

# Simulacija sjetve sijačice MaterMacc Twin Row-2 na ispitnom stolu

---

**Kovačević, Marko**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2020**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:*

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek /  
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:096138>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-17**



Sveučilište Josipa Jurja  
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet  
agrobiotehničkih  
znanosti Osijek**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical  
Sciences Osijek - Repository of the Faculty of  
Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Marko Kovačević

Diplomski studij Mehanizacija

**SIMULACIJA SJETVE SIJAČICE MATERMACC TWIN ROW – 2  
NA ISPITNOM STOLU  
Diplomski rad**

Osijek, 2020.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Marko Kovačević

Diplomski studij Mehanizacija

**SIMULACIJA SJETVE SIJAČICE MATERMACC TWIN ROW – 2 NA ISPITNOM  
STOLU**  
**Diplomski rad**

Osijek, 2020.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Marko Kovačević

Diplomski studij Mehanizacija

**SIMULACIJA SJETVE SIJAČICE MATERMACC TWIN ROW – 2 NA ISPITNOM  
STOLU**  
**Diplomski rad**

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. doc.dr.sc. Vjekoslav Tadić, predsjednik
2. prof.dr.sc. Đuro Banaj, mentor
3. prof.dr.sc. Dražen Horvat, član

**Osijek, 2020.**

## SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. PREGLED LITERATURE .....	3
3. MATERIJAL I METODE.....	6
3.1. Hibrid kukuruza Os 4014 .....	6
3.2. Sijačica MaterMacc Twin Row-2.....	8
3.3. Istraživanja u laboratorijskim uvjetima rada .....	10
4. REZULTATI RADA.....	15
4.1. Rezultati utvrđivanja oblika korištenog sjemena hibrida Os 4014.....	15
4.2.1. Ispitivanje razmaka zrna ostvarenog u sjetvi primjenom krupno okrugle frakcije (KO) Os 4014 hibrida .....	17
4.2.2. Ispitivanje razmaka zrna ostvarenog u sjetvi primjenom krupno plosnate frakcije (KP) Os 4014 hibrida.....	20
4.2.3. Ispitivanje razmaka zrna ostvarenog u sjetvi primjenom sitno okrugle frakcije (SO) hibrida Os 4014 .....	22
4.2.4. Ispitivanje razmaka zrna ostvarenog u sjetvi primjenom sitno plosnate frakcije (SP) hibrida Os 4014 .....	24
4.2. Ispitivanje ostvarenih razmaka zrna pri sjetvi Os 4014 hibrida .....	26
4.2.5. Standardna devijacija kao pokazatelj odstupanja razmaka zrna ostvarenog u sjetvi hibrida Os 4014 .....	26
4.2.6. Postotni udio zabilježenih razmaka u sjetvi s obzirom na brzinu gibanja sijačice i radnog omjera pogonskog kotača i sjetvene ploče .....	27
5. RASPRAVA.....	30
6. ZAKLJUČAK .....	32
7. POPIS LITERATURE .....	34
8. SAŽETAK.....	36
9. SUMMARY .....	37
10. POPIS TABLICA.....	38
11. POPIS SLIKA .....	39

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

BASIC DOCUMENTATION CARD

## 1. UVOD

Kukuruz ubrajamo u najvažnije poljoprivredne kulture današnjice. Kolika je važnost kukuruza u svjetskim razmjerima vidi se po ukupnoj površini na kojoj se proizvodi (Banaj, A., 2020). Svjetska proizvodnja kukuruza u 2017. godini je obavljena na oko 181 milijun hektara, a ukupna proizvodnja iznosila je oko 1 134 milijuna tona (*FAOSTAT*-a, 2019.). Najveći proizvođači kukuruza su SAD, Kina, Brazil i Argentina. U Svijetu se bilježe prinosi suhog zrna od 25 t ha<sup>-1</sup>, dok su u RH, u pojedinim godinama, prinosi zrna i do 19 t ha<sup>-1</sup>. Veliki potencijal je prisutan u industriji škroba, etanola i bezalkoholnih pića. Kukuruz ima vrlo veliko područje uzgoja i različite duljine vegetacije, uspijeva čak i na lošijem tlu te u lošijim klimatskim uvjetima. Uzgaja se na širokom području od 55° sjeverne širine do 40° južne širine, pa se tako u Južnoj Americi uzgaja na 4 000 metara nadmorske visine u područjima s vrlo malo i s vrlo puno vode, točnije u vrlo različitim klimatskim i zemljišnim uvjetima. Nakon pšenice i riže, kukuruz je treća svjetska kultura po zasijanim površinama. Od svih žitarica najveći potencijal ima kukuruz. Primjena kukuruza u hranidbi stoke je široka (silaza, zrno) kao i u ljudskoj ishrani u izvornom stanju i u obliku prerađevine. Za oko tisuću različitih industrijskih proizvoda (različiti prehrambeni proizvodi, škrob, alkohol, ulje, dječja hrana, farmaceutska i kozmetička sredstva, tekstilni proizvodi i dr.) kukuruz je sirovinska osnova. Finalizacija prerade kukuruza u Hrvatskoj je na niskoj razini te se kod nas kukuruz još uvijek primarno koristi kao stočna hrana. (Kovačević i Rastija, 2014.) Za razliku od ostalih žitarica, kukuruz je tolerantan na uzgoj u monokulturi, ali se ipak preporučuje uzgoj u plodoredu jer monokultura kukuruza izaziva degradaciju plodnosti tla, intenzivira pojavu bolesti i štetočina, jednostrano iscrpljuje zalihe ishrane, sužava plodored i štetno utječe na druge kulture koje zahtijevaju široki plodored. Uzgoj u monokulturi treba izbjegavati na područjima na kojima je raširena kukuruzna zlatica te na parcelama na kojima postoji mogućnost širenja nekih trajnih korova, poput divljeg sirka (Kovačević i Rastija, 2014.). Prema podacima *FAOSTAT*-a, Hrvatska zauzima 48. mjesto u proizvodnji kukuruza. (Banaj, A., 2020). U razdoblju od 2010. do 2017. godine ukupne površine pod poljoprivrednom proizvodnjom u RH povećane su za 12 %. Proizvodnja kukuruza za zrno na prostorima RH u 2018. obavljena je na površini od 235 352 ha s ukupnom proizvodnjom od 2 147 275 t. Proizvodnja je obavljena na 12 000 ha manje u odnosu na godinu ranije, kako pokazuju podaci *Državnog zavoda za statistiku* (2019.), a proizvedeno je 9,1 t suhog zrna po ha<sup>-1</sup> ili gotovo 600 000 t više u odnosu na prinos od 6,3 t u 2017. godini.

Sjetva kukuruza na našem prostoru obavlja se na razmak redova od 70 i 75 cm. U novije vrijeme provode se znanstvena istraživanja sjetve kukuruza u udvojene redove, poznate u svijetu kao Twin Row tehnologija. Ovisno o proizvođačima sijačica udvojeni redovi zasijavaju se na razmak od 20, 22 ili 25 cm, a središnji razmak susjednih udvojenih redova iznosi 70 ili 75 cm tako da se berba može obaviti sa standardnim beračima za kukuruz. Ova tehnologija sjetve omogućava bolje iskorištenje tla, sunčeve svjetlosti i u većini pokusa doprinosi ostvarenju jednakog ili većeg prinosa po hektaru. Razmaci biljaka u sjetvi kod udvojenih redova značajno je veći jer se ovom tehnologijom zasijava 284 reda po ha. (Banaj i sur., 2017.) Sjetvom u udvojene redove u takozvani „cik-cak“ raspored zrna omogućava se povećanje gustoće sadnje, minimizirajući konkurenciju korijena i omogućavajući korištenje standardnih poljoprivrednih strojeva. Međuredna obrada tla koja je sastavni dio standardne tehnologije uzgoja može se i ovdje primijeniti ali je potrebno podesiti razmak kultivatorskih sekcija kao i razmak kotača traktora.

## 2. PREGLED LITERATURE

Važnost pripreme i podešavanja sijačice prije sjetve u današnjim uvjetima proizvodnje predstavlja jedan od važnijih čimbenika u ukupnoj proizvodnji kukuruza. Pozornost treba posvetiti sustavu za izuzimanje sjemenki koji se mora prilagoditi za sjetvu određenih veličina (mala, srednja i velika) te oblika sjemena (ravan ili okrugao). Mnogi čimbenici utječu na razmak sjemena pri sjetvi, uključujući tip sustava za izuzimanje, njegov položaj u odnosu na tlo te transport sjemenki do brazdice. Nakon odabira hibrida i podešavanja prijenosnog odnosa, treba pristupiti podešavanju skidača sjemena s obzirom na oblik i veličinu zrna. Podešeni skidač sjemena s obzirom na oblik zrna osigurava kvalitetnu sjetvu, a u protivnom dolazi do pojave praznog prostora unutar reda, bez sjemena ili do pojave nakupine sjemena (2-3 zrna) na istome mjestu sjetve koji onemogućava optimalan rast i razvoj biljaka radi pomanjkanja vegetacijskog prostora. Temeljem proučavanja problematike duplih sjemenki na otvoru sjetvene ploče, kao i praznih mjesta, velik broj istraživanja (Schrödl 1993.; Berus 2010.) navode da postotak praznih mjesta ili udvojenih sjemenki mora biti manji od 5 %, a ako je veći od ove vrijednosti, sijačicu treba ponovno podesiti. Primjena sjetve u udvojene redove dolazi najčešće u uvjetima smanjenja oraničnih površina i težnje povećanja proizvodnje zrna ili silaže po ha<sup>-1</sup>. Važnost primjene tehnologije u udvojene redove može se vidjeti po objavljenim radovima i studijama većeg broja znanstvenih djelatnika. Twin Row sjetva potaknula je mnoge rasprave i pitanja o ostvarenju optimalnog zrna u sjetvi kao i razmaka redova kukuruza. U istraživanju provedenom na područjima „CornBelt-a“ (McGrath i sur., 2006.) 90-ih godina prošloga stoljeća navode značajne prednosti prinosa zrna ha<sup>-1</sup> kod sužavanja redova kukuruza u sjetvi s 95 na 75 cm. Također prema njihovim navodima sjetva s Twin Row sijačicom polučila je veće rezultate prinosa u odnosu na sjetvu u standardne redove širine 75 cm. Jedna od prednosti udvojenog reda, kako navode isti autori, je ta što nisu potrebne veće preinake na hederima za berbu ili preinake kod tehničkih sustava za zaštitu bilja prilikom rada kod standardnog razmaka sjetve redova od 75 cm. Ostale prednosti potencije su bolji položaj sjemena, precizniji razmak biljaka i veća iskorištenost sunčeve svjetlosti. U regiji Istočnog Sredozemlja u Turskoj, tijekom 2003. i 2004. godine (Yilmaz i sur., 2008) navodi rezultate istraživanja utjecaja gustoće sjetve na prinose hibrida kukuruza s obzirom na stočnu ishranu te proizvodnje kukuruza u zrnju kg ha<sup>-1</sup>. Osim standardne sjetve na 75 cm pokusi su bili postavljeni u Twin Row tehnologiji te na razmak redova od 50 cm. Na prinos kukuruza značajno su utjecali uzorci sadnje, gustoća biljaka i izbor hibrida kukuruza. Rezultati su ukazali na prednost Twin Row sjetve nad standardnim i suženim redom sadnje kod svih gustoća biljaka. Prinosi zrna kg ha<sup>-1</sup> kod Twin Row sjetve bili su veći u



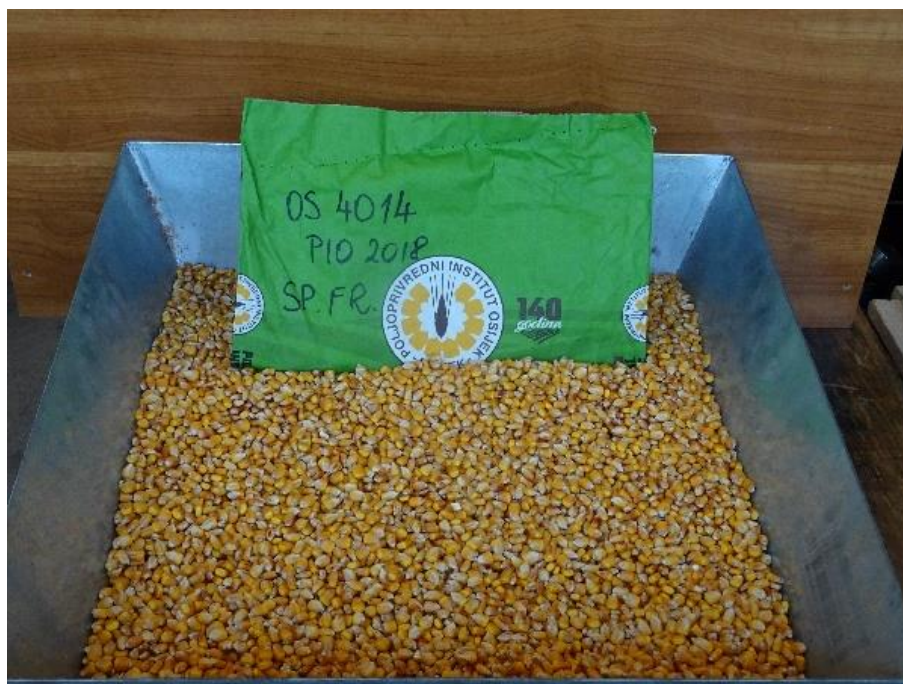
odnosu na standardnu sjetve za 16 % te veći u odnosu na suženu sjetvu za 7,9 %. Isti autor navodi da primjena Twin Row sjetve za proizvođače kukuruza za stočnu ishranu može biti značajno profitabilna tehnika u proizvodnji kukuruza. Prema dvogodišnjem istraživanju u Virginiji navodi Jones, (2018.). rast i razvoj kukuruza, kod standardne sjetve bio je niži rastom nego kukuruz posijan Twin Row sjetvom. Također je pri berbi Twin Row zasijanog kukuruza sadržaj suhe tvari iznosio 38,7%, dok je kukuruz iz standardne sjetve imao 40,5% suhe tvari. Prinos zrna  $\text{kg ha}^{-1}$  utvrđen kod Twin Row tehnologije bio je veći za 12,56 %. Eksperimentalna primjena Twin Row tehnologije u RH započinje 2015. godine sjetvom nekoliko hibrida u okolici Križevaca. Na području Istočne Slavonije u Starim Jankovcima 2016. godine navodi Cerovčec Đ., (2016.) da je Agrobiotehnički fakultet Osijek s djelatnicima Ministarstva Poljoprivrede zasijao kukuruz tehnologijom u udvojene redove te standardnim načinom sjetve s međurednim razmakom od 70 cm. Standardna sjetva obavljena je s osmorednom „Kuhn“ Maxima 2 R podtlačnom pneumatskom sijačicom, a sjetva u udvojene redove s MaterMacc Twin Row -2 podtlačnom pneumatskom sijačicom (MS Twin 8230). Sjetva je obavljena primjenom Pioneer hibrida P0023 i P0412. Isto tako na proizvodnim površinama OPG Jasna Puhar, Đelekovec (Banaj i sur., 2018.) provedena su istraživanja te su prikazani rezultati prinosa zrna primjenom standardne i sjetve kukuruza u Twin Row tehnologiji. Za sjetvu kukuruza u standardne redove na razmak od 70 cm korištena je *Gaspardo SP4*, a za sjetvu u udvojene redove korištena je *MaterMacc Twin Row-2* sijačica. Prinos zrna kod hibrida P0023 u standardnoj sjetvi iznosio je  $12882 \text{ kg ha}^{-1}$  sa standardnom devijacijom od 631,012 i koeficijentom varijacije od 4,90 %. Prinos zrna kod hibrida kukuruza P0023 u sjetvi Twin Row tehnologiji iznosio je  $13477 \text{ kg ha}^{-1}$  ili 4,62% više u odnosu na standardnu sjetvu. U standardnoj sjetvi prinos hibrida P0412 iznosio je  $12605 \text{ kg ha}^{-1}$  sa standardnom devijacijom od 760,952 i koeficijentom varijacije od 6,04%. Prinos hibrida P0412 u sjetvi u udvojene redove iznosio je  $13339 \text{ kg ha}^{-1}$  ili 5,83 % više u odnosu na standardnu sjetvu. Na području Brodsko-posavske županije na lokalitetu OPG-a Vračić u Lužanima provedena je sjetva kukuruza s PSK4 sijačicom za standardnu sjetvu na razmak redova od 70 cm te MaterMacc Twin Row-2 sijačica za udvojenju sjetvu s razmakom od 22 cm (između biljaka u udvojenom redu) i 48 cm (između dva udvojena reda). Standardna sjetva za hibrid DKC 4555 provedena je na planirani sklop od  $64253 \text{ biljaka ha}^{-1}$ . Prinos ovog hibrida u standardnoj sjetvi bio je  $9126,66 \text{ kg ha}^{-1}$ . Prinos ostvaren Twin Row sjetve iznosio je  $10464,42 \text{ kg ha}^{-1}$  ili 12,78% više nego kod standardne sjetve. Planirani sklop za Twin Row sjetvu iznosio je  $65679 \text{ biljaka ha}^{-1}$ , a sklop od  $61845 \text{ biljaka ha}^{-1}$  procijenjen je nakon nicanja. Standardna sjetva za Chapalu RWA hibrid provedena je na planirani sklop od  $64253 \text{ biljaka ha}^{-1}$ . Procijenjeni sklop nakon nicanja iznosio je  $57865$

biljaka  $\text{ha}^{-1}$ , a prinos zrna je iznosio  $12\,174\text{ kg ha}^{-1}$ . Prinos Twin Row sjetvom iznosio je  $13\,344\text{ kg ha}^{-1}$  ili  $8,76\%$  više nego kod standardne sjetve. Na pokušalištu Tenja, Banaj i sur. (2019.) proveli su istraživanja o prinosu zrna kukuruza primjenom standardne i sjetve kukuruza s Twin Row sijačicom. Za sjetvu u standardne redove na razmak od  $70\text{ cm}$  korištena je *PSK4 OLT* sijačica, a za sjetvu u udvojene redove korištena je *MaterMacc Twin Row-2* sijačica. Prinos zrna kod hibrida Chapalu u standardnoj sjetvi iznosio je  $13\,731\text{ kg ha}^{-1}$  sa standardnom devijacijom od  $767,011$  i koeficijentom varijacije od  $5,59\%$ . Prinos zrna u sjetvi Twin Row tehnologijom iznosio je  $14.501\text{ kg ha}^{-1}$  ili  $5,61\%$  više u odnosu na standardnu sjetvu. U standardnoj sjetvi prinos hibrida Ferarixx iznosio je  $13.516\text{ kg ha}^{-1}$  sa standardnom devijacijom od  $611,0$  i koeficijentom varijacije od  $4,52\%$ . Prinos istog hibrida u sjetvi u udvojene redove iznosio je  $14\,570\text{ kg ha}^{-1}$  ili  $7,79\%$  više u odnosu na standardnu sjetvu. Također, Banaj i sur. (2019.) prikazuju rezultate prinosa zrna ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) pri standardnoj sjetvi hibrida kukuruza i sjetvi u udvojene redove. Na standardni sustav sjetve s razmakom redova od  $70\text{ cm}$  sjetvom i sjetvom u udvojene redove s razmakom od  $22\text{ cm}$  posijano je pet hibrida FAO grupa dozrijevanja. U Twin Row sjetvi hibrid  $H_1$  ostvario je  $3,77\text{-}9,66\%$  više od standardne sjetve. Hibrid  $H_2$  sjetvom u udvojene redove ostvario je veći prinos zrna za  $3,45\text{-}9,95\%$ . Najveća razlika u prinosu zrna između sustava sjetve utvrđena je 2018. godine kod hibrida  $H_4$ . Kod hibrida  $H_5$  utvrđene su najmanje razlike u prinosu zrna s obzirom na sustav sjetve, pa je u 2018. godina sjetva u trake ostvarila manji prinos za  $0,59\%$  s obzirom na standardnu sjetvu.

### 3. MATERIJAL I METODE

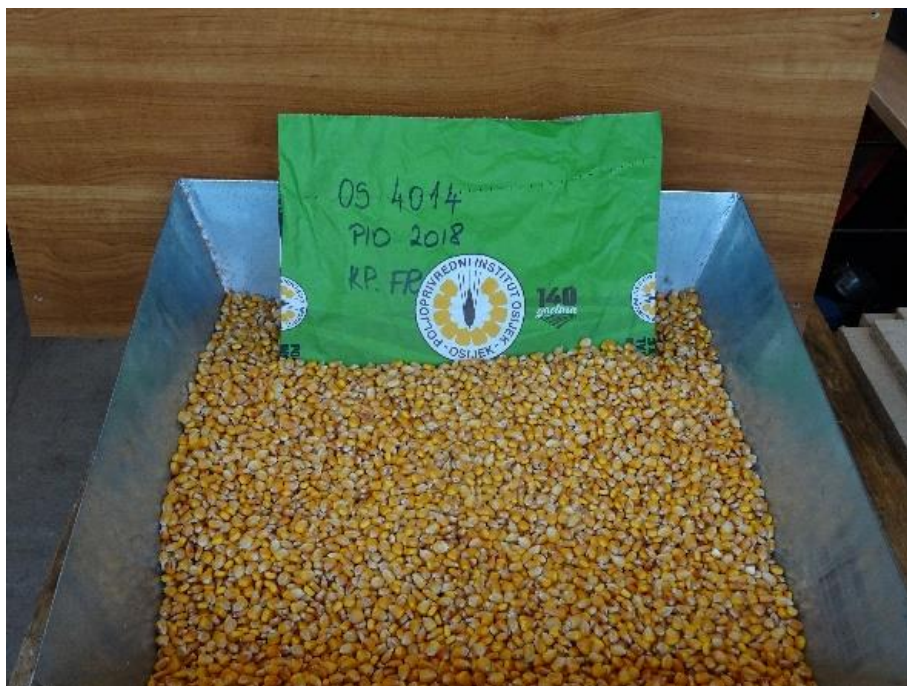
#### 3.1. Hibrid kukuruza Os 4014

Potpuno novi hibrid iz sredine FAO grupe 400 tijekom nekoliko godina testiranja pokazao je iznimnu adaptabilnost na različite klimatsko-zemljišne uvjete proizvodnje. Osnovne je namjene za proizvodnju zrna, ali zbog više, lisnatije i robusnije stabljike s bujnim listovima i visoke tolerantnosti na polijeganje, hibrid je koji je pokazao i zavidnije rezultate u proizvodnji rane silaže. Klip je krupniji, cilindričan i srednje visoko nasaden, 16-18 redova zrna u tipu pravog zubana s dubokim zrnom visoko kvalitetne vrijednosti, a posebno dobar omjer klip/stabljika daju mu prednost u proizvodnji silaže nad konkurencijom. Prednost nad nekim drugim hibridima visoka je energija klijanja i klijavost odnosno izražen je vigor zrna. Također izraženo je svojstvo gubitka vode u zriobi (Poljoprivredni institut Osijek, 2019.). Prikaz razdvojenih frakcija hibrida Os 4014 (SP - srednje plosnato, KP - krupno plosnato, SO - srednje okruglo, KO - krupno okruglo) prije simulacije sjetve prikazano je na sljedećim slikama.



Slika 1. Sitno plosnata frakcija sjemena hibrida Os 4014

Izvor: Banaj, A., 2020.



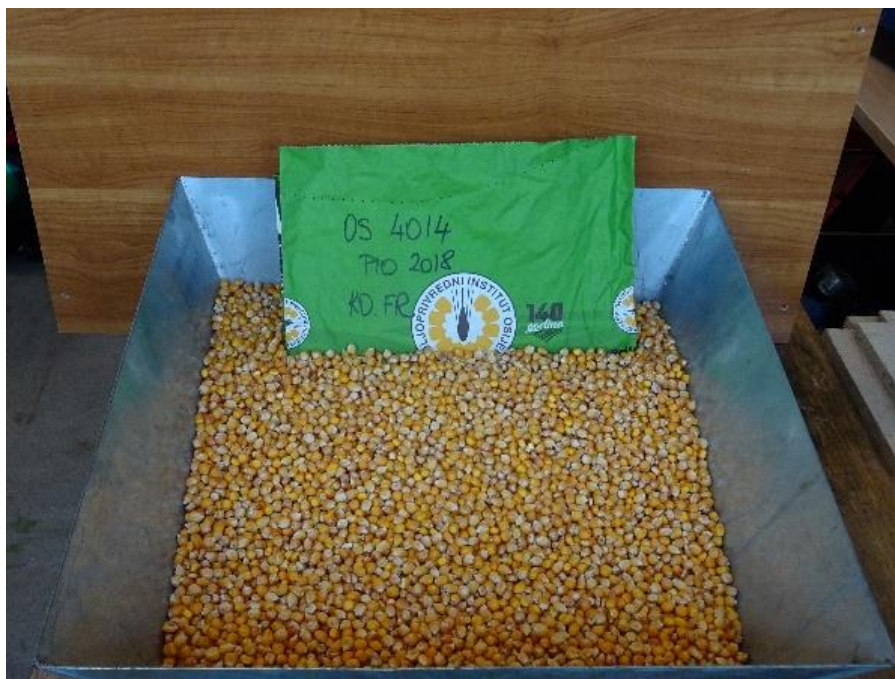
Slika 2. Krupno plosnata frakcija sjemena hibrida Os 4014

Izvor: Banaj, A., 2020.



Slika 3. Sitno okrugla frakcija sjemena hibrida Os 4014

Izvor: Banaj, A., 2020.



Slika 4. Krupno okrugla frakcija sjemena hibrida Os 4014

Izvor: Banaj, A., 2020.

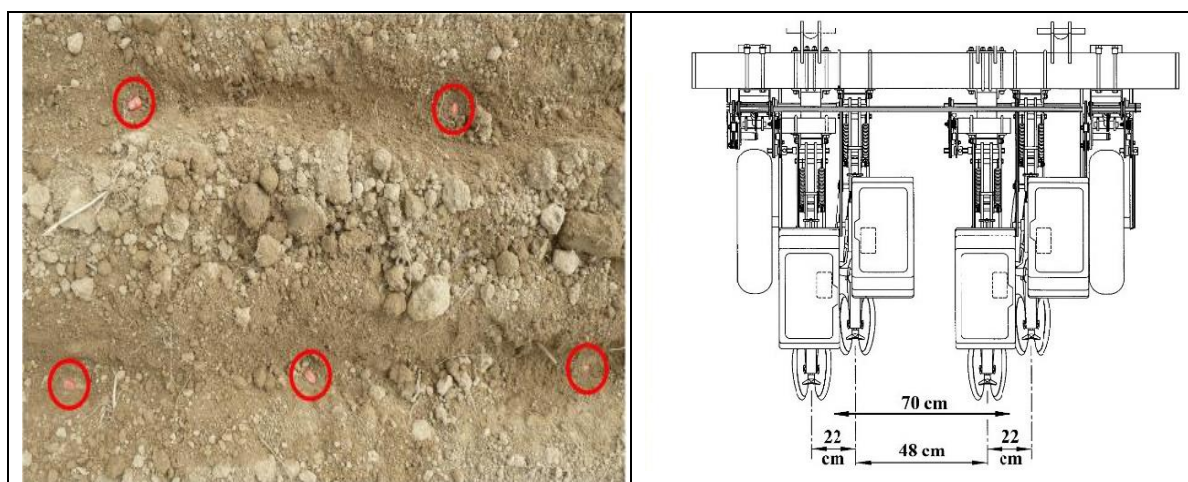
### 3.2. Sijačica MaterMacc Twin Row-2

MaterMacc je tvrtka nastala ranih 1980-ih godina, trenutno sjedište joj je u Italiji. Pridodaju važnosti unapređenja tehnoloških vještina i izvrsnosti talijanskih tvrtki u području strojarstva, a posebno u poljoprivrednom inženjerstvu. Njihova postrojenja pokrivaju površinu od sveukupno 30 000 m<sup>2</sup> koja su podijeljena na posebna područja namijenjena za proizvodnju, istraživanje i razvoj, komercijalne i administrativne urede, uključujući 30 hektara polja na kojima testiraju nove proizvode. (Banaj i sur, 2017.)



Slika 5. Glavni sustavi sijačice MaterMacc Twin Row-2

Izvor: <http://www.matermacc.it>



Slika 6. Izgled sjetve u udvojenim redovima (lijevo)  
i razmaci redova u sjetvi kukuruza (desno)

Izvor: Banaj, A., 2020.

Tablica 1. Tehničke karakteristike sijačica serije *MS 8100 Twin Row*

Model	Broj redova	Razmak redova (cm)	Radna širina (cm)	Masa (kg)		Potrebna snaga traktora (KS)	Obujam spremnika (l)		
				Osnovna izvedba	Uređaj za gnojidbu		Sjeme	Insek.	Gnojivo
<i>MS 8100 Twin Row</i>	2x2	70/75	140/150	630	720	40/50	140	12x2	215
	4x2	70/75	280/300	1270	1450	100/110	280	12x4	215x2
	6x2	70/75	420/450	1480	1760	110/120	420	12x6	215x2
	8x2	70/75	560/600	1870	2250	120/130	560	12x8	650x2
	12x2	70/75	840/900	2310	2750	150/160	840	12x12	650x2

Izvor: Priručnik za upotrebu i održavanje „Use and maintenance handbook magicsem twin“

MS Twin sijačica može posjedovati od 2 do 12 udvojenih redova, s međurednim razmakom koji se može kretati između 70 i 75 cm, s radnom širinom između 1,5 i 9,45 m. Na svakoj sjetvenoj sekciji Twin Row sijačice nalaze se dva spremnika sjemena volumena 70 litara (35x2). Što se tiče distribucije mikro granuliranih insekticida i gnojiva, na zahtjev je moguće dodati spremnik gnojiva *Microvolumex* koji se sastoji od spremnika zapremine 12 litara za svaki udvojeni red (Twin Row). Ostali dostupni dodaci uključuju spremnik za gnojivo *Variovolumex*, kapaciteta od 215 litara (model redova) do 1 300 litara (2 spremnika od 650 litara) za modele od 12 redova.

### 3.3. Istraživanja u laboratorijskim uvjetima rada

Utvrđivanje ostvarenog razmaka u simulaciji sjetve obavljeno je u kontroliranim uvjetima u praktikumu za poljoprivrednu tehniku, Zavoda za poljoprivrednu tehniku i obnovljive izvore energije, Fakulteta Agrobiotehničkih znanosti Osijek. U istraživanju korištena je sijačica *MaterMacc Twin Row- 2* (4 reda) za sjetvu u trake. Veći dio istraživanja provedena su prema ISO standardu i to: *ISO 7256-1:1984* za sijačice s pojedinačnom sjetvom – standardna sjetva (*Sowing equipment – Test methods – Part 1 : Single seed drills*), te *ISO 7256-2:1984* za sijačice sa sjetvom u udvojene redove - sjetva u trake ili *Twin Row* sjetva (*Sowing equipment – Test methods – Part 2: Seed drills for sowing in lines*). Usporedba preciznosti rada pri simulaciji pojedinih čimbenika ispitivanih sijačica temeljena je ocjenjivanjem ujednačenosti sjetve primjenom indeksa *QFI*, *MULT* i *MISS*.

*Quality of feed index (QFI)* - je indeks koji prikazuje postotak razmaka većih za 0,5 puta, a manjih za 1,5 puta od teorijskog razmaka. On mjeri koliko često je izmjereni razmak bio blizu teorijskog razmaka.

$$QFI = \frac{n_1}{N} * 100 \text{ (\%)} \quad (1)$$

$n_1$  = broj razmaka većih za 0,5, a manjih za 1,5 puta od teorijskog razmaka

$N$  = ukupan broj razmaka

*MULTIPLE index (MULT)* – je indeks koji prikazuje postotak razmaka koji su manji od ili jednaki polovici duljine zadanoga teorijskog razmaka. On mjeri postotak duplih ili višestrukih zrna koja su se prihvatila na jedan otvor sjetvene ploče te su posijana. Cilj je minimalizirati *MULT indeks* kako bi se uštedjelo na sjemenu, ali i reducirao rad koji je potreban za prorjeđivanje sklopa.

$$MULT = \frac{n_2}{N} * 100 \text{ (\%)} \quad (2)$$

$n_2$  = broj razmaka manjih od ili jednakih polovici duljine zadanoga teorijskog razmaka

$N$  = ukupan broj promatranih razmaka

*MISSing index (MISS)* – indicira koliko često sjeme preskoči teorijski razmak tj. sjetveni sustav ne pokupi sjeme i ne posije ga. To je postotak razmaka većih za 1,5 puta od zadanoga teorijskog razmaka. Sjetveni sustav sijačice mora biti dizajniran tako da *MISS indeks* bude što manji kako bi se postigla željena gustoća sklopa.

$$MISS = \frac{n_3}{N} * 100 \text{ (\%)} \quad (3)$$

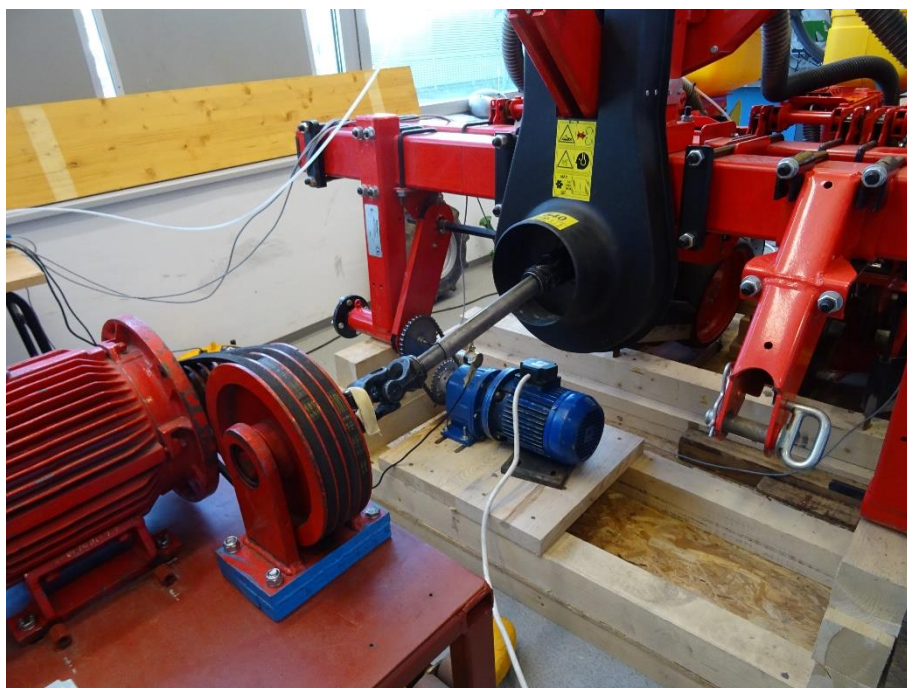
$n_3$  = broj razmaka većih za 1,5 puta od teorijskog razmaka

$N$  = ukupan broj promatranih razmaka



Tablica 2. Vrijednosti indeksa kvalitete sjetve za ocjenjivanje rada sijačica Kachmann, S. D., Smith, J. A. (1995.)

<i>MULT</i> indeks	<i>QFI</i> indeks	<i>MISS</i> indeks	Ocjena sijačice
< 0,7	> 98,6	< 0,7	vrlo dobra
≥ 0,7 - < 4,8	> 90,4 - ≤ 98,6	≥ 0,7 - < 4,8	dobra
≥ 4,8 - ≤ 7,7	≥ 82,3 - ≤ 90,4	≥ 4,8 - ≤ 10	zadovoljavajuća
> 7,7	< 82,3	> 10	nezadovoljavajuća



Slika 7. Pogonski sustav ventilatora i voznog kotača kod sijačice MaterMacc Twin Row – 2

Izvor: Banaj, A., 2020.

U vrijeme simulacije sjetve kod pneumatsko podtlačne sijačice MaterMacc Twin Row – 2 pogon sjetvenih ploča kao i ventilatora ostvaren je pomoću elektromotora. Jedan je ugrađen za pogon ventilatora i jedan za pogon centralnog pogonskog vratila sijačice. Broj okretaja pojedinih elektromotora nadziran je statičkim frekventnim regulatorom (*Adjustable Speed Drives, Variable Frequency Drives - VFD*), koji omogućava upravljanje brojem okretaja odnosno brzinom trofaznih motora pretvarajući mrežni napon i frekvenciju, koji su nepromijenjene vrijednosti u promjenjive veličine.

Tablica 3. Teorijski razmak sjetve unutar reda (cm) kod sjetvenih ploča s različitim brojem otvora ( $n$ )

Oznaka kombinacije mjenjača	Prijenosni odnos ( $i$ )	$n$				
		12	18	24	48	72
22 - 17	0,62309	20,33	13,55	10,16	5,08	3,39
22 - 18	0,58848	21,52	14,35	10,76	5,38	3,59
22 - 19	0,55750	22,72	15,15	11,36	5,68	3,79
22 - 20	0,52963	23,92	15,94	11,96	5,98	3,99
22 - 21	0,50441	25,11	16,74	12,56	6,28	4,19
22 - 22	0,48148	26,31	17,54	13,15	6,58	4,38
17 - 18	0,45473	27,86	18,57	13,93	6,96	4,64
17 - 19	0,43080	29,40	19,60	14,70	7,35	4,90
17 - 20	0,40926	30,95	20,63	15,48	7,74	5,16
17 - 21	0,38977	32,50	21,67	16,25	8,12	5,42
17 - 22	0,37205	34,05	22,70	17,02	8,51	5,67
17 - 23	0,35588	35,59	23,73	17,80	8,90	5,93
12 - 17	0,33987	37,27	24,85	18,63	9,32	6,21
12 - 18	0,32099	39,46	26,31	19,73	9,87	6,58
12 - 19	0,30409	41,65	27,77	20,83	10,41	6,94
12 - 20	0,28889	43,85	29,23	21,92	10,96	7,31
12 - 21	0,27513	46,04	30,69	23,02	11,51	7,67
12 - 22	0,26263	48,23	32,15	24,12	12,06	8,04
12 - 23	0,25120	50,42	33,62	25,21	12,61	8,40

$D_d = 47,8$  cm, Izvor: A. Banaj

U simulaciji sjetve korištene su krupne i sitne frakcije zrna osječčkog hibrida kukuruza 4014, FAO grupe 400. Korištene frakcija kukuruza su  $KO$ ,  $KP$ ,  $SO$  i  $SP$ , gdje slovo  $O$  označava okrugli oblik, dok slovo  $P$  označava plosnati oblik. Mjerenja dužine, širine i debljine zrna kukuruza obavljena su digitalnim pomičnim mjerilom. Pri radu korištena je sjetvena ploča s 24 rupe  $\varnothing 4,4$  mm pri brzinama gibanja simulacije sjetve 4, 6 i 8 km h<sup>-1</sup>.

A	B	12	18	24	36	48	60	72	B	A
22	17	22.1	14.7	11.0	7.4	5.5	4.4	3.7	17	22
22	18	23.4	15.6	11.7	7.8	5.8	4.7	3.9	18	22
22	19	24.7	16.4	12.3	8.2	6.2	4.9	4.1	19	22
22	20	26.0	17.3	13.0	8.7	6.5	5.2	4.3	20	22
22	21	27.3	18.2	13.6	9.1	6.8	5.5	4.5	21	22
22	22	28.5	19.0	14.3	9.5	7.1	5.7	4.8	22	22
17	18	30.2	20.2	15.1	10.1	7.6	6.0	5.0	18	17
17	19	31.9	21.3	16.0	10.6	8.0	6.4	5.3	19	17
17	20	33.6	22.4	16.8	11.2	8.4	6.7	5.6	20	17
17	21	35.3	23.5	17.6	11.8	8.8	7.1	5.9	21	17
17	22	36.9	24.6	18.5	12.3	9.2	7.4	6.2	22	17
17	23	38.6	25.7	19.3	12.9	9.7	7.7	6.4	23	17
12	17	40.4	27.0	20.2	13.5	10.1	8.1	6.7	17	12
12	18	42.8	28.5	21.4	14.3	10.7	8.6	7.1	18	12
12	19	45.2	30.1	22.6	15.1	11.3	9.0	7.5	19	12
12	20	47.6	31.7	23.8	15.9	11.9	9.5	7.9	20	12
12	21	50.0	33.3	25.0	16.7	12.5	10.0	8.3	21	12
12	22	52.3	34.9	26.2	17.4	13.1	10.5	8.7	22	12
12	23	54.7	36.5	27.4	18.2	13.7	10.9	9.1	23	12

\*Valori teorici \*Theoretical values \*Valeurs théoriques \*Theoretische Werte \*Valores teóricas

Slika 8. Prikaz potrebnih kombinacija lančanika kod izbora različitih otvora na sjetvenoj ploči za ostvarenje željenog razmaka unutar reda pri opsegu pogonskog kotača od 165 cm

Izvor: Kovačević, M., 2020.

## 4. REZULTATI RADA

### 4.1. Rezultati utvrđivanja oblika korištenog sjemena hibrida Os 4014

Simulacija sjetve na ispitnom stolu sa sijačicom MaterMacc Twin Row–2 obavljena je u centralnom praktikumu za poljoprivrednu tehniku i obnovljive izvore energije. Pri istraživanju korišten je hibrid 4014 tvrtke „Poljoprivredni institut Osijek“. Utvrđene vrijednosti mjerenjem dužine, širine i debljine kod ispitivanih frakcija prikazano je u sljedećim tablicama.

Tablica 4. Statističke odlike zrna krupne okrugle (KO) frakcije hibrida Os 4014

Oznaka	Dužina (mm)	Širina (mm)	Debljina (mm)
$\bar{x}$	9,957	8,620	6,596
Median	10,060	8,545	6,395
Mod	10,180	8,830	5,680
s.d.	0,837	0,716	0,936
KV (%)	8,41	8,31	14,19
Varijanca	0,071	0,513	0,876
Rang	3,930	3,180	4,220
Minimum	7,90	7,06	4,87
Maksimum	11,83	10,24	9,09
Očekivana vrijednost aritmetičke sredine (pouzdanost 95 %, mm)	9,792 -10,121	8,479- 8,761	6,412-6,780

Iz Tablice 4. može se uočiti da je kod krupno okruglog (KO) oblika zrna hibrida Os 4014 prosječna dužina iznosila 9,957 mm, sa širinom od 8,620 mm i debljinom 6,596 mm. Očekivana vrijednost aritmetičke sredine (pouzdanost 95 %) iznosi 9,792 do 10,121 mm. Krupno plosnata (KP) frakcija hibrida Os 4014 znatno je duža (10,671 mm) od krupne okrugle (KO) frakcije. Prosječna širina zrna iznosila je 8,649 mm sa standardnom devijacijom od 0,568 mm. Kod ove frakcije zabilježena je prosječna debljina zrna od 5,050 mm. Sa sigurnošću od 95 % može se očekivati dužina sjemena kod frakcije (KP) od 10,559 do 10,783 mm.

Tablica 5. Statističke odlike zrna krupno plosnate (KP) frakcije hibrida Os 4014

Oznaka	Dužina (mm)	Širina (mm)	Debljina (mm)
$\bar{x}$	10,671	8,649	5,050
Median	10,720	8,565	5,100
Mod	10,320	8,510	5,130
s.d.	0,571	0,568	0,321
KV (%)	5,35	6,57	6,36
Varijanca	0,326	0,322	0,103
Rang	3,060	2,640	1,540
Minimum	8,91	7,77	4,32
Maksimum	11,97	10,41	5,86
Očekivana vrijednost aritmetičke sredine (pouzdanost 95 %, mm)	10,559 -10,783	8,538-8,761	4,987-5,113

Tablica 6. Statističke odlike sitno okruglog zrna (SO) frakcije hibrida Os 4014

Oznaka	Dužina (mm)	Širina (mm)	Debljina (mm)
$\bar{x}$	9,810	8,085	6,695
Median	10,085	8,045	6,510
Mod	10,120	7,520	5,740
s.d.	0,975	0,968	0,904
KV (%)	9,94	11,97	13,50
Varijanca	0,951	0,937	0,817
Rang	4,600	4,750	4,890
Minimum	6,68	5,64	5,46
Maksimum	11,28	10,39	10,35
Očekivana vrijednost aritmetičke sredine (pouzdanost 95 %, mm)	9,618-10,001	7,895-8,275	6,517-6,872

Iz Tablice 6. može uočiti da je kod sitno okruglog zrna utvrđena prosječna dužina 9,810 mm sa standardnom devijacijom od 0,975 mm. Isto tako prosječna širina zrna kod ispitivane frakcije iznosila je 8,085 mm. Utvrđena prosječna debljina zrna iznosila je 6,695 mm.

Tablica 7. Statističke odlike sitnog plosnatog zrna (SP) frakcije hibrida Os 4014

Oznaka	Dužina (mm)	Širina (mm)	Debljina (mm)
$\bar{x}$	10,517	8,055	5,079
Median	10,555	7,880	5,080
Mod	10,560	7,740	4,800
s.d.	0,774	0,858	0,385
KV (%)	7,36	10,65	7,58
Varijanca	0,599	0,737	0,148
Rang	4,610	3,610	2,280
Minimum	7,42	6,18	4,14
Maksimum	12,03	9,79	6,42
Očekivana vrijednost aritmetičke sredine (pouzdanost 95 %, mm)	10,365-10,669	7,886-8,224	5,004-5,155

Kod oblika sitnog plosnatog zrna (SP) frakcije Os 4014 utvrđena je prosječna dužina sjemena od 10,515 mm, a prosječna širina iznosila je 8,055 mm. Prosječna debljina zrna iznosila je 5,079 mm sa standardnom devijacijom od 0,385 mm.

#### 4.2.1. Ispitivanje razmaka zrna ostvarenog u sjetvi primjenom krupno okrugle frakcije (KO) Os 4014 hibrida

Ispitivanje ostvarenog razmaka između zrna unutar reda simulacijom obavljeno je pri brzini gibanja 4, 6 i 8 km h<sup>-1</sup> pri kombinacijama lančanika u mjenjačkoj kutiji 12:19 (12 zubi pogonski i 19 zubi pogonjeni) s teorijskim razmakom od 22,334 cm. Kod primjene kombinacije lančanika 22:17 očekivani teorijski razmak između zrna iznosi 10,899 cm.

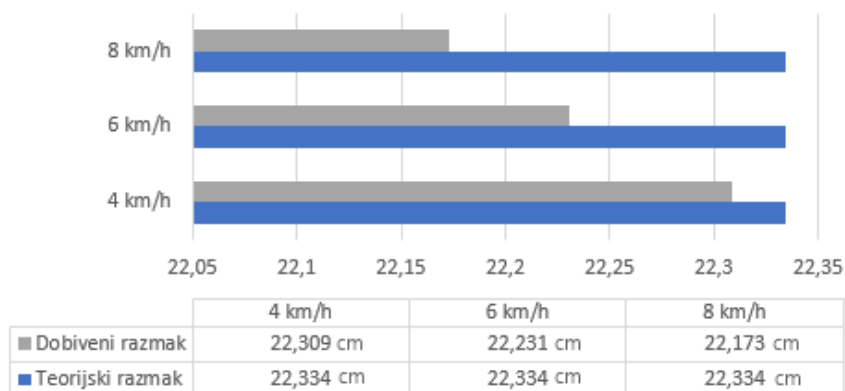
Tablica 8. Statističke vrijednosti sjetve frakcije KO hibrida Os 4014 pri različitim brzinama gibanja u sjetvi i očekivanom teorijskom razmaku

Kombinacija / brzina gibanja (km h <sup>-1</sup> )	$\bar{x}$	Otklon (cm)	Otklon (%)	s.d.	KV (%)	Očekivane vrijednosti $\bar{x}$ (pouzdanost 95 %)
12:19 / 4	22,231	- 0,103	- 0,461	2,600	11,70	21,849 - 22,612
12:19 / 6	22,173	- 0,161	- 0,721	2,781	12,54	21,765 - 22,581
12:19 / 8	22,309	- 0,025	- 0,112	4,795	21,49	21,606 - 23,012
22:17 / 4	10,884	- 0,015	- 0,138	1,429	13,13	10,674 - 11,094
22:17 / 6	11,690	+ 0,791	+ 7,258	3,620	30,97	11,159 - 12,221
22:17 / 8	13,269	+ 2,370	+ 21,745	7,511	56,61	12,167 - 14,371

*Teorijski razmak kombinacije 12:19 – 22,334 cm,  $i = 0,30409$ , Teorijski razmak kombinacije 22:17 – 10,899 cm,  $i = 0,62309$ , Sjetvena ploča  $n=24 \phi 4,5$  mm,  $D_a=47,8$  cm, položaj skidača viška sjemena=8;  $z_1=18$ ;*

Tijekom istraživanja uporabom zrna frakcije KO kod prijenosnog omjera  $i = 0,30409$  pri brzini gibanja od 4 km h<sup>-1</sup> ostvaren je prosječni razmak zrna u sjetvi od 22,231 cm s otklonom od 0,461 % pri čemu je zabilježena vrijednost standardne devijacija od 2,600 cm. S povećanjem brzine na 6 km h<sup>-1</sup> pri istim uvjetima rada zabilježen je prosječni razmak od 22,173 cm uz standardnu devijaciju od 2,781 cm. Pri brzini gibanja sijačice od 12 km h<sup>-1</sup> ostvaren je najbolji prosječni razmak s odstupanjem od – 0,025 cm uz standardnu devijaciju od 4,795 cm. Kod simulacije sjetve pri omjeru  $i=0,62309$  najbolji rezultat u sjetvi od 10,884 ostvaren je pri brzini gibanja od 4 km h<sup>-1</sup> uz postotno odstupanje svega – 0,138 %. Najveće odstupanje zabilježeno je pri brzini gibanja od 8 km h<sup>-1</sup> s vrijednošću od + 21,745 %. Ovako veliko odstupanje ne može se znanstveno prihvatiti te se objašnjenje treba potražiti u pogreškama u vrijeme mjerenja.

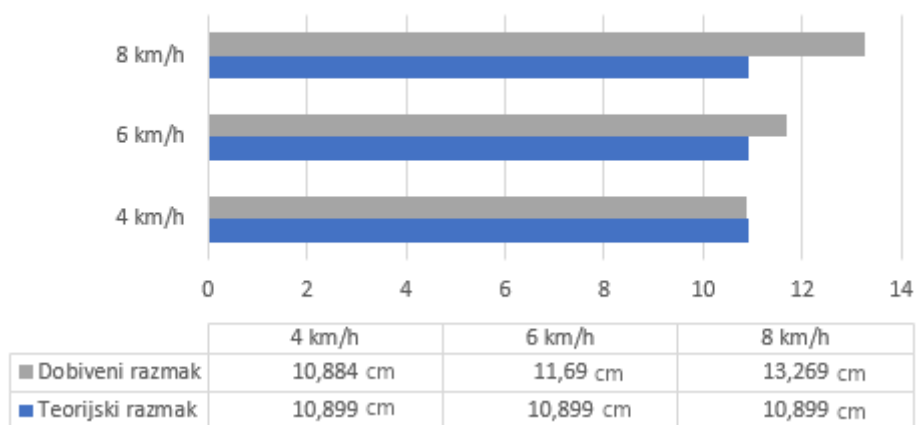
Ispitivanje preciznosti razmaka frakcije (KO) pri brzinama od 4, 6 i 8 km/h



Teorijski razmak kombinacije 12:19 – 22,334 cm,  $i = 0,30409$ , Sjetvena ploča  $n=24 \text{ } \varnothing 4,5 \text{ mm}$ ,  $D_a=47,8 \text{ cm}$ , položaj skidača viška sjemena=8;  $z_1=18$ ;

Slika 9. Prikaz teorijskog i ostvarenog prosječnog razmaka zrna u sjetvi s obzirom na povećanje brzine gibanja sijačice

Ispitivanje preciznosti razmaka frakcije (KO) pri brzinama od 4, 6 i 8 km/h



Teorijski razmak kombinacije 12:19 – 22,334 cm,  $i = 0,62309$ , Sjetvena ploča  $n=24 \text{ } \varnothing 4,5 \text{ mm}$ ,  $D_a=47,8 \text{ cm}$ , položaj skidača viška sjemena=8;  $z_1=18$ ;

Slika 10. Prikaz teorijskog i ostvarenog prosječnog razmaka zrna u sjetvi s obzirom na povećanje brzine gibanja sijačice



#### 4.2.2. Ispitivanje razmaka zrna ostvarenog u sjetvi primjenom krupno plosnate frakcije (KP) Os 4014 hibrida

Statističke vrijednosti sjetve krupno plosnate (KP) frakcije hibrida Os 4014 pri različitim brzinama gibanja u sjetvi s obzirom na očekivani teorijski razmak prikazano je u narednoj tablici.

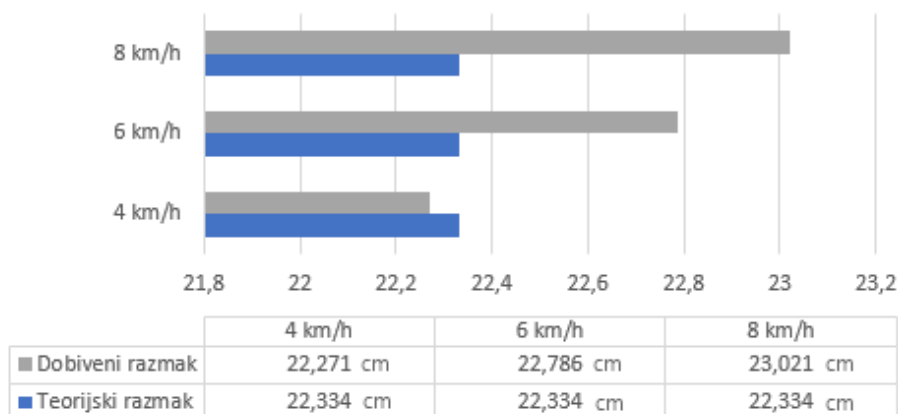
Tablica 9. Statističke vrijednosti razmaka zrna pri sjetvi krupno plosnate frakcije (KP) hibrida Os 4014 pri različitim brzinama gibanja sijačice u odnosu na očekivani teorijski razmak

Kombinacija / brzina gibanja (km h <sup>-1</sup> )	$\bar{x}$	Otklon (cm)	Otklon (%)	s.d.	KV (%)	Očekivane vrijednosti $\bar{x}$ (pouzdanost 95 %)
12:19 / 4	21,971	-0,363	-1,625	2,523	11,48	21,601 - 22,341
12:19 / 6	-	-	-	-	-	-
12:19 / 8	22,071	-0,263	-1,178	4,136	18,74	21,464 - 22,678
22:17 / 4	10,844	-0,055	-0,505	1,273	11,74	10,657 - 11,031
22:17 / 6	10,974	0,075	0,688	2,584	23,55	10,595 - 11,353
22:17 / 8	12,337	1,438	13,194	4,928	39,94	11,614 - 13,060

*Teorijski razmak kombinacije 12:19 – 22,334 cm,  $i = 0,30409$ , Teorijski razmak kombinacije 22:17 – 10,899 cm,  $i = 0,62309$ , Sjetvena ploča  $n=24 \phi 4,5$  mm,  $D_d=47,8$  cm, položaj skidača viška sjemena=8;  $z_1=18$ ;*

Najbolji prosječni razmak u sjetvi s krupno plosnatom frakcijom pri omjeru pogonskog kotača i sjetvene ploče  $i = 0,30409$  ostvaren je pri brzini gibanja sijačice 8 km h<sup>-1</sup> od 22,071 cm. Tom prilikom ostvareno je odstupanje od – 1,178 % ili -0,263 cm. Standardna devijacija iznosila je 4,136 cm. Nešto veće odstupanje od -1,625 % zabilježeno je pri brzini sijačice od 4 km h<sup>-1</sup>, uz standardnu devijaciju 2,523 uz koeficijent varijacije od 11,48 %. Kod simulacije sjetve s omjerom  $i = 0,62309$  najveće odstupanje pri radu s krupno plosnatom frakcijom (KP) ostvareno je pri brzini gibanja sijačice 8 km h<sup>-1</sup>. Prosječni ostvareni razmak između posijanih zrna iznosio je 12,337 cm ili 1,438 cm više od očekivanog teorijskog razmaka. Najbolji prosječni rezultat od 10,844 cm zabilježen je pri brzini gibanja sijačice 4 km h<sup>-1</sup>, pri čemu je ostvarena standardna devijacija 1,273 uz koeficijent varijacije od 11,48%.

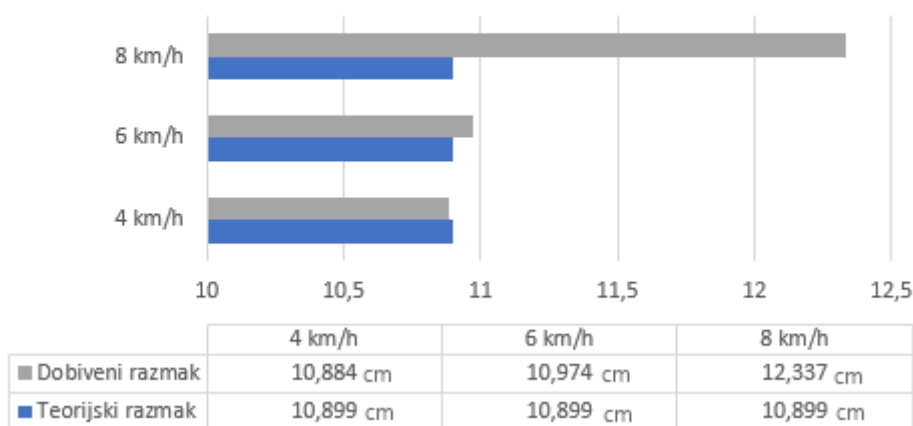
Ispitivanje preciznosti razmaka frakcije (KO) pri brzinama od 4, 6 i 8km/h



Teorijski razmak kombinacije 12:19 – 22,334 cm,  $i = i = 0,30409$ , Sjetvena ploča  $n=24 \text{ } \varnothing 4,5 \text{ mm}$ ,  $D_a=47,8 \text{ cm}$ , položaj skidača viška sjemena=8;  $z_1=18$ ;

Slika 11. Prikaz teorijskog i ostvarenog prosječnog razmaka zrna u sjetvi s obzirom na povećanje brzine gibanja sijačice

Ispitivanje preciznosti razmaka frakcije (KO) pri brzinama od 4, 6 i 8km/h



Teorijski razmak kombinacije 22:17 – 22,334 cm,  $i = i = 0,62309$ , Sjetvena ploča  $n=24 \text{ } \varnothing 4,5 \text{ mm}$ ,  $D_a=47,8 \text{ cm}$ , položaj skidača viška sjemena=8;  $z_1=18$ ;

Slika 12. Prikaz teorijskog i ostvarenog prosječnog razmaka zrna u sjetvi s obzirom na povećanje brzine gibanja sijačice

### 4.2.3. Ispitivanje razmaka zrna ostvarenog u sjetvi primjenom sitno okrugle frakcije (SO) hibrida Os 4014

Statističke vrijednosti sjetve sitno okrugle (SO) frakcije hibrida Os 4014 pri različitim brzinama gibanja sijačice u sjetvi s obzirom na očekivani teorijski razmak prikazano je u narednoj tablici.

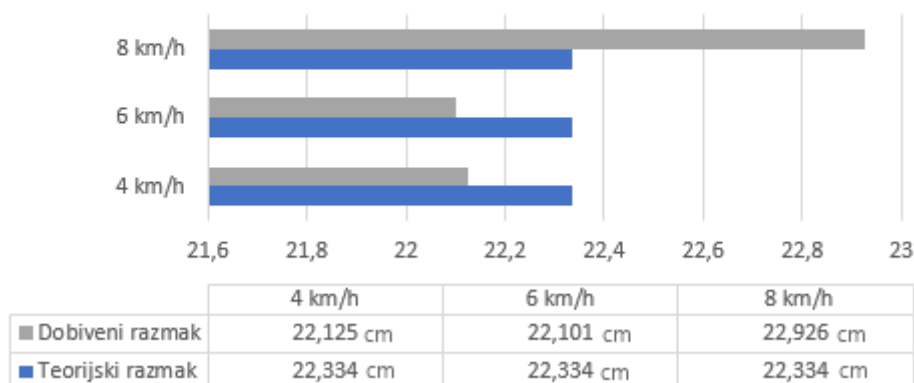
Tablica 10. Statističke vrijednosti razmaka zrna pri sjetvi sitno okrugle frakcije (SO) hibrida Os 4014 pri različitim brzinama gibanja sijačice u odnosu na očekivani teorijski razmak

Kombinacija / brzina gibanja (km h <sup>-1</sup> )	$\bar{x}$	Otklon (cm)	Otklon (%)	s.d.	KV (%)	Očekivane vrijednosti $\bar{x}$ (cm pouzdanost 95 %)
12:19 / 4	22,125	-0,209	-0,936	2,540	11,48	21,752 - 22,497
12:19 / 6	22,101	-0,233	-1,043	3,311	14,98	21,616 - 22,587
12:19 / 8	22,526	0,192	0,860	4,709	20,90	21,835 - 23,216
22:17 / 4	10,917	0,018	0,165	1,827	16,74	10,649-11,185
22:17 / 6	11,555	0,656	6,019	4,562	39,48	11,032-12,077
22:17 / 8	16,656	5,757	52,821	10,380	62,32	15,133-18,178

Teorijski razmak kombinacije 12:19 – 22,334 cm,  $i = 0,30409$ , Teorijski razmak kombinacije 22:17 – 10,899 cm,  $i = 0,62309$ , Sjetvena ploča  $n=24 \phi 4,5$  mm,  $D_a=47,8$  cm, položaj skidača viška sjemena=8;  $z_1=18$ ;

Najbolji prosječni razmak u sjetvi sa sitno okruglom frakcijom pri omjeru pogonskog kotača i sjetvene ploče  $i = 0,30409$  (kombinacija 12:19) ostvaren je također pri brzini gibanja sijačice 8 km h<sup>-1</sup> od 22,526 cm uz standardnu devijaciju 4,709 cm. Tom prilikom ostvareno je odstupanje od 0,192 cm ili 0,860 %. Nešto veći zabilježeni prosječni razmak (22,125 cm) dobiven je pri brzini gibanja sijačice od 4 km h<sup>-1</sup>, uz standardnu devijaciju 2,540 uz koeficijent varijacije od 11,48 %. Kod simulacije sjetve s omjerom  $i = 0,62309$  najveće odstupanje pri radu sa sitno okruglom frakcijom (SO) ostvareno je pri brzini gibanja sijačice 8 km h<sup>-1</sup>. Prosječni ostvareni razmak između posijanih zrna iznosio je 16,656 cm ili 5,757 cm više od očekivanog teorijskog razmaka. Najbolji prosječni rezultat od 10,917 cm zabilježen je pri brzini gibanja sijačice 4 km h<sup>-1</sup>, pri čemu je ostvarena standardna devijacija 1,827 uz koeficijent varijacije od 16,74 %.

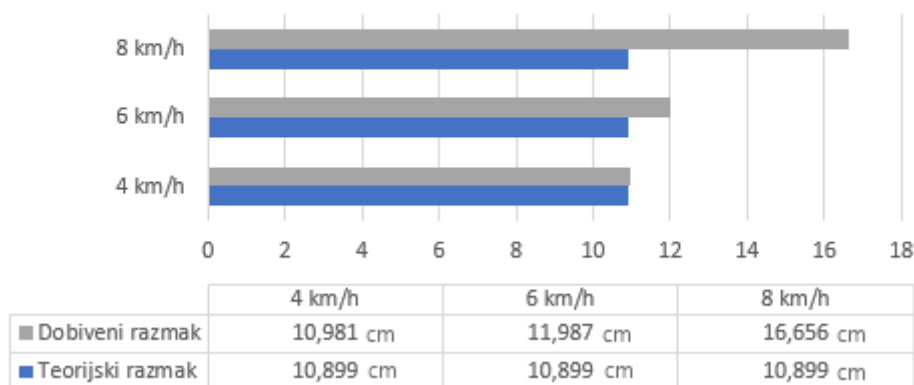
Ispitivanje preciznosti razmaka frakcije (SO) pri brzinama od 4, 6 i 8km/h



Teorijski razmak kombinacije 12:19 – 22,334 cm,  $i = i = 0,30409$ , Sjetvena ploča  $n=24 \text{ } \varnothing 4,5 \text{ mm}$ ,  $D_d=47,8 \text{ cm}$ , položaj skidača viška sjemena=8;  $z_1=18$ ;

Slika 13. Prikaz teorijskog i ostvarenog prosječnog razmaka zrna u sjetvi s obzirom na povećanje brzine gibanja sijačice

Ispitivanje preciznosti razmaka frakcije (SO) pri brzinama od 4, 6 i 8km/h



Teorijski razmak kombinacije 22:17 – 22,334 cm,  $i = i = 0,62309$ , Sjetvena ploča  $n=24 \text{ } \varnothing 4,5 \text{ mm}$ ,  $D_d=47,8 \text{ cm}$ , položaj skidača viška sjemena=8;  $z_1=18$ ;

Slika 14. Prikaz teorijskog i ostvarenog prosječnog razmaka zrna u sjetvi s obzirom na povećanje brzine gibanja sijačice

#### 4.2.4. Ispitivanje razmaka zrna ostvarenog u sjetvi primjenom sitno plosnate frakcije (SP) hibrida Os 4014

Statističke vrijednosti sjetve sitno okrugle (SP) frakcije hibrida Os 4014 pri različitim brzinama gibanja sijačice u sjetvi s obzirom na očekivani teorijski razmak prikazano je u narednoj tablici.

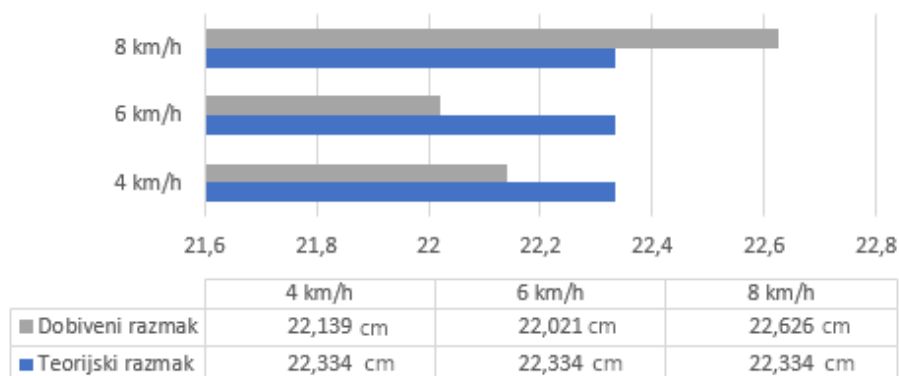
Tablica 11. Statističke vrijednosti razmaka zrna pri sjetvi sitno plosnate frakcije (SP) hibrida Os 4014 pri različitim brzinama gibanja sijačice u odnosu na očekivani teorijski razmak

Kombinacija / brzina gibanja (km h <sup>-1</sup> )	$\bar{x}$	Otklon (cm)	Otklon (%)	s.d.	KV (%)	Očekivane vrijednosti $\bar{x}$ (cm pouzdanost 95 %)
12:19 / 4	22,139	-0,195	-0,873	2,098	9,48	21,814-22,446
12:19 / 6	22,021	-0,313	-1,401	2,617	11,88	21,637-22,405
12:19 / 8	22,429	0,095	0,425	3,867	17,24	21,862-22,996
22:17 / 4	11,118	0,219	2,009	2,407	21,65	10,765-11,471
22:17 / 6	10,967	0,068	0,624	2,551	23,26	10,593-11,341
22:17 / 8	11,651	0,752	6,900	3,979	34,15	11,067-12,235

*Teorijski razmak kombinacije 12:19 – 22,334 cm,  $i = 0,30409$ , Teorijski razmak kombinacije 22:17 – 10,899 cm,  $i = 0,62309$ , Sjetvena ploča  $n=24 \phi 4,5$  mm,  $D_d=47,8$  cm, položaj skidača viška sjemena=8;  $z_1=18$ ;*

Uporabom zrna sitno plosnatog oblika – frakcije (SO) kod prijenosnog omjera  $i = 0,30409$  pri brzini gibanja od 8 km h<sup>-1</sup> ostvaren je prosječni razmak zrna u sjetvi od 22,429 cm s otklonom od 0,425 % pri čemu je zabilježena vrijednost standardne devijacija od 3,867 cm. Smanjenjem radne brzine gibanja sijačice na 4 km h<sup>-1</sup> pri istim uvjetima rada zabilježen je prosječni razmak od 22,139 cm uz standardnu devijaciju od 2,098 cm. Pri brzini gibanja sijačice 6 km h<sup>-1</sup> ostvaren je prosječni razmak s odstupanjem od – 0,313 cm uz standardnu devijaciju od 2,617 cm i koeficijentom varijacije od 11,88 %. Kod simulacije sjetve pri omjeru  $i=0,62309$  najbolji rezultat u sjetvi od 10,967 ostvaren je pri brzini gibanja od 6 km h<sup>-1</sup> uz postotno odstupanje svega – 0,624 %. Najveće odstupanje zabilježeno je pri brzini gibanja od 8 km h<sup>-1</sup> s vrijednošću od + 6,900 %. Ovako veliko odstupanje ne može se znanstveno prihvatiti te se objašnjenje treba potražiti u pogreškama u vrijeme mjerenja.

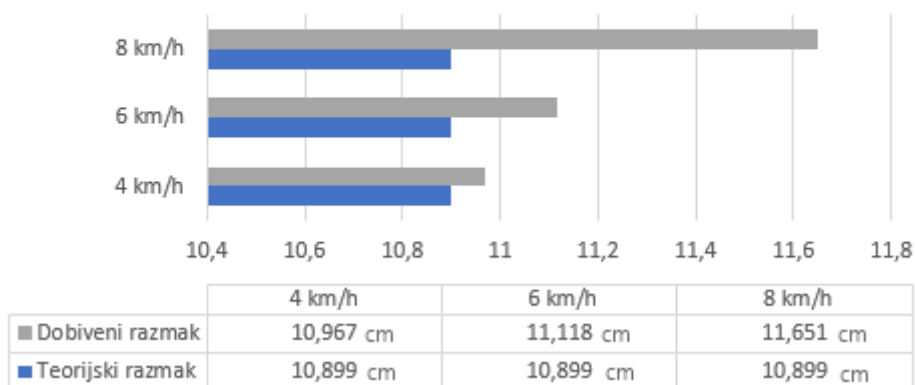
## Ispitivanje preciznosti razmaka frakcije (SP) pri brzinama od 4, 6 i 8km/h



Teorijski razmak kombinacije 12:19 – 22,334 cm,  $i = 0,30409$ , Sjetvena ploča  $n=24 \text{ } \varnothing 4,5 \text{ mm}$ ,  $D_a=47,8 \text{ cm}$ , položaj skidača viška sjemena=8;  $z_1=18$ ;

Slika 15. Prikaz teorijskog i ostvarenog prosječnog razmaka zrna u sjetvi s obzirom na povećanje brzine gibanja sijačice

## Ispitivanje preciznosti razmaka frakcije (SP) pri brzinama od 4, 6 i 8km/h



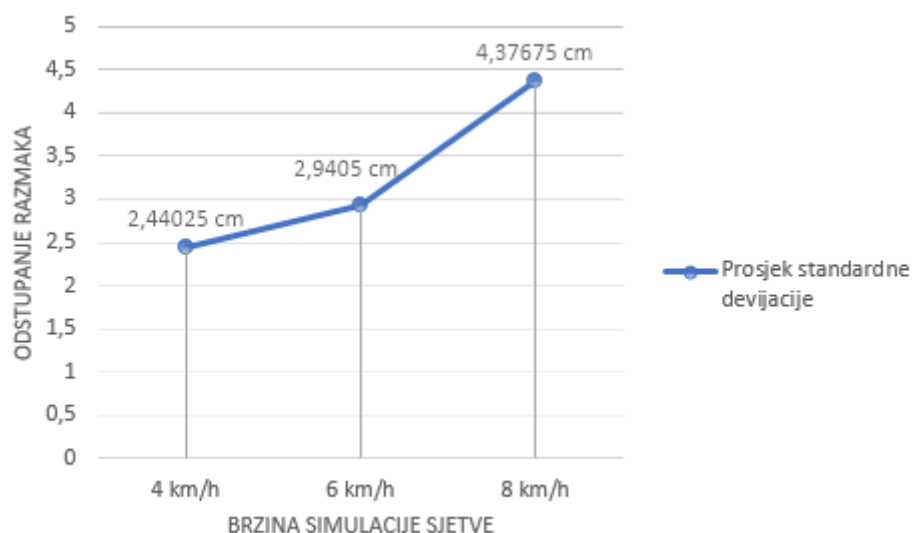
Teorijski razmak kombinacije 22:17 – 22,334 cm,  $i = 0,62309$ , Sjetvena ploča  $n=24 \text{ } \varnothing 4,5 \text{ mm}$ ,  $D_a=47,8 \text{ cm}$ , položaj skidača viška sjemena=8;  $z_1=18$ ;

Slika 16. Prikaz teorijskog i ostvarenog prosječnog razmaka zrna u sjetvi s obzirom na povećanje brzine gibanja sijačice

## 4.2. Ispitivanje ostvarenih razmaka zrna pri sjetvi Os 4014 hibrida

### 4.2.5. Standardna devijacija kao pokazatelj odstupanja razmaka zrna ostvarenog u sjetvi hibrida Os 4014

Tijekom simulacije sjetve utvrđena je standardna devijacija odstupanja preciznosti razmaka zrna u sjetvi. Dobivene vrijednosti uvršteni su u tablicu te je izračunat prosjek za svaku primijenjenu frakciju (oblik zrna) te brzinu gibanja stroja u vrijeme sjetve. Prosjek standardne devijacije prikazan je na Slici 17. i Slici 18.



*Teorijski razmak kombinacije 12:19 – 22,334 cm,  $i = i = 0,30409$ , Sjetvena ploča  $n=24 \text{ } \varnothing 4,5 \text{ mm}$ ,  $D_d=47,8 \text{ cm}$ , položaj skidača viška sjemena=8;  $z_1=18$ ;*

Slika 17. Prosjeci standardne devijacije odstupanja razmaka zrna u sjetvi pri različitim brzinama gibanja sijačice



*Teorijski razmak kombinacije 22:17 – 22,334 cm,  $i = i = 0,62309$ , Sjetvena ploča  $n=24 \text{ } \phi 4,5 \text{ mm}$ ,  $D_d=47,8 \text{ cm}$ , položaj skidača viška sjemena=8;  $z_1=18$ ;*

Slika 18. Prosjeci standardne devijacije odstupanja razmaka zrna u sjetvi pri različitim brzinama gibanja sijačice

Na Slici 17. i Slici 18. može se uočiti da porast odstupanja preciznosti sjetve razmaka povećava se s porastom brzine gibanja sijačice u vrijeme rada. Također, manja se prosječna odstupanja zamjećuju pri povećanju brzine s 4 na 6 km h<sup>-1</sup> dok je razlika u odstupanju pri promjeni brzine sa 6 na 8 km h<sup>-1</sup> znatno veća.

#### 4.2.6. Postotni udio zabilježenih razmaka u sjetvi s obzirom na brzinu gibanja sijačice i radnog omjera pogonskog kotača i sjetvene ploče

Simulacijom sjetve zabilježeni su svi dobiveni razmaci koji su razvrstani prema ISO standardu ISO 7256-2:1984 za sijačice sa sjetvom u udvojene redove - sjetva u trake ili *Twin Row* sjetva (*Sowing equipment – Test methods – Part 2: Seed drills for sowing in lines*). Usporedba preciznosti rada pri simulaciji pojedinih čimbenika ispitivanih sijačica temeljena je ocjenjivanjem ujednačenosti sjetve primjenom indeksa *QFI*, *MULT* i *MISS*.



Tablica 12. Postotni udio zabilježenih razmaka u sjetvi s obzirom na brzinu gibanja sijačice i radnog omjera pogonskog kotača i sjetvene ploče

Oblik sjemena / kombinacija / brzina gibanja (km h <sup>-1</sup> )	Teorijski razmak (cm)	$\bar{x}$	<i>MULT</i> Indeks	<i>QFI</i> indeks	<i>MISS</i> indeks
KO / 12:19 / 4	22,334	22,231	0,00	100	0,00
KO / 12:19 / 6		22,173	0,00	100	0,00
KO / 12:19 / 8		22,309	1,11	96,66	2,22
KO / 22:17 / 4	10,899	10,884	1,11	98,88	0,00
KO / 22:17 / 6		11,690	0,00	92,22	7,77
KO / 22:17 / 8		13,269	0,00	85,00	15,00
KP / 12:19 / 4	22,334	21,971	0,55	99,44	0,00
KP / 12:19 / 6					
KP / 12:19 / 8		22,071	1,11	97,77	1,11
KP / 22:17 / 4	10,899	10,844	0,00	99,44	0,55
KP / 22:17 / 6		10,974	1,11	96,11	2,77
KP / 22:17 / 8		12,337	1,66	83,88	14,44
SO / 12:19 / 4	22,334	22,125	0,00	100	0,00
SO / 12:19 / 6		22,101	0,55	98,88	0,55
SO / 12:19 / 8		22,526	2,22	95,00	2,77
SO / 22:17 / 4	10,899	10,917	0,00	98,88	1,11
SO / 22:17 / 6		11,555	1,11	91,66	7,77
SO / 22:17 / 8		16,656	0,55	66,11	33,33
SP / 12:19 / 4	22,334	22,139	0,00	100	0,00
SP / 12:19 / 6		22,021	0,55	99,44	0,00
SP / 12:19 / 8		22,429	0,00	98,33	1,66
SP / 22:17 / 4	10,899	11,118	0,55	96,11	3,33
SP / 22:17 / 6		10,967	0,55	96,66	2,77
SP / 22:17 / 8		11,651	1,11	90,55	8,33

Iz Tablice 12. može se uočiti da je pri simulaciji sjetve kod upotrebe krupno okruglog (KO) sjemena kod omjera pogonskog kotača i sjetvene ploče  $i = 0,30409$  pri brzini gibanja od 4 i 6 km h<sup>-1</sup> ostvaren maksimalni *QFI* indeks od 100%. Međutim povećanjem brzine gibanja sijačice na 8 km h<sup>-1</sup> ostvaren je *QFI* indeks od 96,66 % te se temeljem toga sijačica može svrstati u grupu dobrih sijačica. Kod iste brzine simulacije *MULT* indeks iznosio je 1,11 %, a *MISS*

2,22%. Međutim povećanjem omjera prijenosa sjetvene ploče  $i = 0,62309$  kod radne brzine gibanja sijačice od  $4 \text{ km h}^{-1}$  zadržan je vrlo visoki *QFI* indeks od 98,88. Međutim povećanjem brzine gibanja sijačice na  $8 \text{ km h}^{-1}$  došlo je do smanjenja *QFI* indeksa na svega 85,00 % te ostvarenim rezultatom sijačica se svrstava u kategoriju sa zadovoljavajućom kvalitetom rada. Tom prilikom zabilježen je vrlo veliki *MISS* indeks od 15,00 %. Slični rezultati zabilježeni su i kod krupno plosnatog (KP) oblika sjemena gdje je kod niže vrijednosti prijenosnog omjera  $i = 0,30409$  pri brzinama gibanja od 4, i  $8 \text{ km h}^{-1}$  ostvareni *QFI* indeksi  $>$  od 97,77 %. Međutim s povećanjem prijenosnog omjera na  $i = 0,62309$  a naročito pri brzini gibanja od  $8 \text{ km h}^{-1}$  zabilježen je vrlo niski *QFI* od svega 83,88 % ali još uvijek kvaliteta rada sjetve zadovoljava. Pri ovoj simulaciji *MULT* indeks iznosio je 1,66 % te je zabilježeno 14,44 % neposijanih mjesta (*MISS indeks*). Sjetvom sitno okruglog (SO) oblika sjemena pri brzinama gibanja 4 i  $6 \text{ km h}^{-1}$  pri omjeru pogonskog kotača i sjetvene ploče  $i = 0,30409$  sijačice MaterMacc Twin Row-2 ostvarena je visoka vrijednost *QFI* indeksa  $>$  98,88 %. Kod brzine gibanja od  $6 \text{ km h}^{-1}$  *MULT* i *MISS* indeks iznosili su 0,55 %. Povećanjem brzine rada na  $8 \text{ km h}^{-1}$  došlo je do pada *QFI* indeksa na razinu od 95% uz *MULT* indeks od 2,22 i *MISS* indeks od 2,77. Povećanjem omjera na  $i = 0,62309$  vrijednosti kvalitete sjetve na radnim brzinama 4 i  $6 \text{ km h}^{-1}$  ostale su ne promijenjene. Međutim kod brzine gibanja od  $8 \text{ km h}^{-1}$  došlo je do značajnog pada *QFI* indeksa na 66,11 %, a nastalo je kao dio pogrešaka u vrijeme simulacije. Kod uporabe sitnog plosnatog oblika sjemena pri manjem međusobnom omjeru pogonskog kotača i sjetvene ploče  $n=24$  od  $i = 0,30409$  pri brzinama gibanja od 4, 6 i  $8 \text{ km h}^{-1}$  ostvareni *QFI* indeks  $>$  98,33. Međutim kod omjera  $i = 0,62309$  pri brzini  $8 \text{ km h}^{-1}$  zabilježena je vrijednost *QFI* indeksa od svega 90,55 % uz *MULTI* indeks od 1,11 i *MISS* indeks od 8,33 %. Objašnjenje povećanja *MISS* indeksa treba tražiti u vrijednostima podtlaka kao i položaj skidača viška sjemena koji nisu obuhvaćeni ovim istraživanjima.

## 5. RASPRAVA

Kvaliteta sjetve kukuruza ovisna je o većem broju čimbenika. Jedan od važniji je svakako izbor oblika sjemena na kojeg rukovatelj u sjetvi ne može utjecati. Važnost pripreme i podešavanja sijačice prije sjetve u današnjim uvjetima proizvodnje predstavlja jedan od važnijih čimbenika u ukupnoj proizvodnji kukuruza. Pozornost treba posvetiti sustavu za izuzimanje sjemenki koji se mora prilagoditi za sjetvu određenih veličina te oblika sjemena. Certificirano sjeme hibrida kukuruza na prostorima RH predstavlja smjesa 4 osnovne frakcije s nepoznatim međusobnim omjerima. Smjesa zrna sačinjena je od krupno okruglog (KO), krupno plosnatog (KP), te od sjemena srednje okruglih (SO) i sitno plosnatih (SP) oblika. Važnost podešavanja prema navodima Banaj A. i sur. (2017.) temelji se činjenicom da u vrijeme berbe nedostaje između 7 do 12 % biljaka planiranog teorijskog sklopa. Radi iskorištenja manjeg vegetacijskog prostora u standardnom načinu sjetve kod razmaka redova od 70 ili 75 cm bilo je presudno za primjenu novog oblika sjetve kukuruza u udvojene redove s različitim kombinacijama razmaka između njih. Sjetvom kukuruza u udvojene redove (sjetva u trake ili *engl. Twin Row*) dolazi do povećanja razmaka između biljaka u odnosu na standardnu sjetvu pri istome sjetvenom sklopu (Finck 2004.) Međutim Guberac i sur. (2001.), navode da krupnoća sjemena nema statistički opravdan utjecaj na visinu uroda zrna kukuruza te da sjetvom i doradom nije potrebno favorizirati krupnije sjeme s ciljem postizanja većeg uroda zrna po jedinici površine. Rad pneumatskih sijačica temelji se na rotaciji vertikalne sjetvene ploče između komore s podtlakom i komore sa sjemenom. Zrna se, uslijed razlike tlakova, priljubljuju na otvore sjetvene ploče, a skidač viška zrna odstranjuje suvišna zrna tako da na svakom otvoru ostaje samo jedna sjemenka. Milenković i Barać (2010.) ukazuju da u proizvodnji kukuruza utječu mnogi čimbenici, a jedan od njih je brzina gibanja kao i tip sijačice. Nakon odabira podtlaka i hibrida te podešavanja prijenosnog odnosa, treba pristupiti podešavanju skidača sjemena s obzirom na oblik i veličinu zrna (Schrödl, 1993).. Ferreira i sur (2019) navode rezultate istraživanja kvalitete rada mehaničke i pneumatske sijačice pri različitim radnim brzinama (3.5, 5.5 i 7.5 km h<sup>-1</sup>). Mjereni su razmaci sjemenki koje su proklijale temeljem kojih su definirani indeksi (*QFI*, - prihvatljiv, *MISS* - promašen i *MULT* – dupli). Dobiveni rezultati ukazali su da je mehanička sijačica samo pri radnoj brzini od 3.5 km h<sup>-1</sup> imala više prihvatljivih razmaka u odnosu na pneumatsku sijačicu. Pneumatska sijačica ostvarila je veći postotak prihvatljivih razmaka pri većim brzinama pa je tako pri brzini od 5,5 km h<sup>-1</sup> *QFI* iznosio 80%, a pri brzini rada od 5,5 km h<sup>-1</sup> 75%. Preciznost sjetve sijačicom MaterMacc Twin Row-2 obavljeno je pri simulaciji brzina gibanja sijačice od 4 km h<sup>-1</sup>, 6 km h<sup>-1</sup> i 8 km h<sup>-1</sup>. Početna pretpostavka bila je

---

da će se povećanjem brzine gibanja smanjiti preciznost izbacivanja sjemenki kukuruza. Najveća preciznost ostvarena je pri brzinama 4 i 6 km h<sup>-1</sup> dok je povećanjem brzine na 8 km h<sup>-1</sup> utvrđena smanjena preciznost raspodjele zrna unutar reda u odnosu na teorijski razmak. Dobiveni rezultati razmaka zrna kod uporabe sve 4 frakcije, te utjecaj brzine i oblika sjemena nije moguće znanstveno definirati jer u ovom istraživanju nisu uzeti u obzir utjecaj položaja skidača viška sjemena kao i razina podtlaka. Stoga sa znanstvenog stajališta nije moguće utvrditi utjecaj oblika sjemena kao i utjecaj brzine gibanja sijačice na prosječni ostvareni razmak u odnosu na očekivani teoretski razmak.

## 6. ZAKLJUČAK

Ispitivanje je provedeno u kontroliranim uvjetima pri temperaturi 22°C i relativnoj vlažnosti od 60%. Na temelju dobivenih rezultata i izmjerenih parametara tijekom provedenog istraživanja možemo donijeti nekoliko zaključaka;

-korišteno krupno okruglo (KO) zrna hibrida Os 4014 imalo je prosječnu dužinu od 9,957 mm, širinu 8,620 mm i debljinom 6,596 mm;

-očekivana vrijednost aritmetičke sredine frakcije (KO, pouzdanost 95 %) iznosi 9,792 do 10,121 mm;

- prosječna širina zrna kod (KP) iznosila je 8,649 mm sa standardnom devijacijom od 0,568 mm, a prosječna debljina zrna od 5,050 mm;

- očekivane vrijednosti (pouzdanost 95%) dužine sjemena kod frakcije (KP) iznose od 10,559 do 10,783 mm;

- prosječna dužina sitno okruglog (SO) zrna iznosila je 9,810, a prosječna širina zrna iznosila je 8,085 mm te prosječna debljina zrna 6,695 mm;

- sitno plosnato zrna (SP) Os 4014 hibrida imalo je prosječnu dužinu 10,515 mm, a prosječna širina iznosila je 8,055 i debljina 5,079 mm.

- uporabom zrna krupno okruglog (KO) oblika pri prijenosnom omjera  $i = 0,30409$  pri brzini gibanja od 4 km h<sup>-1</sup> ostvaren je prosječni razmak zrna u sjetvi od 22,231 cm s odklonom od 0,461 %;

- pri uporabi (KO) sjemena brzini gibanja sijačice od 12 km h<sup>-1</sup> ostvaren je najbolji prosječni razmak s odstupanjem od - 0,025 cm uz standardnu devijaciju od 4,795 cm;

- simulacijom sjetve pri omjeru  $i=0,62309$  najbolji rezultat (KO) raspodjele zrna (10,884 cm) ostvaren je pri brzini gibanja od 4 km h<sup>-1</sup> uz postotno odstupanje svega - 0,138 %;

- najveće odstupanje zabilježeno je pri brzini gibanja od 8 km h<sup>-1</sup> s vrijednošću od + 21,745 % koje se ne može znanstveno prihvatiti te se objašnjenje treba potražiti u pogreškama u vrijeme mjerenja.

- najbolji prosječni razmak u sjetvi s krupno plosnatom (KP) frakcijom pri omjeru pogonskog kotača i sjetvene ploče  $i = 0,30409$  ostvaren je pri brzini gibanja sijačice 8 km h<sup>-1</sup> od 22,071 cm;

- kod simulacije sjetve s omjerom  $i = 0,62309$  najveće odstupanje pri radu s krupno plosnatom frakcijom (KP) ostvareno je pri brzini gibanja sijačice 8 km h<sup>-1</sup> s prosječnim ostvarenim razmakom od 12,337 cm ili 1,438 cm više od očekivanog teorijskog razmaka;

- 
- najbolji prosječni razmak u sjetvi sa sitno okruglom (SO) frakcijom ( $i = 0,30409$ ) ostvaren je pri brzini gibanja sijačice  $8 \text{ km h}^{-1}$  od  $22,526 \text{ cm}$  uz standardnu devijaciju  $4,709 \text{ cm}$ ;
  - kod simulacije sjetve ( $i = 0,62309$ ) najveće odstupanje pri radu sa sitno okruglom frakcijom (SO) ostvareno je pri brzini gibanja sijačice  $8 \text{ km h}^{-1}$  ( $5,757 \text{ cm}$ );
  - najbolji prosječni rezultat od  $10,917 \text{ cm}$  zabilježen je pri brzini gibanja sijačice  $4 \text{ km h}^{-1}$ , pri čemu je ostvarena standardna devijacija  $1,827$  uz koeficijent varijacije od  $16,74 \%$ ;
  - uporabom zrna sitno plosnatog oblika – frakcije (SO) ( $i = 0,30409$ ) pri brzini gibanja od  $8 \text{ km h}^{-1}$  ostvaren je prosječni razmak zrna u sjetvi od  $22,429 \text{ cm}$  s odklonom od  $0,425 \%$ ;
  - pri brzini gibanja sijačice  $6 \text{ km h}^{-1}$  ostvaren je prosječni razmak s odstupanjem od  $-0,313 \text{ cm}$  uz standardnu devijaciju od  $2,617 \text{ cm}$  i koeficijentom varijacije od  $11,88 \%$ ;
  - kod ( $i=0,62309$ ) najbolji rezultat u sjetvi od  $10,967$  ostvaren je pri brzini gibanja od  $6 \text{ km h}^{-1}$  uz postotno odstupanje svega  $-0,624 \%$ ;
  - najveće odstupanje zabilježeno je pri brzini gibanja od  $8 \text{ km h}^{-1}$  s vrijednošću od  $+6,900 \%$  a ovako veliko odstupanje ne može se znanstveno prihvatiti te se objašnjenje treba potražiti u pogreškama u vrijeme mjerenja.

---

## 7. POPIS LITERATURE

Banaj, A., Kurkutović, L., Banaj, Đ., Mendušić, I., (2017): Sjetva kukuruza sijačicom MaterMaccTwinRow – 2, Agriculture in nature and environment protection, (Mijić, P.; Ranogajec, Lj. (ur.)), Vukovar: Glas Slavonije d.d., 2017. str. 180-186.

Banaj, A., Banaj, Đ., Dundović, D., Tadić, V., Lovrić, Ž. (2018): Twin Row technology maize sowing on family farm Vračić, Agriculture in nature and environment protection, (Jug, Danijel ; Brozović, Bojana (ur.)), Vukovar: Glas Slavonije d.d., 2018. str. 318-322.

Banaj A., Banaj, Đ., Tadić, V., Petrović, D., Duvnjak V. (2019): Rezultati sjetve kukuruza sijačicom MaterMacc Twin Row–2 na pokušalištu „Tenja“, Actual Tasks on Agricultural Engineering / Bilandžija, Nikola (ur.), Kovačev, Igor (ur.), Opatija: Agronomski fakultet u Zagrebu, 2019. str. 89-96.

Banaj, A, Banaj, Đ., Tadić, V., Petrović, D., Stipešević, B., (2019): Utjecaj sustava sjetve na prinos zrna kukuruza različitih FAO grupa, Osijek: Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Poljoprivredni institut Osijek, 2019. str. 62-70.

Banaj, Đ., Banaj, A., Jurković, D., Tadić, V., Petrović, D., Lovrić, Ž. (2018): Sjetva kukuruza sijačicom MaterMaccTwin Row-2 na OPG-u Jasna Puhar, Agriculture in nature and environment protection ( Jug, Danijel ; Brozović, Bojana (ur.)), Vukovar: Glas Slavonije d.d., 2018. str. 323-327.

Cerovčec, Đ., (2016.): Sjetva kukuruza u dvostruke redove (Twin Row). <https://www.savjetodavna.hr/2016/04/25/sjetva-kukuruza-u-dvostruke-redove-twin-row/> 29.5.2020.

Guberac, V., Marić, S., Tolušić, Z. (2001.): Ekonomski učinak kalibriranja u doradi sjemenskog kukuruza. Sjemenarstvo 18(2001) 1-2: 19-29.

Gagro, M. (1997): Proizvodnja strnih žitarica. Kukuruz. U: Gagro, M., Ratarstvo obiteljskoga gospodarstva. Žitarice i zrnate mahunarke, Zagreb, 122-147.

Ferreira, F.M., Oss, L.L., Carneiro, M.D., Litter, F.A. (2019.): Longitudinal distribution in the maize sowing in mechanical and pneumatic precision seeding machines, Nativa, Sinop, 7 (3): 296-300.

Finck, C. (2004.): Twin Row success. Farm Journal. January, 30–32.

Jones, B., (2018): Effects of Twin Row Spacing on Corn Silage Growth Development and Yield in the Shenandoah Valley, Augusta County Virginia, Virginia Cooperative Extension, str. 1-9.

Kovačević, V., Rastija, M. (2014.): Žitarice, Osijek, Kukuruz: Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet, 2014. str. 125-192.

McGrath, C., Butler, J., Havlovic, B., J., (2006): Twin-Row Corn Study, Iowa State Research Farm Progress Reports, 1004.

---

Milenković, B., Barač, S. (2010.): Uticaj brzine rada setvenih agregata na ostvareni prinos kukuruza. Poljoprivredna tehnika, 35(2): 73-77.

Pessina, D., Facchinetti, D., Giordano, D., (2014): Report of field testing PNEUMATIC TWIN-ROW PRECISION PLANTER MATERMACC MS8250 TWIN ROW, Milano: Università degli Studi di Milano Statale, Dipartimento di Scienze Agrarie e Alimentari – Produzione, Territorio, Agroenergia, 2014. str 1-9.

Schrödl, J. (1993.): Was ist beim Kauf und beim Einsatz einer Einzelkornsämaschine zu beachten? Einzelkorn-sämaschinen. DLG Prüfberichte: 3–20.

Yilmaz, S., Erayman, M., Gozubenli, H., Can, E., (2008): Twin or Narrow-Row Planting Patterns versus Conventional Planting in Forage Maize Production in the Eastern Mediterranean, Cereal Research Communications, Vol. 36, No. 1 / Hatay: Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Mustafa Kemal Univeristy, 2009. str 189-199

#### Mrežni izvori:

1. <http://www.matermacc.it> 16.5.2020.
2. <http://www.fao.org/faostat/en/#home> 16.5.2020.
3. <https://cdn.poljinos.hr/upload/documents/POLJINOS%20Katalog%202019.pdf> 16.5.2020.



---

## 8. SAŽETAK

U radu su prikazani rezultati simulacije sjetve (odstupanja od teorijskog zadanog razmaka) sa sijačicom MaterMacc Twin Row-2 u praktikumu za poljoprivrednu tehniku i obnovljive izvore energije Agrobiotehničkog fakulteta Osijek. Simulacija je obavljena pri tri brzine gibanja sijačice od 4, 6 i 8 km h<sup>-1</sup> korištenjem frakcija hibrida Os 4014 (SP- srednje plosnato, KP- krupno plosnato, SO- srednje okruglo, KO – krupno okruglo). Uporabom zrna krupno okruglog (KO) oblika i prijenosnog omjera  $i = 0,62309$  pri brzini gibanja od 4 km h<sup>-1</sup> ostvaren je najbolji prosječni razmak zrna u sjetvi od 10,884 cm s otklonom od teorijskog razmaka od + 0,015 cm s ostvarenim 100% QFI indeksom. Kod istog prijenosnog omjera krupno plosnata (KP) frakcija pri 4 km h<sup>-1</sup> imala je otklon od svega 0,055 cm u odnosu na teorijski razmak. Kod uporabe sitno okruglog (SO) oblika sjemena najbolji ostvareni prosječni razmak iznosio je 10,917 cm s otklonom od -0,018 cm. Simulacijom sjetve sa sitno plosnatim (SP) oblikom sjemena pri brzini gibanja od 6 km h<sup>-1</sup> ostvaren je prosječni razmak od 10,967 cm odnosno – 0,068 cm.

Ključne riječi: MaterMacc, Twin Row, kukuruz, brzina, preciznost, standardna devijacija

---

## 9. SUMMARY

The paper presents the results of sowing simulation (deviations from the theoretical set distance) with the MaterMacc twin row-2 planter in the practicum for agricultural machinery and renewable energy sources of the Faculty of Agrobiotechnology in Osijek. The simulation was performed at three seed drill speeds of 4, 6 and 8 km h<sup>-1</sup> using the fractions of hybrid OS 4014 (SP - medium flat, KP- large flat, SO- medium round, KO - large round). Using large round (KO) grain and gear ratio  $i = 0.62309$  at a speed of 4 km h<sup>-1</sup>, the best average grain distance in sowing of 10.884 cm with a deviation from the theoretical set distance of + 0.015 cm with a 100% QFI indeks achieving. At the same gear ratio, the large flat (KP) fraction at 4 km h<sup>-1</sup> had a deviation of only 0.055 cm from the theoretical set distance. When using a medium round (SO) grain shape, the best achieved average distance was 10.917 cm with a deviation of -0.018 cm. By simulating sowing with a medium flat (SP) shape of the grain at a speed of 6 km h<sup>-1</sup>, an average distance of 10.967 cm and standard deviation of - 0.068 cm was achieved.

Keywords: MaterMacc, Twin Row, corn, speed, precision, standard deviation

---

**10. POPIS TABLICA**

Tablica 1. Tehničke karakteristike sijačica serije <i>MS 8100 Twin Row</i> .....	10
Tablica 2. Vrednosti indeksa kvalitete sjetve za ocijenjivanje.....	12
Tablica 3. Teorijski razmak sjetve unutar reda (cm) kod sjetvenih .....	13
Tablica 4. Statističke odlike zrna krupne okrugle (KO) frakcije hibrida Os 4014.....	15
Tablica 5. Statističke odlike zrna krupno plosnate (KP) frakcije hibrida Os 4014.....	16
Tablica 6. Statističke odlike sitno okruglog zrna (SO) frakcije hibrida Os 4014 .....	16
Tablica 7. Statističke odlike sitnog plosnatog zrna (SP) frakcije hibrida Os 4014.....	17
Tablica 8. Statističke vrijednosti sjetve frakcije KO hibrida Os 4014 pri različitim brzinama gibanja u sjetvi i očekivanom teorijskom razmaku .....	18
Tablica 9. Statističke vrijednosti razmaka zrna pri sjetvi krupno plosnate frakcije (KP) hibrida Os 4014 pri različitim brzinama gibanja sijačice u odnosu .....	20
Tablica 10. Statističke vrijednosti razmaka zrna pri sjetvi sitno okrugle frakcije (SO) hibrida Os 4014 pri različitim brzinama gibanja sijačice u odnosu na očekivani teorijski razmak .....	22
Tablica 11. Statističke vrijednosti razmaka zrna pri sjetvi sitno plosnate frakcije (SP) hibrida Os 4014 pri različitim brzinama gibanja sijačice u odnosu na očekivani teorijski razmak .....	24
Tablica 12. Postotni udio zabilježenih razmaka u sjetvi s obzirom na brzinu gibanja sijačice i radnog omjera pogonskog kotača i sjetvene ploče .....	28

---

## 11. POPIS SLIKA

Slika 1. Sitno plosnata frakcija sjemena hibrida Os 4014.....	6
Slika 2. Krupno plosnata frakcija sjemena hibrida Os 4014.....	7
Slika 3. Sitno okrugla frakcija sjemena hibrida Os 4014.....	7
Slika 4. Krupno okrugla frakcija sjemena hibrida Os 4014.....	8
Slika 5. Glavni sustavi sijačice MaterMacc Twin Row-2.....	9
Slika 6. Izgled sjetve u udvojenim redovima (lijevo).....	9
Slika 7. Pogonski sustav ventilatora i voznog kotača kod sijačice MaterMacc Twin row – 2 12	
Slika 8. Prikaz potrebnih kombinacija lančanika kod izbora različitih otvora na sjetvenoj ploči za ostvarenje željenog razmaka unutar reda pri opsegu pogonskog kotača od 165 cm.....	14
Slika 9. Prikaz teorijskog i ostvarenog prosječnog razmaka zrna u sjetvi s.....	19
Slika 10. Prikaz teorijskog i ostvarenog prosječnog razmaka zrna u sjetvi s.....	19
Slika 11. Prikaz teorijskog i ostvarenog prosječnog razmaka zrna u sjetvi s.....	21
Slika 12. Prikaz teorijskog i ostvarenog prosječnog razmaka zrna u sjetvi s.....	21
Slika 13. Prikaz teorijskog i ostvarenog prosječnog razmaka zrna u sjetvi s.....	23
Slika 14. Prikaz teorijskog i ostvarenog prosječnog razmaka zrna u sjetvi s.....	23
Slika 15. Prikaz teorijskog i ostvarenog prosječnog razmaka zrna u sjetvi s.....	25
Slika 16. Prikaz teorijskog i ostvarenog prosječnog razmaka zrna u sjetvi s.....	25
Slika 17. Prosjeci standardne devijacije odstupanja razmaka zrna u sjetvi pri različitim brzinama gibanja sijačice.....	26
Slika 18. Prosjeci standardne devijacije odstupanja razmaka zrna u sjetvi pri različitim brzinama gibanja sijačice.....	27

---

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA  
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku  
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek  
Diplomski rad  
Sveučilišni diplomski studij, smjer Mehanizacija

Simulacija sjetve sijačice MaterMacc Twin Row – 2 na ispitnom stolu

Marko Kovačević

**Sažetak:**

U radu su prikazani rezultati simulacije sjetve (odstupanja od teorijskog zadanog razmaka) sa sijačicom MaterMacc Twin Row-2 u praktikumu za poljoprivrednu tehniku i obnovljive izvore energije Agrobiotehničkog fakulteta Osijek. Simulacija je obavljena pri tri brzine gibanja sijačice od 4, 6 i 8 km h<sup>-1</sup> korištenjem frakcija hibrida Os 4014 (SP- srednje plosnato, KP- krupno plosnato, SO- srednje okruglo, KO – krupno okruglo). Uporabom zrna krupno okruglog (KO) oblika i prijenosnog omjera  $i = 0,62309$  pri brzini gibanja od 4 km h<sup>-1</sup> ostvaren je najbolji prosječni razmak zrna u sjetvi od 10,884 cm s otklonom od teorijskog razmaka od + 0,015 cm s ostvarenim 100% QFI indeksom. Kod istog prijenosnog omjera krupno plosnata (KP) frakcija pri 4 km h<sup>-1</sup> imala je otklon od svega 0,055 cm u odnosu na teorijski razmak. Kod uporabe sitno okruglog (SO) oblika sjemena najbolji ostvareni prosječni razmak iznosio je 10,917 cm s otklonom od -0,018 cm. Simulacijom sjetve sa sitno plosnatim (SP) oblikom sjemena pri brzini gibanja od 6 km h<sup>-1</sup> ostvaren je prosječni razmak od 10,967 cm odnosno – 0,068 cm.

**Rad je izrađen pri:** Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

**Mentor:** prof. dr. sc. Đuro Banaj

**Broj stranica:** 39

**Broj slika:** 18

**Broj tablica:** 12

**Broj literaturnih navoda:** 17

**Broj priloga:** 0

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Ključne riječi:** MaterMacc, Twin Row, kukuruz, brzina, preciznost, standardna devijacija

**Datum obrane:** 4. rujna 2020.

**Stručno provjerenstvo:**

1. doc. dr. sc. Vjekoslav Tadić, predsjednik
2. prof. dr. sc. Đuro Banaj, mentor
3. prof. dr. sc. Dražen Horvat., član

**Rad je pohranjen u:** Knjižnica Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1.

---

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek  
Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek  
University Graduate Studies, course Mehanization

Graduate thesis

Simulation of sowing with the MaterMacc Twin Row – 2 sowing machine at the test table

Marko Kovačević

**Abstract:**

The paper presents the results of sowing simulation (deviations from the theoretical set distance) with the MaterMacc twin row-2 planter in the practicum for agricultural machinery and renewable energy sources of the Faculty of Agrobiotechnology in Osijek. The simulation was performed at three seed drill speeds of 4, 6 and 8 km h<sup>-1</sup> using the fractions of hybrid OS 4014 (SP - medium flat, KP- large flat, SO- medium round, KO - large round). Using large round (KO) grain and gear ratio  $i = 0.62309$  at a speed of 4 km h<sup>-1</sup>, the best average grain distance in sowing of 10.884 cm with a deviation from the theoretical set distance of + 0.015 cm with a 100% QFI indeks achieving. At the same gear ratio, the large flat (KP) fraction at 4 km h<sup>-1</sup> had a deviation of only 0.055 cm from the theoretical set distance. When using a medium round (SO) grain shape, the best achieved average distance was 10.917 cm with a deviation of -0.018 cm. By simulating sowing with a medium flat (SP) shape of the grain at a speed of 6 km h<sup>-1</sup>, an average distance of 10.967 cm and standard deviation of - 0.068 cm was achieved.

**Thesis performed at:** Faculty of Agriculture in Osijek

**Mentor:** prof. dr. sc. Đuro Banaj

**Number of pages:** 39

**Number of figures:** 18

**Number of tables:** 12

**Number of references:** 17

**Number of appendices:** 0

**Original in:** Croatian

**Key words:** MaterMacc, Twin Row, corn, speed, precision, standard deviation

**Thesis defended on date:** 4<sup>th</sup> of September 2020.

**Reviewers:**

1. doc. dr. sc. Vjekoslav Tadić, president
2. prof. dr. sc. Đuro Banaj, mentor
3. prof. dr. sc. Dražen Horvat., member

**Thesis deposited at:** Library, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Vladimira Preloga 1.