



UDK: 633.358

*Originalan naučni rad  
Original scientific paper*

## KOMBAJNI NOVE GENERACIJE U USLOVIMA UBIRANJA KUKURUZA

Milan Đević, Rajko Miodragović, Zoran Mileusnić

*Poljoprivredni fakultet - Beograd*

**Sadržaj:** Uvođenje savremenih kombajna nove generacije u tehnološki proces ubiranja poljoprivrednih kultura, sagledava se sa aspekta učinka, gubitka i kvaliteta ovršene mase. Cilj ispitivanja je analiza parametra i pokazatelja rada kombajna nove generacije u uslovima ubiranja kukuruza, na osnovu čega će se sagledati mogućnosti povećanja učinka, produktivnosti rada, i smanjenja utroška goriva po jedinici proizvoda.

Na osnovu ispitivanja utvrđene su vrednosti relevantnih parametara i pokazatelja:

- kod kombajna A- potrošnja goriva od 14,04 l/ha, odnosno 58,97 l/h pri učinku od 4,2 ha/h i prosečnoj brzini kretanja od 8,0 km/h.
- kod kombajna B- potrošnja goriva od 22,50 l/ha, odnosno 45,82 l/h pri učinku od 2,065 ha/h i prosečnoj brzini kretanja od 6,4 km/h.

Stepen iskorišćenja oba kombajna iznosi 0,7, s tim da bi se vrednost ovog stepena mogla znatno povećati sa boljom usaglašenosti režima i uslova rada.

**Ključne reči:** kombajni nove generacije, kukuruz, brzina, energija, gubici, učinak.

### UVOD

Značaj pri ubiranju ratarskih kultura je da traje kratko. Period u kome je plod biljke u stanju povoljnom za ubiranje je pet do petnaest dana. Na osnovu ovoga podatka dolazimo do zaključka da proces ubiranja kultura treba da traje vrlo kratko tj. savladati ga u što kraćem vremenskom periodu [5]. Ovo je naročito izraženo kod ubiranja strnih kultura, kod kojih su gubici usled osipanja, pada hektolitarske težine (kao posledice vlage od jutarnjih rosa i eventualne kiše), te otežanog ubiranja usled polegnuća i prorastanja korova, rastu eksponencionalno posle petog ili desetog dana nakon pune tehnološke zrelosti pojedinih kultura.

Žitni kombajni kao i ostale vrste poljoprivrednih mašina imaju svoj potencijalni kapacitet koji u uslovima eksploatacije treba maksimalno iskoristiti da bi troškovi rada bili što niži [6]. To će se postići uz povećanje učinka kombajna uz istovremeno smanjenje potrošnje goriva.

Svrha ispitivanja je analiza parametara i pokazatelja rada žitnih kombajna u uslovima ubiranja kukuruza [3, 4] da bi se na osnovu toga sagledale mogućnosti optimizacije rada kombajna, kako u samom ubiranju, tako i u organizaciji rada pri održavanju i servisiranju mašina i edukaciji ljudi koji direktno ili indirektno učestvuju u procesu žetve, a sve sa ciljem povećanja produktivnosti rada kombajna i smanjenja utroška goriva.

### MATERIJAL I METOD RADA

Ispitivanjima su obuhvaćen dva savremeni žitna kombajna A i B u ubiranju kukuruza sa osnovnim tehničkim karakteristikama (tabela 1).

Tab. 1. Tehničke karakteristike kombajna A i B

Kombajn A	Kombajn B
<b>Adapter:</b> 6-redi, MF 1216 <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ zahvat 4,2 m sa sečkom</li> <li>▪ privodni lanci - dužina lanca 1216 mm               <ul style="list-style-type: none"> <li>- broj članaka 38</li> <li>- korak članka 32 mm</li> </ul> </li> <li>▪ linearna brzina - 3,81 km/h</li> <li>▪ otkidački valjci - 285 min<sup>-1</sup></li> <li>▪ sečka - 1800 min<sup>-1</sup></li> <li>▪ Motor SISU snage 198 kW</li> </ul>	<b>Adapter:</b> 6-redi, Conspeed 6 -70 FC <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ zahvat 4,3 m sa sečkom</li> <li>▪ zahvat 4,1 m bez sečke</li> <li>▪ privodni lanci - dužina lanca 1216 mm               <ul style="list-style-type: none"> <li>- broj članaka 38</li> <li>- korak članka 32 mm</li> </ul> </li> <li>▪ linearna brzina - 3,81 km/h</li> <li>▪ otkidački valjci - 285 min<sup>-1</sup></li> <li>▪ sečka - 1800 min<sup>-1</sup></li> <li>▪ Motor Cummins snage 220 kW</li> </ul>

Ispitivanja kombajna A izvršeno je 27.10.2004. godine na Kombinat Mitrosrem Sremska Mitrovica.. Testiranja su obavljena na radnoj jedinici Divoš, parceli broj 3.

Ispitivanje kombajna B izvršeno je od 07.10. do 17.10.2004. godine na Kombinat PKB - Padinska Skela. Testiranja su obavljena na radnoj jedinici "Lepušnica" (parcela br. 59) na kombajnu broj 111.

Sva testiranja izvršena su prema programu rada Instituta za poljoprivrednu tehniku - Poljoprivrednog fakulteta u Beogradu.

U toku ispitivanja registrovani su spoljni činioci koji direktno utiču na proces rada i u toku ispitivanja manifestovali su se u sledećem intenzitetu:

Temperatura u toku ispitivanja kretala se od 5 °C (u jutarnjim časovima) do 20°C u toku dana, pri vlažnosti vazduha od 50%. Karakteristike useva su sledeće (tabela 2):

Tab. 2. Karakteristike useva

Kombajn A	Kombajn B
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ sorta kukuruza – R-57 (hibrid - Pionir)</li> <li>▪ visina stabljike – 200 cm</li> <li>▪ visina do klipa – 75 cm</li> <li>▪ sklop biljaka – 57.000</li> <li>▪ međuredno rastojanje – 70 cm</li> <li>▪ rastojanje u redu - 25 cm</li> <li>▪ prinos – 10,83 t/ha</li> <li>▪ vlažnost zrna – 26%</li> <li>▪ apsolutna težina – 377,8 g</li> <li>▪ odnos neokomušani klip: stabljika - 1 : 1,2</li> <li>▪ odnos zrno : kočanka : komušina - 1:0,13:0,04</li> <li>▪ stanje useva – uspravan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ sorta kukuruza - SK 677</li> <li>▪ visina stabljike - 200 cm</li> <li>▪ visina do klipa - 75 cm</li> <li>▪ sklop biljaka - 57.000</li> <li>▪ međuredno rastojanje - 70 cm</li> <li>▪ rastojanje u redu - 20-25 cm</li> <li>▪ prinos - 8,3 t/ha</li> <li>▪ vlažnost zrna - 17%</li> <li>▪ apsolutna težina - 366,8 g</li> <li>▪ odnos neokomušani klip : stabljika - 1 : 1,2</li> <li>▪ odnos zrno : kočanka : komušina - 1:0,15:0,06</li> <li>▪ stanje useva - uspravan</li> </ul>

Praćenje kombajna je vršeno od ranih jutarnjih časova, od trenutka početka svakodnevnog tehničkog održavanja tj. pripreme kombajna za žetvu, pa sve do ponovnog prestanka rada tj. povratka u ekonomsko dvorište ili mesto za parkiranje.

Ispitivanjima je obuhvaćeno praćenje sledećih parametara:

- Brzina kretanja na stazi od 30 m;
- Učinak kombajna;
- Potrošnja goriva;
- Širina zahvata kombajna (hedera);
- Visina reza, odnosno visina stabljika nakon prohoda kombajna;
- Masa zrna sakupljena u koš prikolice na putu od 30 m (protok);
- Masa stabljike i zrna uhvaćenog na mernom platnu (gubici).

U ispitivanjima je korišćeno: štoperica, merna traka, trasirke, merno platno, platneno crevo, koš, vaga i drugo.

Pre samog ispitivanja bilo je potrebno izvršiti pripremu kombajna. Na zadnjoj strani kombajna postavlja se merno platno na koje se sakupljaju stabljike zajedno sa komušinom i eventualnim gubicima zrna. Na istovarnoj spirali postavlja se platneno crevo pomoću koga se usmerava zrno u koš, a na osnovu koga se meri protok mase [2].

## REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Ispitivanje kombajna A izvršeno je od 20.10.2004. do 27.10.2004. godine na Kombinat Mitrosrem Sremska Mitrovica. Eksploataciona ispitivanja kombajna B izvršen je na parcelama PKB-A RJ "Lepušnica" u Lepušnici u vremenu od 13-17.10.2003. godine.

Gubici vršalice su u direktnoj zavisnosti od brzine kretanja i predstavljeni su u tabelama 3. i 4. Regulacija koju je propisao proizvođač pokazala se kao najoptimalnija, ali zato gubici nisu u korelaciji sa brzinom kretanja i ugrađenim 6-redim adapterima. Neusaglašeni rad adaptera sa osnovnom mašinom u direktnoj je zavisnosti na stepen povećanja gubitaka, kao i nemogućnost ostvarenja kapaciteta, što direktno utiče na optimalni rad kombajna. Iz ovoga proizilazi da je opterećenost osnovne mašine zastupljena sa 69,44% od svojih nominalnih mogućnosti. Deklaraciju koju smo dali kod kapaciteta ostaje kao merodavna, kao i za visinu do 1% ukupnih gubitaka.

Na samim kombajnama registrovani gubici su zanemarljivi, obzirom da kombajni nisu bili optimalno opterećeni.

Ponašanje adaptera u poleglom usevu nije poznato, a obzirom da nismo imali takve uslove, ocenu po ovom pitanju ne možemo dati.

Analizom I klase iz bunkera, utvrđeno je da je čistoća rada vrlo dobra. Nisu registrovane velike primese. Sa regulacijom koja je ostvarena procenat loma zrna je 6,3 %. Posledica ovakvog rada je velika vlažnost zrna (26%), tj. smanjeni zazori na ulazu i izlazu vršalice zbog boljeg izvršaja pri ovoj vlažnosti. Rezultati kvaliteta rada predstavljeni su u tabelama 5. i 6.

Pri većim brzinama uočeno je povećanje primesa u bunkeru, što ukazuje da kombajni uvlači veću količinu stabljike koju im dostavljaju 6-redi adapter, što utiče na čistoću rada. Kvalitet izvršaja, koji određuje procenat loma koćanke, ukazuje na izuzetan izvršaj i dobru podešenost kombajna. Činjenica da uopšte nema frakcije izdrobljene koćanke to potvrđuje, što se vidi iz tabele 5 i 6.

Tab. 3. Tehnologija rada kombajna A (kukuruz R-57)

Red. broj	Sorta kukuruza	Prinos (t/ha)	Brzina kretanja (km/h)	Protok zrna (kg/s)	Protok mase (kg/s)	Regulacija					Gubici adaptera %			Gubici vršalice slobodno zрно %	Ukupni gubici %
						Bubanj (o/min)	Zazor (mm)	Ventil. (o/min)	Otvor. sita 0-20	Slobodno zрно	Opali klipovi	Ukupno			
1.	R-57	10,83	6,4	8,2	10,14	500	26	1020	12/8	-	-	0,00	0,01	0,01	0,01
2.	"	"	7,0	8,85	11,05	500	"	"	"	-	-	0,00	0,08	0,08	0,08
3.	"	"	7,50	9,5	11,83	500	"	1050	14/10	-	2	0,40	0,32	0,32	0,72

Tab. 4. Tehnologija rada kombajna B (kukuruz SK-677)

Red. broj	Sorta kukuruza	Prinos (t/ha)	Brzina kretanja (km/h)	Protok zrna (kg/s)	Protok mase (kg/s)	Regulacija					Gubici adaptera %			Gubici vršalice slobodno zрно %	Ukupni gubici Total %
						Bubanj (o/min)	Zazor (mm)	Ventil. (o/min)	Otvor. sita 0-20	Slobodno zрно	Opali klipovi	Ukupno			
1.	SK 677	8,30	6,62	5,98	7,91	500	26	1100	12/8	-	-	0,00	0,01	0,01	0,01
2.	"	"	6,55	6,00	8,00	500	"	"	"	-	-	0,00	0,01	0,01	0,01
3.	"	"	9,25	8,74	11,57	500	"	1100	14/10	-	2	0,70	0,02	0,02	0,72
4.	"	"	8,72	10,00	12,41	500	"	"	"	-	1	0,29	0,01	0,01	0,30
5.	"	"	10,96	10,35	11,75	450	"	1000	12/8	-	1	0,35	0,02	0,02	0,37
6.	"	"	10,36	10,79	12,20	450	"	1100	13/8	-	1	0,32	0,02	0,02	0,34
7.	"	"	10,11	8,43	10,56	450	"	"	"	-	1	0,40	0,01	0,01	0,41
8.	"	"	11,60	-	18,25	450	"	1100	13/8	-	6	2,13	-	-	2,13
9.	"	"	11,80	-	18,10	450	"	"	"	-	7	2,49	-	-	2,49

Tab. 5. Kvalitet rada kombajna A

Broj prohoda	Bubanj (min <sup>-1</sup> )	Brzina (km/h)	Kvalitet rada (%)			Lom koćanke (%)			
			Celo zrno	Pol. zrno	Primeše	Cela	1/2	1/3	Izd. k.
1	500	6.40	93.84	5.8	0.36	71	20	9	0
2	500	7.00	92.25	6.3	0.45	68	22	10	0
3	500	7.55	92.65	6.8	0.55	65	30	5	0

Tab. 6. Kvalitet rada kombajna B

Broj prohoda	Bubanj (min <sup>-1</sup> )	Brzina (km/h)	Kvalitet rada (%)			Lom koćanke (%)			
			Celo zrno	Pol. zrno	Primeše	Cela	1/2	1/3	Izd. k.
1	500	6.62	86.17	13.47	0.36	91	6	3	0
2	500	6.55				91	5	4	0
3	500	9.25	85.82	12.95	1.23	86	8	6	0
4	500	8.72				88	7	5	0
5	450	10.96	91.76	6.83	1.41	97	3	0	0
6	450	10.36	93.41	6.30	0.29	96	4	0	0
7	450	10.11				95	5	0	0

Na osnovu izvršenih testiranja, 6-redi adapteri koji su bili agregatirani sa kombajnama A i B, pokazali su i neke nedostatke. Sa povećanjem brzine kretanja > 8 km/h, dolazi do velikih gubitaka u frakciji opali klip, pogotovo na bočnim sekcijama 1 i 6, što predstavlja ograničavajući faktor uspešnog rada cele mašine, kako po pitanju kapaciteta, tako i po pitanju ukupnih gubitaka

Učinkak kombajna A i B tabelarno je predstavljen kao i režimi rada koji su ostvareni. Ovi rezultati predstavljeni su u tabelama 7 i 8.

Tab. 7. Evidencija rada kombajna A

Datum	Radno vreme	Površina	Žetvena količina	Vlaga	Gorivo	Presek			
	h	ha	t	%	lit.	ha/h	t/h	t/ha	lit/ha
27.10	6.97	12.75	138.13	26.00	318.75	1.83	19.80	10.83	25.00
27.10	6.97	16.03	173.61	26.00	320.06	2.30	24.09	10.83	20.00

Tab. 8. Evidencija rada kombajna B

Datum	Radno vreme	Površina	Žetvena količina	Vlaga	Gorivo	Presek			
	h	ha	t	%	lit.	ha/h	t/h	t/ha	lit/ha
13.10	6.97	30.283	180.71	20.3	389.0	4.35	25.94	5.97	12.85
15.10	5.02	18.011	131.68	16.9	281.0	3.59	26.25	7.31	15.60
16.10	5.58	23.020	153.96	16.6	315.0	4.12	27.57	6.69	13.68
Suma	17.57	71.314	466.35		985	4.02	26.58	6.66	14.04

## ZAKLJUČAK

Na osnovu svega iznetog kombajna A i B u berbi kukuruza 2004. godine ostvarili su sledeće rezultate:

1. a) **Optimalni kapacitet kombajna A** sa tolerantnim gubitkom do **1%**, može se deklarirati na **8,2 kg/sec mase**, pri brzini kretanja od **6,4 km/h**.

b) **Optimalni kapacitet kombajna B** sa tolerantnim gubitkom do **1%**, može se deklarirati na **12,5 kg/sec mase**, pri brzini kretanja od **8 km/h**.

2. a) **Maximalni kapacitet kombajna A** sa tolerantnim gubitkom do **1%**, može se deklarirati na **9,5 kg/sec mase**, pri brzini kretanja od **7,5 km/h**.

b) **Maximalni kapacitet kombajna B** sa tolerantnim gubitkom do **1%**, može se deklarirati na **14 kg/sec mase**, pri brzini kretanja od **10 km/h**.

3. **Parametri koji ograničavaju kapacitet kombajna u odnosu na gubitke:**

- propusna moć adaptera
- prinos
- vlažnost zrna

4. **Gubici hedera** su zanemarljivi,

5. **Kvalitet rada** je na gornjoj granici dozvoljenog (6% loma zrna), pri čemu se lom zrna može smanjiti povećanjem zazora podbubnja na 28-30 mm, zavisno od vlažnosti useva.

6. **Kvalitet ovršene mase** je dobar, što je posledica dobre separacijom, na koje ukazuje procenat izlomljene koćanke.

7. **Pražnjenje bunkera** je efikasno, mlaznica žita je puna i konstantnog toka.

8. a) **Učinkak kombajna A** od 2,065 ha na sat je relativno mali, može se povećati boljom organizacijom rada (transport usko grlo) na oko 2,3 ha/h uz tolerantne gubitak od 0,5-1 %.

b) **Učinkak kombajna B** od 4.02 ha na sat je relativno mali, što je uslovljeno ograničenim kretanjem i limitiranim procentom gubitaka od 1 %.

9. a) **Potrošnja goriva kombajna A** od 22,50 l/h je zadovoljavajuća, što je u korelaciji sa opterećenošću rada radnih organa i efektima učinka i sa korekcijom učinka može se smanjiti na nivo od 20 l/ha.

b) **Potrošnja goriva kombajna B** od 14.04 lit/h je izuzetno mala, što je u korelaciji sa opterećenošću rada radnih organa i efektima učinka

10. **Rad kompjutera**, korektan, tj nisu primećene razlike u dobijenim eksploatacionim parametrima merenja i parametrima kompjutera.

## LITERATURA

- [1] Đević, M. (2002): Izveštaj o eksploatacionom ispitivanju kombajna Claas Lexion 450, Beograd.
- [2] Đević, M., Miodragović R. (2004): Contemporary Combine Harvesters in Grain Harvesting, Fifth International Scientific - Practical Conference "Present-Day Problems of Agricultural Mechanics", Vinnytsia, Ukraine.
- [3] Đević, M., Novaković, D., Miodragović, R., Mileusnić, Z. (2002): Savremeni žitni kombajni u uslovima PKB-a, Poljoprivredna tehnika br. 1/2, str. 29-36, Beograd.
- [4] Lazić, V., Manojlović, V. (1991): Efektivnost sistema za žetvu pšenice, Savremena poljoprivredna tehnika, Novi Sad, br. 3, 116-121.

- [5] Lazić, V., Turan, J. (1999): Rad žitnih kombajna na seljačkim gazdinstvima, Savremena poljoprivredna tehnika, Novi Sad, br. 3, 127-134.
- [6] Miodragović, R., Đević, M. (2004): Contemporary Combine Harvesters in Corn Harvesting VI International Symposium "Young People and Multidisciplinary Research", Temisoara, Romania.
- [7] Tešić, M., Martinov M. (1996): Žitni kombajni - noviteti i tendencije razvoja, Savremena poljoprivredna tehnika, Vojvodansko društvo za poljoprivrednu tehniku, Novi Sad, 61-70.

**Napomena:** Rezultati istraživačkog rada nastali su po projektu koje finansira Ministarstvo za nauku, tehnologiju i razvoj R. Srbije - "Optimalna tehnološko tehnička rešenja za tržišno orijentisanu biljnu proizvodnju", ev. br. TP.6918.A, od 1.04.2005.

## NEW GENERATION HARVESTERS IN CORN HARVESTING

**Đević Milan, Miodragović Rajko, Mileusnić Zoran**

*Faculty of Agriculture - Belgrade*

**Abstract:** Introduction of new generation harvesters is analyzed through efficiency, losses and quality of harvested crop. Purpose of the investigation is analysis of new generation harvesters working parameters in corn harvesting. On this base will be defined possibilities of improvement of efficiency and productivity, as well as decrement of fuel consumption.

Results of investigation have shown the following parameters:

- at harvester A – fuel consumption was 14.04 l/ha, or 58.97 l/h, with the efficiency of 4.2 ha/h and average working speed of 8.0 km/h.
- at harvester B – fuel consumption was 22.50 l/ha, or 45.82 l/h, with the efficiency of 2.065 ha/h and average working speed of 6.4 km/h.

Efficiency coefficient of the harvester is 0.7, but it can be significantly increased with better harmonizing of working regime and working conditions.

**Key words:** *modern wheat combine harvesters, speed, energy, losses, performance.*