

Smanjenje rizika u proizvodnji pšenice primenom vremenske prodajne opcije

Todor Marković · Milenko Jovanović

primljeno / received: 09.06.2010. prihvaćeno / accepted: 02.07.2010.

© 2011 IFVC

Izvod: U radu je analiziran efekat eliminacije rizika (hedžing efekat) u proizvodnji pšenice u Sremu, primenom vremenske prodajne opcije na bazi količine padavina. Rezultati pokazuju da je upotreba vremenske prodajne opcije efikasna samo u slučaju ako je mesto proizvodnje u neposrednoj blizini meteorološke stanice i ako je pretpostavljena visoka korelacija između količine padavina i prinosa pšenice.

Gljučne reči: efikasnost eliminacije rizika, količina padavina, proizvodnja pšenice, vremenska prodajna opcija

Uvod

Proizvodnja žitarica u Sremu, a posebno u njegovom centralnom delu zavisna je od količine padavina. U mesecima kada se formira prinos (april-maj) kiša je neophodna. U poslednjih 30 godina palo je između 31,1 mm i 256,5 mm kiše (sa prosečnom količinom od približno 100 mm). Prinosi žitarica jako variraju, budući da sistemi za navodnjavanje ne stoje na raspolaganju ili nisu u dovoljnoj meri iskorišćeni. U sušnim godinama (2003) prinosi su jako podbacili, a budući da u Srbiji ne postoji osiguranje od suše, poljoprivrednici su pretrpeli velike gubitke, koji se iz godine u godinu ponavljaju. Zbog toga bi bilo interesantno sa novim sistemima osiguranja pokušati donekle nadoknaditi nastale štete.

U prošlosti su poljoprivrednici kupovinom osiguranja pokušali da se zaštite od kolebanja prinosa useva i plodova uslovljenih vremenskim rizicima. Relativno nov instrument za upravljanje rizikom u biljnoj proizvodnji predstavljaju vremenski derivati. Vremenski derivati definišu se kao finansijski instrumenti čija isplata zavisi od nekog vremenskog parametra, a na tržištu vremenskih derivata dominira trgovina vremenskim opcijama (Berg 2005). Za analizu vremenskih derivata najčešće je uzimana temperatura, kao bazna

vrednost. Opet sa druge strane količine padavina takođe imaju veliku važnost u biljnoj proizvodnji, ali se u ovoj oblasti javlja relativno manji broj publikacija (Turvey 2001, Berg et al. 2005, Mußhoff et al. 2007).

Cilj ovog rada je da se ukaže na efekat eliminacije rizika (hedžing-efekat) u proizvodnji pšenice sa primenom vremenske prodajne opcije i bez nje. Posebno se apostrofira činjenica da sa udaljavanjem mesta proizvodnje od meteorološke stanice nastaje geografski bazni rizik (neujednačenost padavina na ove dve lokacije) i bazni rizik proizvodnje (slabija korelacija između količine padavina i visine prinosa pšenice).

Materijal i metod

Osnovne izvore podataka predstavlja dokumentacija o prosečnim prinosima i prodajnim cenama pšenice sa izabranog individualnog gazdinstva u opštini Ruma, kao i podaci o mesečnim količinama padavina sa meteorološke stanice Rimski Šančevi u Novom Sadu u periodu 1999-2008.

Uspešna primena vremenskih derivata uslovljena je jačinom uticaja količine padavina na prinos useva i plodova (Vedenov & Barnett 2004). Prilikom konstrukcije vremenske prodajne opcije ključno pitanje je izračunavanje isplate iz opcije i određivanje cene rizika (fer premije), koju je kupac spreman da plati za transfer rizika. Iz ugla kupca, isplata iz vremenske prodajne opcije (I_p) proizilazi iz razlike između graničnog nivoa (R) i realizovane

T. Marković (✉) · M. Jovanović
Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Novom Sadu, Trg Dositeja
Obradovića 8, 21000 Novi Sad, Srbija
e-mail: todor@polj.uns.ac.rs

količine padavina (x), multiplikovane sa novčanom vrednošću indeksa (O) (Berg et al. 2005):

$$I_p = O \cdot \text{Max}[(R - x) 0] \quad (1)$$

Za određivanje premije koristi se metoda istorijske simulacije, gde fer premija predstavlja diskontovanu očekivanu vrednost isplate iz vremenskog derivata (Berg et al. 2005, Mußhoff et al. 2005).

$$P_f = E(I_p) \cdot \exp(-r \cdot \Delta t) \quad (2)$$

U datoj formuli (P_f) predstavlja fer premiju, $E(I_p)$ očekivanu vrednost isplate, $\exp(-r \cdot \Delta t)$ predstavlja diskontni faktor, gde je (r) kamatna stopa, a (Δt) vremenski period.

Po istoj metodologiji određuju se i ostali parametri neophodni za konstrukciju vremenskih derivata (vremenski indeks, funkcija isplate i ograničenje isplate).

Primenom kvantitativnih metoda za ocenu rizika utvrđuje se da li je eliminacija rizika (hedžing) uspešnija sa primenom vremenskih derivata ili bez nje. U radu se primenjuju metod stohastičke dominacije i metod rizične vrednosti. Konceptom stohastičke dominacije upoređuju se funkcije raspodele (kumulativne verovatnoće) vrednosti proizvodnje pšenice sa primenom vremenske prodajne opcije i bez nje. Sa druge strane posmatra se varijansa, kao mera disperzije u statistici, i kvantili u raspodeli vrednosti proizvodnje, te se na osnovu njih utvrđuje mogućnost smanjivanja rizika od gubitka sa i bez vremenskog derivata (Berg et al. 2005). Sva neophodna izračunavanja vrše se uz pomoć računarskog softvera @Risk,

koji je posebno razvijen za problematiku upravljanja rizikom.

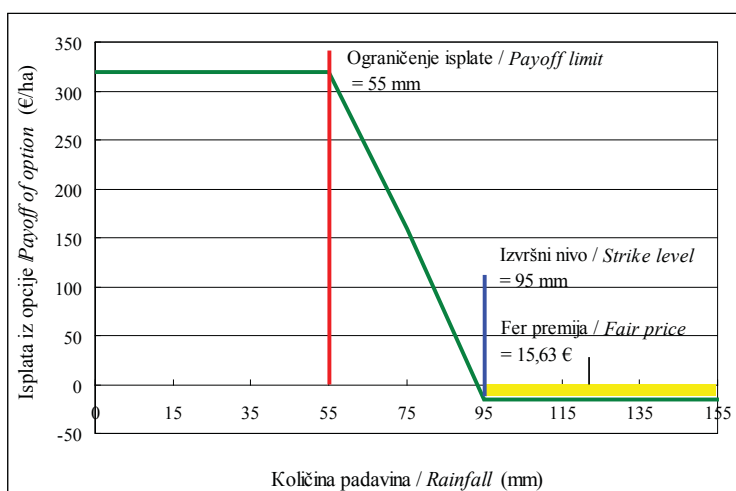
Rezultati i diskusija

Uzima se u obzir vremenska prodajna opcija na bazi količine padavina, koja se odnosi na kumulativnu mesečnu količinu padavina koja je izmerena na meteorološkoj stanici Rimski Šančevi u periodu april-maj 2009. Poljoprivrednik ima mogućnost da kupi prodajnu opciju 01. septembra 2008. (vremenski period iznosi 9 meseci). Ta opcija donosi poljoprivrednom proizvođaču isplatu na dan 01. juna 2009. prema formuli (1), ukoliko je kumulativna mesečna količina padavina ispod 95 mm (što predstavlja granični nivo, odnosno prosečnu količinu padavina poslednjih 10 godina).

$$I_p = \max(95 - x, 0) \cdot 8 \quad (3)$$

Ako se prekorači taj nivo, isplata je jednaka nuli dok za svaki milimetar, kada je količina padavina ispod graničnog nivoa, poljoprivrednik dobija 8 € mm⁻¹. Međutim, ni isplata ne ide do minimalne količine padavina, već je ona limitirana na 55 mm (Graf. 1).

Ukoliko poljoprivrednik želi da osigura proizvodnju pšenice uz pomoć vremenske prodajne opcije neophodno je utvrditi cenu opcije. Kako bi se izbegle teškoće prilikom procenjivanja vremenskih derivata polazi se od fer premije, kao cene opcije, kod koje je očekivana dobit za obe strane (kupca i prodavca) jednaka nuli. U tom slučaju isključuju se transakcioni troškovi i premija rizika. Određivanje fer premije vrši se metodom istorijske simulacije, gde se kao vremensko razdoblje uzima



Grafikon 1. Fer premija i isplate iz prodajne opcije u proizvodnji pšenice

Graph 1. Fair premium and payoff of put option in wheat production

unapred izabrani period i kamatna stopa od 5%. Uz pomoć odgovarajućeg softvera izračunata je fer premija koja iznosi 15,63 € (Graf. 1).

Za analizu korisnog dejstva vremenskih derivata u jednoj proizvodnji na ispitivanom gazdinstvu najbolje je poći od pretpostavke da prinos pšenice direktno zavisi od količine padavina u periodu april-maj, tako da svaki milimetar kiše uslovljava visinu prinosa. Metoda stohastičke dominacije se koristi za određivanje vrednosti proizvodnje sa primenom vremenskih derivata i bez nje. U slučaju bez vremenske prodajne opcije ukupna vrednost proizvodnje jednaka je tržišnoj vrednosti proizvodnje koja predstavlja proizvod prinosa pšenice (\tilde{y}) i njene cene (c_y), prema formuli:

$$\tilde{V}_p = \tilde{y} \cdot c_y \quad (4)$$

Sa druge strane, u slučaju sa opcijom poljoprivrednik prisvaja i dobit iz opcije, odnosno ostvarena tržišna vrednost proizvodnje uvećava se za isplatu iz vremenske prodajne opcije (\tilde{I}_p) i umanjuje za fer premiju (P_f), polazeći od formule (1):

$$\tilde{V}_p = \tilde{y} \cdot c_y + O \cdot \text{Max}[0, (R - \tilde{x})] - P_f \quad (5)$$

Kako je dobit nakon odbitka fer premije jednaka nuli, tako su približno iste očekivane vrednosti proizvodnje pšenice sa primenom vremenske prodajne opcije i bez nje, dok je mnogo veće smanjenje rizika u slučaju sa opcijom (Tab. 1).

Vremenska varijabla na kojoj se bazira vremenski derivat izmerena je na najbližoj referentnoj meteorološkoj stanici. Činjenica je da se mesto proizvodnje pšenice nalazi na većoj ili manjoj udaljenosti od meteorološke stanice. Što je veća udaljenost dolazi do pojave geografskog baznog rizika, koji najčešće uslovljava i bazni rizik proizvodnje, tj. slabija je korelacija između količine padavine i prinosa.

Posmatrana vremenska prodajna opcija procenjena je na 15,63 €, što znači da toliko košta nadoknada niže količine padavina od graničnog nivoa (95 mm) u periodu april-maj, a koja je izmerena na meteorološkoj stanici Rimski Šančevi u Novom Sadu. Kao što je prikazano u tabeli 1, poljoprivrednik u neposrednoj blizini referentne meteorološke stanice može prodajom opcije u potpunosti isključiti rizik od gubitka (*down side risk*). Takođe varijansa kod vrednosti proizvodnje može biti smanjena za 32,97%. Ako se kao mera za smanjenje rizika posmatraju kvantili, uglavnom se u prvi plan uzima donji deo raspodele,

Tabela 1. Smanjenje rizika u proizvodnji pšenice pri različitim korelacijama između količine padavina i prinosa
Table 1. Risk reduction in wheat production with different correlation coefficients between rainfall and yield

	Vrednost proizvodnje bez opcije / Revenue without option (€/ha)	Vrednost proizvodnje sa opcijom / Revenue with option (€/ha)						
Koeficijent korelacije / Correlation coefficient	1,0	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	
Očekivana vrednost / Expected value (€/ha)	960,29	960,44	960,63	960,73	960,76	960,48	960,67	
Varijansa / Variance (€/ha)	14.652	9.821	10.494	11.084	11.869	12.212	13.381	
Smanjenje rizika / Risk reduction (%)	-	32,97	28,38	24,34	18,99	16,65	8,67	
Kvantili / Quantiles	5 %	761,13	838,64	817,21	800,49	788,44	783,64	777,12
	10 %	805,88	852,99	840,95	829,26	824,17	824,60	817,50
	50 %	959,99	944,37	950,09	951,25	957,11	951,25	957,58
	95 %	1.156,41	1.140,79	1.140,11	1.140,92	1.141,44	1.143,66	1.146,28

koji izražava najnižu vrednost proizvodnje, odnosno gde se javljaju najlošiji rezultati. Tako npr. vrednost kvantila od 5% bez opcije iznosi 761,13 € ha⁻¹, dok u slučaju sa opcijom raste na 838,64 € ha⁻¹ (Tab. 1). Izvesno je da je efekat prodajne opcije utoliko niži što se više povećava udaljenost između mesta proizvodnje i referentne meteorološke stanice. Ako postoji još i nizak koeficijent korelacije između količine padavina i prinosa useva, značajno se smanjuje efekat zaštite.

Zaključak

Predstavljeni model primene vremenskih derivata pokazuje da geografski bazni rizik i bazni rizik proizvodnje u velikoj meri utiče na hedging-efekat vremenske prodajne opcije, odnosno da su vremenski derivati na bazi količine padavina u velikoj meri regionalno ograničeni. U datom primeru koeficijent korelacije između količine padavina i prinosa pšenice u velikoj meri određuje efekat smanjenja rizika. Na osnovu prethodnog može se dovesti u pitanje primena vremenskih derivata u biljnoj proizvodnji. Zbog toga je potrebno da budući ponuđači vremenskih derivata treba da omoguće gušću mrežu referentnih meteoroloških stanica, da ponude mešoviti vremenski indeks (npr. kombinacijom količine padavina i prosečne temperature) ili jedan vremenski indeks sa podacima iz više meteoroloških stanica, kao i širi spektar različitih tipova vremenskih derivata (npr. kombinacija kupovne i prodajne opcije pri nedovoljnoj ili preobilnoj količini padavina).

Literatura

- Berg E (2005): Integriertes Risikomanagement: Notwendigkeit und Konzepte für die Landwirtschaft. Tagungsband zum Fachkolloquium anlässlich des 80. Geburtstages von Prof. Em. Dr. Dr. h.c. Günter Steffen, 24.09.2004, 53-67
- Berg E, Schmitz B, Starp M, Trenkel H (2005): Wetterderivate: Ein Instrument im Risikomanagement für Landwirtschaft? Berichte über Landwirtschaft 80: 94-133
- Vedenov D V, Barnett B J (2004): Efficiency of Weather Derivatives as Primary Crop Insurance Instruments. J. Agric. Resour. Econ. 29: 387-403
- Mußhoff O, Odening M, Xu W (2005): Zur Bewertung von Wetterderivaten als innovative Risikomanagementinstrumente in der Landwirtschaft. Agrarwirtschaft 54: 197-209
- Mußhoff O, Odening M, Xu W (2007): Zur Quantifizierung des Basis-risikos von Wetterderivaten. 46. Jahrestagung. Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues (GeWiSoLa), Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup, 381-393
- Turvey C G (2001): Weather Derivatives for Specific Event Risks in Agriculture. Rev. Agric. Econ. 23: 333-351

Risk Reduction in Wheat Production with Weather Put Option

Todor Marković · Milenko Jovanović

Faculty of Agriculture, University of Novi Sad,
Trg Dositeja Obradovića 8, 21000 Novi Sad

Summary: In this paper is analysed hedging effectiveness in wheat production in Srem, Serbia with rainfall put option. It follows that effect of risk reduction is significant if the field of production is close to the meteorological station and if a high correlation between weather indices and yield is assumed.

Key words: hedging effectiveness, rainfall, weather put option, wheat production



Uticaj količine padavina na prinos pšenice i kukuruza kao proizvodni bazni rizik

Todor Marković · Milenko Jovanović

primljeno / received: 14.07.2010. prihvaćeno / accepted: 08.09.2010.
© 2011 IFVC

Izvod: U radu je primenom metoda regresione i korelacione analize istraživana uzajamna međuzavisnost količine padavina i prinosa pšenice i kukuruza u Vojvodini u periodu 1975-2005. Rezultati pokazuju da količina padavina u aprilu i maju ima veoma važan uticaj na visinu prinosa pšenice, a u periodu april-avgust na visinu prinosa kukuruza. Ukoliko se u budućnosti u proizvodnji pšenice i kukuruza žele koristiti vremenski derivati, kao novi finansijski instrumenti u osiguranju useva, neophodno je uvažavati ove činjenice, budući da se uspešna primena vremenskih derivata zasniva na smanjenju proizvodnog baznog rizika koji nastaje pri slabijoj korelaciji između nekog vremenskog parametra i prinosa pojedinih useva.

ključne reči: količina padavina, kukuruz, prinos, proizvodni bazni rizik, pšenica, regresiona i korelaciona analiza, vremenski derivati

Uvod

Biljna proizvodnja, kao primarna proizvodnja u poljoprivredi, posebno je izložena uticaju vremenskih rizika. Vremenski činioci predstavljaju grupu proizvodnih rizika koji umnogome određuju visinu prinosa useva, kao naturalnog pokazatelja uspeha. Između različitih vremenskih faktora poseban značaj za biljnu proizvodnju ima količina padavina. Kada nastupi sušna godina dolazi do smanjenja prinosa, a pošto u Srbiji nije zastupljeno osiguranje od suše, poljoprivredni proizvođači trpe ozbiljne štete u proizvodnji. Činjenica je da se uvek nakon poplave, suše ili snažne oluje pojača diskusija o osiguranju useva i plodova, kojim se može kompenzovati gubitak u proizvodnji (Breustedt 2003).

Pored klasičnog osiguranja od gubitka prinosa, pojedini autori ukazuju na potrebu širenja tržišta osiguranja od većeg broja rizika (sa uključenim osiguranjem od suše), odnosno vremenskih derivata, koje je uglavnom prisutno u razvijenim zemljama Evrope i Severne Amerike (Berg 2002). Vremenski derivati predstavljaju novije finansijske instrumente za transfer rizika, koji su nastali polovinom 90-ih godina prošlog veka, a njihova

isplata zavisi od nekog vremenskog parametra. Vremenskim derivatima može se trgovati na organizovanom finansijskom tržištu (berzi) ili vanberzanski (OTC - *over the counter*). Iako vremenski derivati pokazuju brojne prednosti u odnosu na klasično osiguranje, tržište ovih proizvoda još uvek je relativno malo. Ukoliko je težnja da se u budućnosti razvije likvidno tržište vremenskih derivata, onda će biti neophodno da se pre svega osiguravaju usevi koji imaju značajno učešće u setvenoj strukturi ili viši nivo prinosa po hektaru. Posebnu pažnju treba posvetiti osnovnim žitaricama (pšenica i kukuruz).

Cilj ovog rada je da se u dužem vremenskom periodu primenom metoda regresione i korelacione analize ispita uticaj količina padavina na prinos osnovnih žitarica. Što je jača uzajamna međuzavisnost ova dva faktora, izražena koeficijentima korelacije, smanjuje se proizvodni bazni rizik, a samim tim povećava efekat eliminacije rizika primenom vremenskih derivata.

Materijal i metod

Osnovne izvore podataka predstavlja dokumentacija Statističkog zavoda Vojvodine o prosečnim prinosima pšenice i kukuruza u periodu 1975-2005. u pojedinim opštinama Vojvodine (Bačka Palanka, Bački Petrovac, Indija, Irig, Ruma, Temerin, Titel i Žabalj), zatim podaci o požnjevenim površinama, ostvarenim prinosi-

T. Marković (✉) · M. Jovanović
Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Novom Sadu, Trg Dositeja
Obradovića 8,
21000 Novi Sad, Srbija
e-mail: todor@polj.uns.ac.rs

ma i ukupnoj proizvodnji pšenice i kukuruza u Vojvodini u periodu 1975-2005. kao i podaci o dnevnim količinama padavina sa meteorološke stanice Rimski Šančevi u Novom Sadu, koji su takođe uzeti za tridesetogodišnji period (1975-2005), kako bi se dobila realnija slika o kretanju padavina.

Efikasna primena vremenskih derivata pretpostavlja visok stepen korelacije između količine padavina i nivoa prinosa useva i plodova (Vedenov & Barnett 2004, Marković & Jovanović 2011). U radu se polazi od ukupnih mesečnih količina padavina koje se dobijaju sabiranjem dnevnih količina padavina u datom mesecu. Sa druge strane koriste se podaci o prosečnim prinosima pšenice i kukuruza u izabranim opštinama. Odnosi između uslova i rezultata proizvodnje utvrđuju se primenom metoda regresione i korelacione analize.

U radu se polazi od pretpostavke da prinos pšenice i kukuruza direktno zavisi od količine padavina u vegetacionom periodu, tako da svaki milimetar kiše uslovljava visinu prinosa. Stoga je neophodno prethodno eliminisati ostale vremenske faktore, kao i druge činioce (tehničko-tehnološki, ekološki, ekonomski). Na osnovu toga se podaci o prinosima prethodno „očiste“ pomoću trenda (linearnog, kvadratnog i kubnog), tako da su preostala kolebanja prinosa zavisna samo od oscilacija visine vodenog taloga (Schmitz 2007).

Ispitivanje zavisnosti ostvarenog prosečnog prinosa (\hat{y}) od mesečne količine padavina (x) vrši se uz pomoć linearne ($\hat{y} = a + bx$), kvadratne ($\hat{y} = a + bx + cx^2$) i kubne regresije ($\hat{y} = a + bx + cx^2 + dx^3$). Izračunavanjem koeficijenata korelacije utvrđuje se uticaj količine padavina na prinos pojedinih useva. Koeficijenti korelacije izračunavaju se prema sledećem obrascu (Hartung 1998):

$$r_{xy} = \frac{\sum(x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum(y_i - \bar{y})^2}} \quad (1)$$

Na ovaj način iskazana je jačina međuzavisnosti između nezavisne i zavisne varijable. Ovaj pokazatelj može pokazivati vrednosti između -1,0 i 1,0. U slučaju pozitivne korelacije povećanje vrednosti nezavisno promenljive dovodi do povećanja zavisne varijable i obrnuto, kod negativne korelacije povećanje vrednosti jedne varijable prouzrokuje smanjenje druge promenljive. U slučaju korelacije koja iznosi 0 ne postoji nikakva međuzavisnost između varijabli i ovakva korelacija se neće uzimati u obzir. Svi neophodni proračuni vrše se uz pomoć računarskog softvera (Statistika 8.0), gde se podaci obrađuju primenom matematičko-statističkog instrumentarijuma.

Rezultati i diskusija

Vremenski derivati predstavljaju proizvode finansijskog tržišta i javljaju se u formi vremenskih fjučersa, opcija ili forvarda. Fjučersi su standardizovani ugovori kojima se trguje na berzi, a forvardi su privatno dogovoreni ugovori kojima se trguje na OTC tržištu i oni su najčešće u formi svopova, dok se vremenskim opcijama može trgovati na berzi, ali i na OTC tržištu i one se najčešće javljaju u formi kupovne ili prodajne opcije.

Prilikom formiranja vremenskih derivata neophodno je odrediti sledeće parametre: tip derivata, vremenski indeks, meteorološku stanicu, vremenski period i funkciju isplate. Vremenski derivati najčešće se baziraju na količini padavina ili prosečnoj temperaturi. Funkcija isplate predstavlja suštinu vremenskih derivata i ona obuhvata utvrđivanje premije osiguranja, graničnog nivoa i novčane vrednosti indeksa. Granični nivo predstavlja onu vrednost indeksa od koje se vrši isplata, dok se visina isplate određuje uz pomoć novčane vrednosti indeksa koja označava isplaćeni novčani iznos po jedinici indeksa, a premija predstavlja diskontovanu očekivanu vrednost buduće isplate.

Vremenski derivati su na prvi pogled veoma slični ugovorima o klasičnom osiguranju, ali se između njih javljaju značajne razlike. Osnovne prednosti vremenskih derivata u odnosu na klasično osiguranje ogledaju se u sledećem (Alaton et al. 2002, Campbell & Diebold 2002):

Kod vremenskih derivata nije potreban nikakav dokaz o nastaloj šteti prouzrokovanoj nekim štetnim događajem, a samim tim isključuje se i procena štete, kao i troškovi koji na taj način nastaju;

Isključuje se problematika moral-hazarda, gde pojedinci mogu svojim postupcima da utiču na visinu štete i na taj način oštete osiguravača izvlačeći korist za sebe;

Ne postoji negativna selekcija kod koje poljoprivrednici sa manjim rizikom odustaju od plaćanja viših premija osiguranja.

Međutim, vremenski derivati imaju i određene nedostatke u odnosu na klasično osiguranje, a oni obuhvataju (Mußhoff et al. 2005):

- Geografski bazni rizik - odnosi se na udaljenost mesta proizvodnje od referentne meteorološke stanice, jer što je veće rastojanje veća je i razlika u visini vodenog taloga ili ostvarenoj dnevnoj temperaturi na te dve lokacije.

- Proizvodni bazni rizik - odnosi se na koeficijent korelacije između prinosa nekog useva i određenog vremenskog parametra. Ukoliko je koeficijent korelacije niži, povećava se bazni proizvodni rizik, a time se smanjuje korisnost vremenskih derivata. Zbog toga se u ovom radu posebna pažnja pokla-

nja odnosu količine padavina kao vremenskog indeksa i nivoa prinosa najvažnijih žitarica.

Rezultati analize pokazuju da u poljoprivredi Vojvodine u ispitivanom periodu (1975-2005) najveću zastupljenost u zasejanim površinama pod žitima ima kukuruz (61,04%), zatim pšenica (32,99%), dok na ostale žitarice otpada 5,97%.

U posmatranom periodu (1975-2005) na području Vojvodine požnjevene površine pod pšenicom iznose prosečno 356.695 ha ispoljavajući tendenciju pada (stopa promene -1,10%). Na ovim površinama, uz prosečan prinos od 4,34 t ha⁻¹ ostvaruje se proizvodnja od 1.550.888 t. Variranje proizvodnje jako je izraženo (koeficijent varijacije 24,69%). Ovakvo veliko variranje ukazuje da naši prinosi, a time i proizvodnja još u velikoj meri zavise od klime, tj. u klimatski dobrim godinama ostvaruju se viši prinosi, a u lošim godinama veoma niski prinosi, što je posledica veoma loše agrotehnike (Denčić i sar. 2009). Pad prosečnog prinosa (stopa pada -0,09%) uticao je na pad obima proizvodnje (stopa promene -1,18%) kao što je prikazano u tabeli 1.

Analiza proizvodnje kukuruza ukazuje na suprotne tendencije u pogledu dinamike razvitka zasejanih površina, prinosa i ostvarenog obima proizvodnje. Naime, površine rastu po niskim godišnjim stopama (stopa promene 0,14%) i uslovljavaju blagi porast količine proizvedenog kukuruza (stopa rasta 0,57%). U posmatranom periodu prosečna površina pod ovim usevom iznosi 659.995 ha. Prosečan prinos od 5,27 t ha⁻¹ ima blagi porast (stopa promene 0,43%) i velike oscilacije (koeficijent varijacije 22,10%). Proseč-

na proizvodnja kukuruza od 3.477.156 t beleži širok interval varijacije, što se reflektuje visokim koeficijentom varijacije od 23,69% (Tab. 1).

Analiza međuzavisnosti vremenskog činioca (količina padavina) i ostvarenog prinosa jedino je moguća ukoliko na raspolaganju stoje dugoročni meteorološki podaci, kao i ažurno praćenje kretanja prinosa useva u dužem vremenskom periodu. U nastavku se daje pregled ostvarenih rezultata regresione i korelacione analize kod pšenice i kukuruza u Vojvodini.

Ostvareni koeficijenti korelacije kao rezultat međuzavisnosti trendom uslovljenih kolebanja prinosa pšenice i mesečnih količina padavina iskazani su po pojedinim mesecima, ali i zbirno, gde se uzima po nekoliko meseci zajedno (Tab. 2). Koeficijenti korelacije za pojedine mesece se kod opština u Sremu (Inđija, Irig, Ruma) razlikuju od koeficijenata korelacije kod drugih mesta. Naime, kod njih se uglavnom javljaju pozitivne korelacije između količine padavina i prinosa pšenice. Najviši koeficijent korelacije ($r = 0,51$) ostvaren je u opštini Inđija u aprilu, dok su nešto niži koeficijenti korelacije ostvareni u istom mesecu u opštinama Žabalj ($r = 0,42$) i Irig ($r = 0,37$).

Ako se posmatraju koeficijenti korelacije između višemesečnih količina padavina i ostvarenog prinosa zapaža se da opštine u Sremu karakteriše pozitivna korelacija. Najviši koeficijent korelacije ($r = 0,46$) zabeležen je u opštini Irig u aprilu i maju, dok je u Žablju zabeležen nešto niži koeficijent korelacije ($r = 0,44$). Zapaža se da količine padavina u aprilu i maju umnogome određuju budući prinos pšenice.

Tabela 1. Površine, prinosi i proizvodnja pšenice i kukuruza u Vojvodini (1975-2005)
Table 1. Wheat and corn areas, yields and production in Vojvodina (1975-2005)

Pokazatelji Indicators	Prosečna vrednost Average value	Koeficijent varijacije Variations coefficient (%)	Interval varijacije Variation interval		Stopa promene Change rate (%)
			Minimum Min.	Maksimum Max.	
Pšenica / Wheat					
Površina Cultivated area (ha)	356.695	13,37	268.324	437.138	-1,10
Prinos Yield (t ha ⁻¹)	4,34	17,62	2,30	5,61	-0,09
Proizvodnja Production (t)	1.550.888	24,69	728.565	2.310.832	-1,18
Kukuruz / Corn					
Površina Cultivated area (ha)	659.995	6,80	544.421	759.296	0,14
Prinos Yield (t ha ⁻¹)	5,27	22,10	2,94	6,99	0,43
Proizvodnja Production (t)	3.477.156	23,69	1.810.438	5.150.830	0,57

Koeficijenti korelacije u opštinama Temerin i Titel relativno su niski, što se može tumačiti relativno malom zavisnošću prinosa pšenice od količine padavina. U opštinama Bačka Palanka i Bački Petrovac koeficijenti korelacije uglavnom su negativni.

Za razliku od pšenice čiji vegetacioni period traje od oktobra do jula, kod kukuruza je on znatno kraći (april-oktobar). Međuzavisnost količine padavina i trendom uslovljenih kolebanja prinosa data je u tabeli 3. Posmatrajući koeficijente korelacije u pojedinim mesecima primećuje se da je najviša korelacija zabeležena u julu u Bačkom Petrovcu ($r = 0,64$), Titelu ($r = 0,63$), Bačkoj Palanci ($r = 0,62$), Indiji ($r = 0,60$) i Rumi ($r = 0,60$). U Irigu, Temerinu i Žablju koeficijenti korelacije

zaostaju za prethodnim. Korelacija je evidentno znatno slabija do juna i od septembra.

Ako se posmatraju višemesečne količine padavina, može se primetiti da uglavnom postoji pozitivna korelacija i da su koeficijenti korelacije relativno visoki. Najviši koeficijent korelacije je u Rumi u periodu april-avgust ($r = 0,70$), kao i u Temerinu ($r = 0,66$) i Indiji ($r = 0,64$). Koeficijenti korelacije u opštinama Bački Petrovac, Irig i Žabalj relativno su niži, što se može tumačiti manjom zavisnošću prinosa kukuruza od količina padavina. U veoma malom broju slučajeva koeficijenti korelacije su negativni, što ukazuje na to da povećanje količina padavina prouzrokuje smanjenje prinosa kukuruza.

Tabela 2. Koeficijenti korelacije između prosečnog prinosa pšenice i količine padavina u pojedinim mesecima u nekim opštinama Vojvodine (1975-2005)

Table 2. Correlation coefficients between average wheat yield and rainfall in certain months in some municipalities in Vojvodina (1975-2005)

	Bačka Palanka	Bački Petrovac	Indija	Irig	Ruma	Temerin	Titel	Žabalj
januar	-0,15	-0,24	0,01	-0,05	-0,15	0,00	0,29	0,03
februar	0,05	0,18	0,00	-0,05	-0,07	0,11	0,04	0,05
mart	0,05	-0,12	0,14	0,36	0,01	0,14	0,16	0,27
april	0,14	-0,02	0,51	0,37	0,28	0,29	0,20	0,42
maj	0,04	0,12	0,02	0,06	-0,06	0,07	0,12	0,15
jun	-0,04	-0,06	0,03	0,08	-0,10	0,14	-0,10	0,05
jul	0,01	0,02	0,30	0,11	0,21	0,10	0,07	-0,03
avgust	-0,15	-0,21	0,18	-0,05	-0,05	-0,10	0,14	-0,19
septembar	-0,13	-0,14	-0,12	-0,21	-0,25	-0,11	-0,19	-0,14
oktobar	-0,11	-0,19	-0,04	-0,21	0,06	-0,11	0,01	-0,10
mar-apr	0,12	-0,08	0,35	0,25	0,20	0,28	0,23	0,34
mar-maj	0,11	0,01	0,26	0,36	0,10	0,24	0,23	0,40
mar-jun	0,05	-0,02	0,20	0,29	0,02	0,23	0,11	0,29
mar-jul	0,05	-0,01	0,32	0,31	0,12	0,26	0,13	0,25
mar-avg	0,00	-0,07	0,34	0,26	0,09	0,20	0,16	0,16
mar-sep	-0,04	-0,10	0,26	0,17	0,01	0,14	0,09	0,10
mar-okt	-0,07	-0,16	0,26	0,11	0,03	0,11	0,09	0,08
apr-maj	0,11	0,07	0,24	0,46	0,11	0,21	0,19	0,44
apr-jun	0,05	0,01	0,18	0,21	0,02	0,23	0,07	0,25
apr-jul	0,04	0,02	0,31	0,24	0,13	0,24	0,10	0,20
apr-avg	-0,01	-0,05	0,33	0,19	0,09	0,18	0,13	0,11
apr-sep	-0,05	-0,08	0,25	0,10	0,01	0,12	0,06	0,05
apr-okt	-0,08	-0,14	0,24	0,04	0,03	0,09	0,06	0,02
maj-jun	-0,01	0,03	0,04	0,10	-0,12	0,15	-0,01	0,13
maj-jul	0,00	0,04	0,22	0,15	0,05	0,18	0,04	0,08
maj-avg	-0,06	-0,05	0,25	0,10	0,02	0,11	0,09	-0,01
maj-sep	-0,09	-0,08	0,17	0,02	-0,06	0,06	0,02	-0,05
maj-okt	-0,13	-0,15	0,16	-0,05	-0,04	0,02	0,02	-0,09
jun-jul	-0,02	-0,02	0,25	0,14	0,09	0,17	-0,02	0,01
jun-avg	-0,08	-0,11	0,27	0,09	0,05	0,09	0,05	-0,07
jun-sep	-0,11	-0,13	0,18	0,00	-0,04	0,04	-0,02	-0,10
jun-okt	-0,14	-0,19	0,15	-0,08	-0,02	0,00	-0,02	-0,14
jul-avg	-0,07	-0,09	0,31	0,05	0,13	0,02	0,13	-0,12
jul-sep	-0,12	-0,14	0,21	-0,05	0,00	-0,03	0,03	-0,16
jul-okt	-0,15	-0,20	0,17	-0,13	0,02	-0,07	0,03	-0,19
avg-sep	-0,20	-0,24	0,04	-0,18	-0,21	-0,15	-0,03	-0,23
avg-okt	-0,24	-0,33	0,01	-0,29	-0,14	-0,20	-0,02	-0,26
sep-okt	-0,17	-0,24	-0,11	-0,30	-0,13	-0,16	-0,12	-0,17

Tabela 3. Koeficijenti korelacije između prosečnog prinosa kukuruza i količine padavina u pojedinim mesecima u nekim opštinama Vojvodine (1975-2005)

Table 3. Correlation coefficients between average corn yield and rainfall in certain months in some municipalities in Vojvodina (1975-2005)

	Bačka Palanka	Bački Petrovac	Indija	Irig	Ruma	Temerin	Titel	Žabalj
mart	-0,01	0,02	0,20	0,14	0,11	0,09	0,07	0,09
april	0,16	0,25	0,43	0,19	0,41	0,34	0,07	0,26
maj	0,33	0,41	0,32	0,29	0,35	0,30	0,22	0,19
jun	-0,07	-0,05	0,16	0,15	0,12	0,18	0,12	0,11
jul	0,62	0,64	0,60	0,47	0,60	0,50	0,63	0,40
avgust	0,40	0,14	0,20	0,29	0,42	0,48	0,41	0,36
septembar	0,05	-0,01	0,15	-0,01	0,13	0,12	0,20	-0,06
oktobar	-0,04	0,00	-0,04	-0,05	-0,14	0,04	-0,05	-0,01
mar-apr	0,10	0,18	0,40	0,21	0,34	0,28	0,09	0,22
mar-maj	0,27	0,37	0,47	0,32	0,44	0,37	0,19	0,27
mar-jun	0,15	0,23	0,40	0,29	0,36	0,34	0,19	0,24
mar-jul	0,44	0,52	0,65	0,49	0,62	0,55	0,48	0,41
mar-avg	0,51	0,50	0,65	0,53	0,69	0,64	0,55	0,48
mar-sep	0,46	0,43	0,60	0,45	0,62	0,59	0,53	0,40
mar-okt	0,46	0,44	0,60	0,45	0,60	0,61	0,53	0,40
apr-maj	0,32	0,42	0,46	0,31	0,47	0,40	0,19	0,27
apr-jun	0,17	0,26	0,40	0,29	0,39	0,37	0,19	0,25
apr-jul	0,47	0,55	0,65	0,49	0,64	0,57	0,49	0,42
apr-avg	0,55	0,53	0,64	0,53	0,70	0,66	0,57	0,49
apr-sep	0,48	0,45	0,59	0,45	0,63	0,60	0,54	0,40
apr-okt	0,47	0,45	0,58	0,43	0,59	0,61	0,53	0,40
maj-jun	0,15	0,21	0,32	0,29	0,31	0,32	0,22	0,20
maj-jul	0,52	0,58	0,63	0,52	0,63	0,57	0,58	0,41
maj-avg	0,58	0,53	0,60	0,55	0,68	0,65	0,63	0,48
maj-sep	0,50	0,44	0,55	0,45	0,60	0,58	0,59	0,38
maj-okt	0,48	0,43	0,53	0,43	0,55	0,59	0,57	0,37
jun-jul	0,41	0,44	0,56	0,45	0,54	0,49	0,55	0,37
jun-avg	0,49	0,41	0,52	0,48	0,59	0,59	0,60	0,44
jun-sep	0,41	0,32	0,47	0,38	0,52	0,51	0,55	0,34
jun-okt	0,38	0,31	0,44	0,34	0,45	0,51	0,51	0,32
jul-avg	0,65	0,53	0,54	0,49	0,65	0,60	0,66	0,47
jul-sep	0,57	0,44	0,52	0,41	0,60	0,56	0,65	0,37
jul-okt	0,49	0,39	0,44	0,34	0,47	0,51	0,55	0,33
avg-sep	0,31	0,09	0,24	0,19	0,37	0,41	0,42	0,21
avg-okt	0,24	0,08	0,19	0,13	0,23	0,38	0,33	0,17
sep-okt	0,00	-0,01	0,07	-0,05	-0,02	0,11	0,10	-0,05

Sa druge strane, eksperimentalna istraživanja obavljena na oglednom polju Instituta za ratarstvo i povrtarstvo na Rimskim Šančevima u Novom Sadu, ukazuju na još veću međuzavisnost količine padavina i prinosa kukuruza. Ako se u obzir uzme jedan mesec, korelacionom analizom je utvrđena visokosignifikantna zavisnost prinosa kukuruza i količine padavina u avgustu ($r = 0,93$), dok je višemesečno utvrđena signifikantna zavisnost prinosa kukuruza i količine padavina u julu i avgustu ($r = 0,77$) (Pejić et al. 2009). Na signifikantnu korelaciju prinosa sa padavinama kod kukuruza ukazuju i drugi autori (Bošnjak 2004, Marinković i sar. 2008).

Prilikom razmatranja međusobne uslovljenosti vremenskog parametra i visine prinosa, zapažaju

se nešto niži koeficijenti korelacije kod pšenice. Najviša korelacija, vezana za količinu padavina, evidentirana je u mesecima april (jedan mesec), odnosno april i maj (višemesečno) u pojedinim opštinama u Sremu (Indija, Irig i Ruma). Kod kukuruza su koeficijenti korelacije relativno viši, pri čemu veliki uticaj na prinos ima količina padavina u julu (jedan mesec), odnosno u periodu april-avgust (više meseci zajedno). U Sremu je izražena jača korelacija između količine padavina i visine prinosa, budući da je na području opština u Sremu (Indija, Irig i Ruma) konstatovan viši nivo padavina kako godišnji, tako i u vegetacionom periodu, u odnosu na opštine u Bačkoj (Bačka Palanka, Bački Petrovac, Temerin, Titel i Žabalj).

Zaključak

Istraživanje međusobne uslovljenosti zavisnog i nezavisnog faktora olakšava konstruisanje vremenskih derivata koji se baziraju na različitim vremenskim parametrima. Primenom vremenskih derivata najčešće se osiguravaju oni usevi i plodovi koji dominiraju u strukturi setve ili se ističu po visini ostvarenog prinosa. Da bi se uspešno mogli upotrebiti vremenski derivati, neophodno je uvažiti ove specifičnosti vezane za uticaj količine padavina na visinu prinosa. Posmatrajući proizvodnju pšenice evidentno je da količina padavina u aprilu i maju ima relativno visok uticaj na formiranje prinosa, dok je kod kukuruza to višemesečni period od aprila do avgusta, pa se zato ove činjenice trebaju uzeti u obzir prilikom istraživanja mogućnosti primene vremenskih derivata u našoj poljoprivredi.

Literatura

- Alaton P, Djehiche B, Stillberger D (2002): On Modelling and Pricing Weather Derivatives. *Appl. Math. Finance* 9: 1-20
- Berg E (2002): Das System der Ernte- und Einkommensversicherungen in den USA - Ein Modell für Europa? *Ber. Landwirtsch.* 80: 94-133
- Bošnjak Đ (2004): Suša i njen odnos prema ratarskoj proizvodnji u Vojvodini. *Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo* 40: 45-55
- Breustedt G (2003): Subventionen für landwirtschaftliche Einkommensversicherungen - Nützlich und notwendig? [Elektronski izvor]. [8 str] dostupno na adresi <http://www.uni-hohenheim.de/i410b/download/gewisola/papers/breustedt.pdf> (citirano 10.03.2003, verifikovano 06.07.2010). Proc 43. Jahrestagung der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues, Stuttgart, Deutschland
- Campbell S, Diebold F (2002): *Weather Forecasting for Weather Derivatives*. [Elektronski izvor]. [21 str] dostupno na adresi <http://www.ifk-cfs.de> (citirano 02.01.2004, verifikovano 08.07.2010). Wharton Financial Institutions Center, University of Pennsylvania, Philadelphia, USA
- Denčić S, Kobiljski B, Mladenov N, Pržulj N (2009): Proizvodnja, prinosi i potreba za pšenicom u svetu i kod nas. *Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo* 46: 367-377
- Hartung J (1998): *Statistik: Lehr- und Handbuch der angewandten Statistik*. Oldenbourg Verlag, München, 73-74
- Marinković B, Crnobarac J, Jaćimović G, Marinković D (2008): Tehnologija gajenja u funkciji optimalnog prinosa, prilagođena godini, nivju i hibridu/sorti. *Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo* 45: 159-178
- Marković T, Jovanović M (2011): Smanjenje rizika u proizvodnji pšenice primenom vremenske prodajne opcije. *Ratar. Povrt. / Field Veg. Crop Res.* 48 (rad u štampi)
- Mußhoff O, Odening M, Xu, W (2005): Zur Reduzierung niederschlagsbedingter Produktionsrisiken mit Wetterderivaten. In: *Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliche Fachgebiete der Landwirtschaftlich-Gärtnerischen Fakultät der Humboldt-Universität* 73, Working paper, 1-17
- Pejić B, Maksimović L, Milić S, Simić D, Miletaški B (2010): Effect of readily available water deficit in soil on maize yield and evapotranspiration. *Ratar. Povrt. / Field Veg. Crop Res.* 47: 115-121
- Schmitz B (2007): *Wetterderivate als Instrument im Risikomanagement landwirtschaftlicher Betriebe*. Doktorarbeit im wissenschaftlichen Studiengang Agrarwissenschaften an der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Bonn, Institut für Lebensmittel- und Ressourcenökonomik, Bonn, 67-68
- Vedenov D V, Barnett B J (2004): Efficiency of Weather Derivatives as Primary Crop Insurance Instruments. *J. Agric. Resour. Econom.* 29: 387-403

Influence of Rainfall on Wheat and Corn Yield as a Production-Related Basis Risk

Todor Marković · Milenko Jovanović

Faculty of Agriculture, University of Novi Sad,
Trg Dositeja Obradovića 8, 21000 Novi Sad, Serbia

Summary: In this paper the mutual interdependence of rainfall and yield of wheat and corn in Vojvodina in the period from 1975 to 2005 is analysed by applying the regression and correlation analysis. The results show that the amount of rainfall in April and May (wheat) and in the period from April to August (corn) has an important impact on yields height of these crops. If we want to use the weather derivatives, as new financial instruments in wheat and corn production, it is necessary to take this fact into account, since successful application of weather derivatives is based on reduction of the production-related basis risk that arises when there is a weaker correlation between weather parameters and yield of certain crops.

Key words: corn, production-related basis risk, rainfall, regression and correlation analysis, weather derivatives, wheat, yield