateškom menadžmentu u poljoprivredi, treba izdvojiti sledeće:

- **Analytica 3.1.** (<http://www.lumina.com>). Analytica je softver za formiranje, analizu i povezivanje kvantitativnih poslovnih modela. Pomoću ovog softvera lako se povezuju osnovne kvalitativne strukture modela, a međusobne veze i uticaji modela su grafički

jasno prikazani. Modele je lako povećati po obuhvatu tako da budu primenljivi i na više-dimenzionalne realne probleme. Analytica efikasno tretira pitanja rizika i neodređenosti u radu sa modelima putem Monte Carlo simulacije. Primenjuje se u industriji, u konsultantskim firmama, na univerzitetima i u raznim državnim institucijama.

- **BestChoice3** (<http://www.logic-gem.com/bc.htm>). Ovo je DSS čiju osnovu predstavlja inače složen naučni metod za donošenje odluka. Sa stanovišta korišćenja softver je vrlo jednostavan, a ono šta ga čini poznatim među ostalim DSS je lako formulisanje problema jednostavnim i metodičnim unosom kriterijuma i alternativa, a zatim lako i brzo stizanje do rešenja. Pored matematičkih formula koje izračunavaju koja je alternativa najbolja, dobra osobina BestChoice3 je mogućnost razlaganja kompleksne odluke na niz "malih" odluka, pri čemu svaka osoba koja učestvuje u donošenju odluke uvek bira koji je od ponuđenih dva elementa bolji. Softverom se može analizirati bilo koja odluka, ali je naročito koristan kada ima više kriterijuma i alternativa. BestChoice3 praktično demonstrira kako se svaka odluka u suštini svodi na izbor između dve alternative. Ovo odgovara ljudskoj prirodi i otuda popularnost koju softver ima u praksi.

- **Criterion DecisionPlus (CDP)** (<http://www.infoharvest.com>). Ovo je softver za PC platforme pod MS Windows koji omogućava rukovanje podacima važnim za donošenje odluka, donošenje odluka, razvoj uputstava za donošenje odluka u biznisu i efikasno prosleđivanje preporuka u vezi sa donetim odlukama. Pogodan je za konsultante koji klijentima moraju obrazlagati donete odluke ili pripremljene savete. Trenutna cena ovog softvera na tržištu je oko 900 US\$. Korisnici mogu birati između SMART tehnike (Edwards i Barron, 1994; von Winterfeldt i Edwards, 1986) i Analitičkog hijerarhijskog procesa (AHP) (Saaty, 1992). CDP se koristi od strane državnih institucija i menadžera za lakše postizanje konsenzusa i struktuiranje procesa odlučivanja kada postoji više kriterijuma, više rešenja i više zainteresovanih strana. Kombinuje snagu sistematične analize, jednostavnost korišćenja i dobar grafički interfejs. Projekti na kojima je CDP korišćen (širom SAD i Evrope) uključivali su od jednog do 40 donosilaca odluka.

- **DATA** (<http://www.treeage.com>). Softver nudi metodologiju i okvir za razumevanje problema, identifikaciju mogućih opcija, evaluaciju opcija u skladu sa postojećim rizicima i razvoj strategija koje će maksimizirati mogući profit, a minimizirati rizik. Koristi se u različitim oblastima, svuda gde donosioci odluka moraju da vode računa o troškovima, rokovima i rizicima u prisustvu nekompatibilnih ili konfliktnih ciljeva. DATA se koristi u nastavnom procesu visokoškolskih ustanova SAD, Kanade, Evrope i Japana, a primenjuje se beleže u poslovnim i industrijskim sektorima koji uključuju: osiguranje, bankarstvo, hemijsku industriju, farmaceutiku, zdravstvenu zaštitu, inženjerstvo, komunikacije, avio-industriju, proizvodnju energije, konsalting i visoke tehnologije. Navodi se i podatak da je prema pregledu biznis-časopisa 'Fortune' ovaj DSS bio u nekom vidu upotrebe najčešće prisutan u 20 najprofitabilnijih firmi 1999. godine.

- **Determinator** (<http://www.daltondialogic.com>). Determinator vodi korisnika kroz sedam jednostavnih koraka, analizira odluku i sugerise načine kako da se ona poboljša. Na taj način, korisnik ima osećaj sigurnosti, u toku procesa, da je odluka koju je doneo zaista najbolja moguća.

- **DPL** (<http://www.adainc.com/sw/whatis.html>). Ime softvera potiče od Decision Programming Language, što znači da se radi o jeziku za programiranje odluka. Softver je razvijen za potrebe donosilaca odluka u državnim institucijama i preduzetništvu. Omo-

gućava korišćenje dva glavna metoda donošenja odluka: putem dijagrama uticaja i preko granastih struktura odlučivanja. Pošto DPL predstavlja kompletno okruženje za modeliranje, pomoću njega se mogu formirati modeli, izvoditi analize osetljivosti i proveravati logika i rezultati.

- **Judgment Maker** (<http://www.electriciti.com/~fuzzyweb>). Judgement Maker služi nešto više pažnje iako ne spada među popularnije softvere u svetu. Razlog za to je što se zasniva na fazi konceptu, odnosno tzv. mekoj optimizaciji. Softver, naime, omogućava efikasno razlaganje scenarija odlučivanja na manje delove za koje je podatke lako uneti u računar i na koje se potom pažnja čoveka može lako fokusirati. Zatim se koriste teorijski optimalni metodi kombinovanja delova u celinu (scenario odlučivanja), sa pokazateljima koja je alternativa najbolja za data ograničenja i ciljeve koji se žele ostvariti. Pretpostavka je, dakle, da se rasuđivanje kao suština donošenja odluke bazira na saznanju o 'ovde i sada' (ograničenja), očekivanju 'budućeg tamo i tada' (ciljevi) i ispitivanju različitih putanja (alternativa) da se iz 'sadašnjeg ovde i sada' pređe u 'buduće tamo i tada'. Problem je da se izdvoji ona putanja (alternativa) koja optimalno povezuje 'sadašnja' ograničenja i 'buduće' ciljeve. U prisustvu nekoliko mogućih alternativa koje se čoveku u prvom trenutku mogu činiti jednako dobrim, rasuđivanje bi moglo biti vremenski zahtevno i mentalno teško. Softver prevazilazi problem tako što dopušta čoveku da selektivno ocenjuje male količine informacija u svakom trenutku (tj. fazi vrednosti zadovoljenja ciljeva i ograničenja, kao i jednostavna poređenja u parovima i to u redosledu jedno-po-jedno poređenje). Tako se uklanjaju ograničenja u pogledu 'čovekove memorije' i vremena procesiranja informacija u računaru. U svakom trenutku procesa, ako je to neophodno, softver dopušta da se u proračun uključe svi relevantni podaci i da se zadatak donošenja odluke direktno realizuje do kraja. Pošto se zasniva na fazi logici koja još stiče mesto pod suncem u oblasti teorije odlučivanja, Judgment Maker još ne uživa očekivani respekt u praksi.

- **Matrix Cognition™** (<http://matrixcognition.com/>). Ovaj softver efikasno podržava koncept tzv. interaktivnog paralelnog razmišljanja i u tom smislu koristi mogućnosti veštačke inteligencije. Svaka analiza započinje detaljnim ispitivanjem korisnika o svim mogućim alternativama odluka u svim dimenzijama problema. Posle unošenja tih informacija, sistem matematički određuje težinske koeficijente svih čovekovih odgovora u prethodnoj fazi da bi generisao optimalnu odluku.

- **TreePlan** (<http://www.decisiontoolpak.com/treeplan.htm>). TreePlan za Excel omogućava formiranje stabla odlučivanja putem dijaloga. U stablo se unose različite alternative, kao i rizici, poređani u hronološkom redu. TreePlan automatski uključuje formule za sumiranje tokova novca da bi se dobile potrebne vrednosti rešenja za određivanje optimalne strategije.

- **Decision Grid 3.1.** (www.decisiongrid.com). To je na tržištu relativno nov DSS, a prvobitno je razvijen za potrebe inženjera i menadžera Hydro-Quebec-a, jedne od najvećih kanadskih kompanija za proizvodnju električne energije. Zahvaljujući visokoj transparentnosti i jasno napisanim uputstvima za korišćenje, Decision Grid je jedan od paketa koji se lako koristi. Kriterijumi i alternative se definišu u prozoru sličnom onom iz Excela. Kriterijumi se upisuju u vrste, a alternative u kolone matrice. Manipulacije i vrednovanja elemenata matrice vrše se po direktnom metodu težinskih koeficijenata, korišćenjem izabrane fiksne skale. Npr., za relativni značaj datog kriterijuma može se odabrati broj od 1

do 100. Softver ima dobre mogućnosti sprovođenja analiza osetljivosti. Npr., lako se prati međusobni odnos već poređenih alternativa kada se promene relativni odnosi kriterijuma. Takođe, mogu se pratiti rangovi alternativa ako se ocene kriterijuma menjaju u zadatom opsegu vrednosti (plus ili minus 5%). Konačno, softver omogućava i tzv. grupni rad, što znači da istom skupu alternativa može pristupiti i do 25 različitih korisnika. Nedostatak je da Decision Grid ne omogućava merenje konzistentnosti, a ograničenje je i to da podržava do 100 kriterijuma i do 100 alternativa.

- **Ergo 4.0** (<http://www.arlingsoft.com>). Ovaj softver predstavlja jedan od vrhunskih alata za analizu odluka. Najnovija verzija omogućava praktično neograničen broj kriterijuma, a podaci se mogu unositi iz bilo kog izvora podataka putem ODBC (Open Database Communication). Pojednostavljeni su unos i prikaz podataka, a grafika ima kvalitet Excel-a. Za razliku od drugih alata iz svoje klase, Ergo omogućava da se rangiranje različitih opcija zasniva na ponderisanom proseku vrednosti koje svaka opcija dobije kada se vrednuje u odnosu na sve kriterijume u modelu. Ergo uz ponderisani prosek izračunava i kompozitni indeks koji uklanja osnovni mogući nedostatak postupka osrednjavanja - da neke opcije dobiju visok rang iako imaju loš skor na nekoliko ključnih kriterijuma, a imaju dobar skor kod većeg broja manje važnih kriterijuma. Dobro svojstvo softvera je da korisnik sa skice lako prelazi na kompjutersko modeliranje veza (hijerarhija) kriterijuma i alternativa. Dalje, vrednovanja kriterijuma i alternativa mogu se vršiti grafički, numerički i verbalno, a ocenjivanje alternativa vrši se u odnosu na fiksne skale. Poređenje u parovima je dobro podržano. Ergo naročito dobro podržava analizu osetljivosti, izračunava koeficijent konzistentnosti rezonovanja i omogućava korisniku da manuelno podešava težine različitih kriterijuma unutar kategorija i podkategorija. Softver nije limitiran u pogledu broja kriterijuma i podkriterijuma, ali ne podržava koncept grupnog rada više korisnika. Ergo je relativno skup. Cena jedne instalacije je oko 2.000 US\$, čemu treba dodati i 700 US\$ za godišnji on-line tehnički konsalting.

- **Expert Choice 11.5 (EC11.5)** (www.expertchoice.com). Tokom godina ovaj softver je stekao status jednog od najpopularnijih alata za podršku odlučivanju. Posle verzija 9.0 i 9.5, u ovom veku je nekoliko godina dominirala verzija iz 2000. godine sa nekim poboljšanjima u odnosu na prethodne. Najnovija verzija (EC11.5) putem Interneta se nudi na probu od 15 dana u ograničenoj verziji (hijerarhija sa tri nivoa, 7 kriterija/elementa po klasteru, 8 alternativa i do 3 učesnika ako se grupno odlučuje). Unapređeni su meniji, bolji je help, ugrađena je podrška za arhiviranje modela kao zip-fajlova i nov je način prikazivanja skeleta modela (hijerarhije). Kao i Ergo, ovaj softver podržava praktično neograničen broj kriterijuma i podkriterijuma i u potpunosti implementira Analitički hijerarhijski proces Tomasa Satija. U okruženju softvera Expert Choice, izgradnja modela (hijerarhije) je direktan proces. Isto važi i za manipulacije kriterijumima i alternativama, analize osetljivosti, selekciju podataka za prikazivanje na ekranu ili na štampaču. Pošto softver podržava rad sa modelima sa stotinama i hiljadama alternativa, ima dva načina kako se alternative mogu tretirati. Pri manjem broju vrše se standardna poređenja u parovima svih alternativa u odnosu na sve (prema hijerarhiji definisane) kriterijume. Pri velikom broju korisnik iste može ocenjivati u odnosu na fiksnu skalu, dakle ne u parovima. Kao i Ergo, Expert Choice omogućuje analizu rasuđivanja čoveka i izračunatih prioriteta (težinskih koeficijenata). Softver podržava ispitivanje konzistentnosti pri vrednovanju kriterijuma i alternativa prema definisanoj hijerarhiji, tako da se npr. lako može pratiti kako promene prioriteta krite-

rijava utiču na rangove alternativa. DSS iz softverske kuće ExpertChoice koriste se u više od 80 zemalja za strateški menadžment, a najviše u SAD, Kanadi i Finskoj.

ZAKLJUČAK

Metodi i metodologije odlučivanja podržani kompjuterima i drugim informatičkim i komunikacionim tehnologijama predstavljaju jedno od važih dostignuća u planiranju i korišćenju poljoprivrednih i drugih resursa. Iz brojnih izvora, kao što su naučni i stručni časopisi, međunarodne publikacije, Internet i lična korespodencija autora, dolaze informacije o sve većem prisustvu opštih i specijalizovanih sistema za podršku odlučivanju prilagođenih za PC platforme i standardne operativne sisteme kao što je MS Windows, na primer. Cene ovih sistema su srazmerno niske u poređenju sa efektima koje daju, a stalna invencija istraživača u svetu dovodi do korišćenja ovih softvera i na web-platформи, dakle direktno na Internetu. Web 2.0 tehnologija koja je u snažnom usponu verovatno je sledeći razvojni korak u predmetnoj oblasti od koga i nacionalna poljoprivreda može brzo izvući koristi.

LITERATURA

1. Decision Analysis Software Survey, OR/MS Today, October 2000, Lionheart Publishing, Inc., USA, 2000.
2. Đorđević, B.: Neki sociološki fenomeni bitni za proces odlučivanja u vodoprivredi, Vodoprivreda 156-157, 129-136, 1995.
3. Edwards, W., Barron F.H.: SMARTS and SMARTER: Improved simple methods for multiattribute utility measurement, Organizational Behavior And Human Decision Processes, 60, 306-325, 1994.
4. Saaty, T.L.: Multicriteria Decision Making - The Analytical Hierarchy Process, RWS Publications, Pittsburg, Pa., 1992.
5. Srđević, B., Jandrić, Z.: Analitički hijerarhijski proces u strateškom gazdovanju šumama, Studija, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 2000.
6. von Winterfeldt, D., Edwards, W.: Decision Analysis and Behavioral Research. Cambridge University Press, New York, N.Y, 1986.

Internet adrese za DSS (sisteme za podršku odlučivanju):

<http://expertchoice.com> – Expert Choice 2000
<http://www.lumina.com> – Analytica
<http://www.logic-gem.com/bc.htm> – BestChoice3
<http://www.infoharvest.com> – Criterium DecisionPlus (CDP)
<http://www.treeage.com> – DATA
<http://www.daltondialogic.com> – Determinator
<http://www.adainc.com/sw/whatis.html> – DPL
<http://www.electriciti.com/~fuzzyweb> – Judgment Maker
<http://matrixcognition.com/> – Matrix Cognition™
<http://www.decisiontoolpak.com/treeplan.htm> – TreePlan
<http://www.decisiongrid.com> – Decision Grid 3.1

<http://www.arlingsoft.com> – Ergo 4.0
<http://fms.nofc.cfs.nrcan.gc.ca/sfms/index.html> – Spatial Fire Management System
<http://www.remsoft.com> – Woodstock
<http://www.dssresources.com> – Decision Support Systems Resources

COMPUTERIZED TOOLS AND SYSTEMS FOR DECISION- MAKING SUPPORT IN AGRICULTURE

by

Bojan Srdjevic, Zorica Srdjevic and Kosana Suvocarev

University of Novi Sad, Faculty of Agriculture,
Department for Water Management

Contacts:

B. Srdjevic: Tel +381-21-4853-337 E-mail: bojans@polj.ns.ac.yu
Z. Srdjevic: Tel +381-21-4853-410, E-mail: srdjevicz@polj.ns.ac.yu
K. Suvocarev: Tel +381-4853-293, E-mail: suvocarev@polj.ns.ac.yu

SUMMARY

Paper analyses increasing necessity of using decision-making methods and methodologies supported by computers in certain strategically important agricultural sectors. In the second part, a relevant overview of decision support systems (DSS) is presented, general in methodology and applicability in different professional areas, including agricultural sub sectors.

Key words: decision-making, decision support systems (DSS), agriculture

Primljeno: 18.07.2007.

Prihvaćeno: 27.08.2007.