

# Simulacija sjetve sijačicom PSK - OLT na ispitnom stolu

---

**Andričević, Filip**

**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:151:765697>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-23**



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 U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI U OSIJEKU

Filip Andričević

Diplomski studij Mehanizacija

**SIMULACIJA SJETVE SIJAČICOM *PSK* – *OLT* NA ISPITNOM STOLU**

**Diplomski rad**

Osijek, 2020.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI U OSIJEKU

Filip Andričević

Diplomski studij Mehanizacija

**SIMULACIJA SJETVE SIJAČICOM *PSK* – *OLT* NA ISPITNOM STOLU**

**Diplomski rad**

Osijek, 2020.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI U OSIJEKU

Filip Andričević

Diplomski studij Mehanizacija

**SIMULACIJA SJETVE SIJAČICOM *PSK* – *OLT* 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 .....	4
3. MATERIJAL I METODE.....	5
3.1. Hibrid kukuruza <i>P9911</i> .....	5
3.2. Sijačica <i>PSK - OLT</i> .....	7
3.3. Istraživanja u laboratorijskim uvjetima rada.....	15
4. REZULTATI RADA .....	18
4.1. Rezultati utvrđivanja oblika korištenog sjemena hibrida <i>P9911</i> .....	18
4.2. Simulacija sjetve na ispitnom stolu pri brzini sijačice od 4 km h <sup>-1</sup> .....	19
4.3. Simulacija sjetve na ispitnom stolu pri brzini sijačice od 6 km h <sup>-1</sup> .....	22
4.4. Simulacija sjetve na ispitnom stolu pri brzini sijačice od 8 km h <sup>-1</sup> .....	24
4.5. Simulacija sjetve na ispitnom stolu pri brzini sijačice od 10 km h <sup>-1</sup> .....	26
4.6. Simulacija sjetve na ispitnom stolu pri brzini sijačice od 12 km h <sup>-1</sup> .....	28
5. RASPRAVA.....	30
6. ZAKLJUČAK.....	31
7. POPIS LITERATURE.....	32
8. SAŽETAK .....	34
9. SUMMARY .....	35
10. POPIS TABLICA .....	36
11. POPIS SLIKA .....	37

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

BASIC DOCUMENTATION CARD

## 1. UVOD

Gospodarsko značenje kukuruza je veliko s obzirom na činjenicu da se uzgaja na značajnim površinama. Pored pšenice i riže, kukuruz je najzastupljenija žitarica na svjetskim oranicama. Kukuruz ima najveći potencijal rodности od svih žitarica te je najviše istraživana biljna vrsta u genetici i selekciji. Stvoreni su hibridi kukuruza vrlo kratke vegetacije za uzgoj u hladnijim predjelima, hibridi za određene namjene (povećan sadržaj ulja, proteina, šećera, hibridi veće lisne mase za siliranje), kao i hibridi pogodni za uzgoj na manje povoljnim tlima kao što su kisela tla, alkalna tla i slično (Kovačević i Rastija, 2017.). Kukuruz ima jako veliku raširenosti i uzgaja se u cijelom svijetu. To mu omogućuje različita duljina vegetacije, raznolika mogućnost upotrebe, kao i sposobnost uspijevanja na lošijim tlima i u nepovoljnim klimatskim uvjetima. Postoji nekoliko pretpostavki o pravom podrijetlu kukuruza, ali još uvijek nije točno razjašnjeno.

Kukuruz (*Zea mays L.*) je podrijetlom iz Centralne Amerike, a nakon otkrića američkog kontinenta prenesen je i proširen u Europu i druge kontinente. Procjenjuje se da se kukuruz u svijetu proizvodi na 130 milijuna hektara a prosječan prinos iznosi oko 3700 kg/ha. Najveći proizvođači kukuruza su SAD (28 milijuna ha), Kina (19 milijuna ha) i Brazil (12,5 milijuna ha). U Hrvatskoj se kukuruz prvi put pojavio u Dalmaciji 1572. godine gdje su ga preko Italije donijeli španjolski trgovci (Gagro, 1998.). Zemljišni i klimatski uvjeti za proizvodnju kukuruza u Hrvatskoj su među najboljima u svijetu. Prosječni prinos kukuruza u Hrvatskoj veći je od onoga u Europi, i iznosi 6,1 t/ha. U zadnjih nekoliko godina povećava se proizvodnja silažnog kukuruza zbog razvoja biopostrojenja i bioenergije u Hrvatskoj. (Kovačević i Rastija, 2016.). Kukuruz, nakon pšenice i riže zauzima najveće površine. Površine zasijane kukuruzom stalno se povećavaju jer mnoge zemlje žele proizvesti dovoljno kukuruza za svoje potrebe te se prinosi stalno povećavaju. Trajanje vegetacije kukuruza je kod najranijih hibrida 60-70 dana, a kod najkasnijih 300 do 330 dana, dok visina biljaka varira od 0,5 m do 7 m. Kukuruz je jednogodišnja biljka jarog tipa razvica, a njegova dužina vegetacije od nicanja do pune zriobe ovisi od osobine sorte, odnosno hibrida, s jedne strane, i uvjeta uzgoja s druge strane. Po dužini vegetacije sve hibride kukuruza može se razvrstati u rane, srednje rane i kasne vegetacije. Pod vrlo ranim hibridima podrazumijevaju se hibridi s vremenom vegetacije od 90-110 dana, a pod srednje ranim s vegetacijom 120-135 dana te kasnim 135-145 dana. Prema dužini vegetacije hibridi mogu biti rani, srednje rani, srednje kasni i kasni, a podjela je u dvanaest vegetacijskih FAO skupina. Oznaka FAO

100 je za najranije hibride sve do oznake FAO 1200 za najkasnije hibride. Hibridi se svrstavaju u vegetacijske skupine dozrijevanja prema datumu svilanja i sadržaju vode u zrnu u zriobi. Na osječkom području FAO skupine se međusobno razlikuju gledajući vrijeme dozrijevanja 7 do 10 dana (Kovačević i Rastija, 2017.) Savjetodavna služba (2016.) tvrdi da je sjetva jedan od najbitnijih koraka u proizvodnji kukuruza. Dobra i kvalitetna sjetva osigurava povoljne uvjete za rast i razvoj biljaka. Da bi se spriječili problemi tijekom sezone sjetve potrebna je dobra priprema i podešavanje sijačice. Tehnološka zrelost za proizvodnju suhog zrna je najrašireniji način korištenja kukuruza na našim prostorima. Nastupa u vrijeme kada je vlaga zrna takva da se berbom postižu najviši prinosi uz najmanje gubitke zbog lomljenja ili polijeganja biljaka, mogućeg ispadanja klipova iz komušine i/ili ispadanja zrna iz klipova pri njihovom vršenju.

Sjetva je ključna agrotehnička mjera jer propusti u ovoj fazi mogu imati velike posljedice na kraju vegetacije. Postoji više načina sjetve, kod nas se sjetva uglavnom obavlja pneumatskim i mehaničkim sijačicama. Za kvalitetno obavljanje sjetve potrebno je pravilno i precizno podesiti sijačicu. Samo pravilno podešenom sijačicom može se ostvariti potreban sklop odnosno broj zrna po jedinici površine. Broj zrna po jedinici površine ovisi o više čimbenika kao što su kultura koju sijemo, sorta, duljina vegetacije, uvjeti na parceli u samoj sjetvi i dr. Sjetvu treba započeti kada su temperature sjetvenog sloja veće od 10 stupnjeva. Ukoliko nakon sjetve vlada hladnije vrijeme ili je sjetva obavljena na veću dubinu, razdoblje od klijanja do nicanja se produžuje. Sjetva kukuruza se obavlja na dubinu 5-8 cm, što ovisi o svojstvima tla, vremenu sjetve i predsjetvenoj pripremi. Pliće se sije na vlažnim i teškim tlima, a na sušnim i lakšim tlima sije se dublje. Bitno je da sjeme dođe u dodir sa vlagom tla. (Butorac, 1999). Rana sjetva kukuruza ima niz prednosti. Ranijom sjetvom se omogućuje i ranije vršenje sa manjom vlažnosti zrna. Ranijom sjetvom osiguravamo ranije klijanje i nicanje, bolje korištenje zimske vlage, ranije metličanje, svilanje, cvatnju i oplodnju pa se izbjegavaju velike vrućine i suh zrak u najosjetljivijim fazama razvoja kukuruza. Kukuruz se sije sijačicama (mehaničkim ili pneumatskim) na međuredni razmak od 70 cm (Zimmer i sur., 1997.). Negativna strana rane sjetve je moguća pojava hladnijeg vremena što može negativno djelovati na razvoj kukuruza. Problem može nastati pojavom kasnog proljetnog mraza te samim time do propadanja usjeva. Najbolje je ako se sjetva kukuruza obavi u optimalnom agrotehničkom roku. U sjeverozapadnijim krajevima to je od polovice do kraja travnja, a za istočni dio Hrvatske od 10. travnja do 25. travnja To je kalendarski optimalan

rok sjetve kukuruza. Sjetvu treba započeti kada su temperature sjetvenog sloja veće od 10 stupnjeva (Butorac, 1999.).

Pneumatske sijačice moraju zadovoljiti sljedećim tehnološkim zahtjevima da bi sjetva bila kvalitetno obavljena (Zimmer i sur., 2009.):

- u sjetvi ne smiju oštetiti sjemenke,
- u što većem postotku izdvajati sjemenku jednu po jednu,
- dubina brazdice treba biti podesiva, jer se u stvari tako podešava dubina sjetve,
- položeno sjeme treba zagrnuti i pritisnuti, i
- broj sjemenki u redu mora biti podesiv s obzirom na prijedeni put



## 2. PREGLED LITERATURE

U suvremenim uvjetima proizvodnje kukuruza, priprema i podešavanje sijačice jedan je od važnijih čimbenika. Posebno se treba obratiti pozornost na sjetveni aparat koji služi za izuzimanje sjemena kako bi isto bilo pravilno uloženo u tlo. Odabir sjetvenih ploča sa odgovarajućim brojem i razmakom direktno utječe na odabir hibrida, te pravilno odabran prijenosni omjer između pogonskog kotača i ulagača sjemena, jedno su od ključnih zahvata podešavanja sijačice. Prije odabira sjetvenih ploča potrebo je obratiti pozornost na veličinu sjemena (malo, srednje i veliko ), i oblik sjemena (ravan ili okrugao).

Ogrizović, B. (2015.) proveo je istraživanje kvalitete sjetve u okolici Sombora primjenom sijačice *PSK-OLT 6*. Sjetva je planirana s teorijskim sklopom od 74 000 biljaka ha<sup>-1</sup>. Prema dobivenim rezultatima sjetve, sijačica je ostvarila *QFI indeks* preko 91 %, gdje je prinos bio 14 102 kg ha<sup>-1</sup>.

Jurković, D. i sur. (2017.) su proveli istraživanje u Bosni i Hercegovini (okolica Odžaka). Primijenili su metodu standardne sjetve od kojih je međuredni razmak bio 70 cm i hibridi kukuruza *Pionner P0412* i *BC 525* na teorijski sklop biljaka od 61 000 biljaka ha<sup>-1</sup>. Ostvareni prinosi su bili za hibrid *Pionner P0412* 15 798 kg ha<sup>-1</sup> i prinos za hibrid *BC 525* 14 579 kg ha<sup>-1</sup>.

Banaj, A. i sur. (2017.a) istraživali su brzinu kretanja na kvalitetu sjetve kukuruza standardnom sjetvom u okolici Osijeka sa hibridima *Pioneer P0023* i *P0412* s teorijskim sklopom od 60 705 biljaka ha<sup>-1</sup>. Navode kako se sjetva obavljala tijekom 2016. godine (uz izvrsne uvjete za proizvodnju kukuruza), te veće prinose uz standardnu sjetvu hibrida *P0023* kod kojeg je prinos bio 13 814 kg ha<sup>-1</sup> i hibrida *P0412* kod kojeg je prinos bio 15 427 kg ha<sup>-1</sup>. Tijekom iste godine Banaj, A. i sur (2017.b) istraživali su kvalitetu standardne sjetve s teorijskim sklopom od 62 835 biljaka ha<sup>-1</sup>, ali primjenom drugih hibrida koji su bili *KWS Kamparis (FAO 380)* i *KWS Balasco (FAO 410)*. Prinos primjenom standardne sjetve za hibrid *KWS Kamparis* iznosio je 12 457 kg ha<sup>-1</sup>, te je prinos hibrida *KWS Balasco* iznosio 13 718 kg ha<sup>-1</sup>.

### 3. MATERIJAL I METODE

#### 3.1. Hibrid kukuruza *P9911*

*Pioneer* hibrid kukuruza *P9911*, tvrdi zuban iz *FAO 480*, osigurava kvalitetan i rekordan prinos. Pogodan je za uzgoj na području čitave Hrvatske. Preporuča se za ishranu stoke. Nova zvijezda koja dolazi. Hibrid sa vrlo visokim potencijalom rodosti u svim uvjetima uzgoja. Zrno je u tipu tvrdog zubana odlične kvalitete. Hibrid koji se može brati u klip. Stabljika je viša sa izraženim "stay green" efektom, pa se može koristiti i za spremanje kvalitetne silaže. Tolerantnost na sušu je iznadprosječna. Odlična adaptabilnost omogućava uzgoj na području čitave Hrvatske. Zbog iznadprosječne kvalitete zrna i visokih prinosa preporuča se za ishranu stoke. Preporučuje se svima koji su sijali dobro poznati hibrid *PR37M34* s napomenom da je ovaj hibrid malo kasniji. Preporučeni sklop: 65-70.000 biljaka/ha. (Agroklub, 2014.)

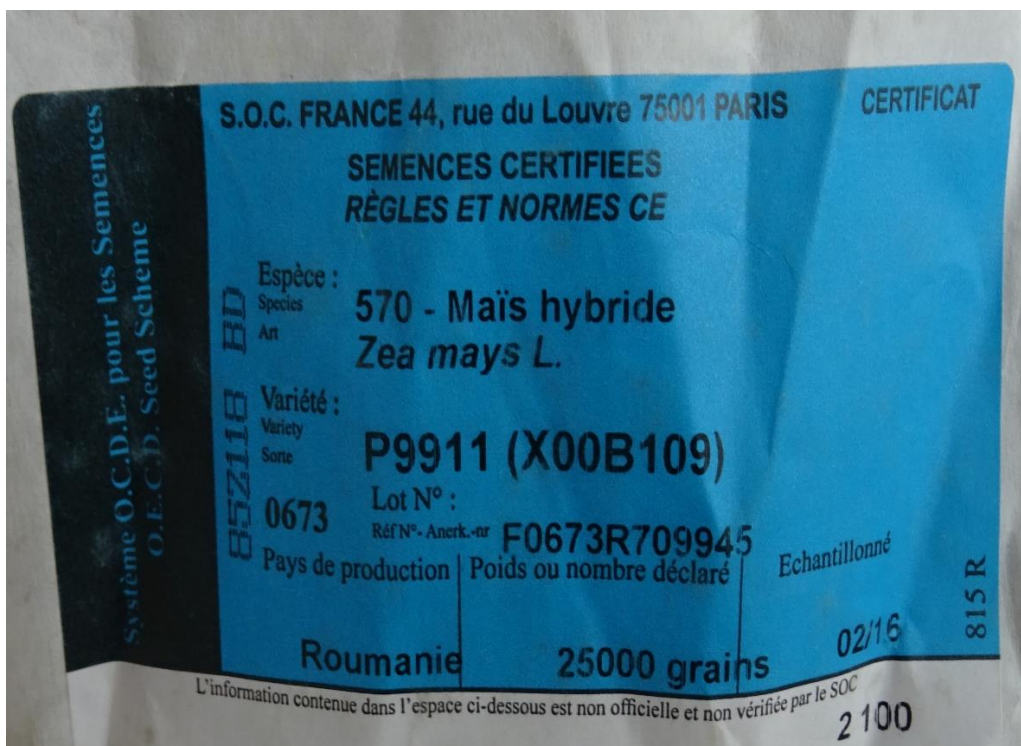
Karakteristike:

- odličan prinos
- stay green efekt
- odličan rani porast
- odlična tolerantnost na sušu



Slika 1. Sjeme hibrida *Pioneer P9911*

Izvor: (Andričević, 2020.)



Slika 2. Deklaracija hibrida *Pioneer P9911*

Izvor: (Andričević, 2020.)



Slika 3. Prikaz hibrida *Pioneer P9911* u polju

Izvor: (Banaj, A., 2020.)

### 3.2. Sijačica *PSK - OLT*

Sijačica tipa *PSK - OLT* pneumatskog je principa sjetvenog aparata koji joj omogućava univerzalnu primjenu za sve širokoredne kulture. U osnovnoj izvedbi namijenjena je za sjetvu kukuruza, a dodatnom opremom i izmjenom sjetvenih ploča omogućena je višestruka primjena i u sjetvi šećerne repe, soje, suncokreta i povrtlarskih kultura. Pneumatske sijačice mogu precizno izdvajati po jedno zrno, sjeme polažu u brazdicu sa male visine, a sijačice sa preciznim izvedbama imaju i pravilan razmak sjemenki unutar reda. Izmjenom sjetvenih ploča omogućuje se sjetva više kultura sa ovom vrstom sijačice.

*OLT - PSK* sijačica je složeni priključni stroj koji se sastoji od velikog broja pozicija i pod sklopova koji zajedno čine funkcionalnu cjelinu koju nazivamo sklop. Sijačica spada u složene strojeve radi svoje komplicirane konstrukcije i mogućnosti izvođenja radnji pri sjetvi krupno zrnatih kultura koje zahtijevaju veliku preciznost u radu.

Osnovni konstrukcijski dijelovi sijačica za ratarske kulture su:

- okvir s priključkom za radni stroj,
- spremnik za sjeme,
- uređaj za izuzimanje sjemena,
- kod pneumatskih sijačica ventilator,
- provodne cijevi s ulagačima,
- zgrtači sjemena,
- sustav za pogon uređaja za izuzimanje sjemena i
- markeri za označavanje razmaka između prohoda

Sijačica se sastoji od glavnog okvira na kojega su paralelogramski vezane sjetvene sekcije što im omogućava kopiranje uzdužnih neravnina terena. Glavni okvir kod 6, 8, i 12 redne sijačice je tzv. "plivajući" jaram a kod 12 redne sijačice dva su okvira međusobno povezana zajedničkim okvirom te je tako omogućeno slobodno kopiranje neravnina terena. Sjetveni aparati rade na principu podtlaka kojega stvara usisni ventilator pogonjen priključnim vratilom traktora.





Slika 4. PSK – OLT sijačica

Izvor: (<https://2img.net/h/i249.photobucket.com/albums/gg207/andro123456/DSC00214.jpg>)

Na Slici 4. vidljivi su osnovni dijelovi pneumatske sijačice kukuruza: radijalni ventilator; mjenjačka kutija i prijenosnici, razvodnik zračne struje, marker, sjetveni uređaj, spremnik za sjeme, ulagač sjemena, priključak sjetvenog aparata, skidač sjemena i nagazni kotač, dodatak za deponaciju mineralnog gnojiva, dodatak za deponaciju mikrogranula (Tehničko uputstvo za rukovanje i održavanje PSK sijačice, 2017.)

Sijačice svrstavamo u lake poljoprivredne strojeve, koji su najčešće nošeni strojevi. Na traktor se priključuju u 3 točke. Izuzetak su vučene sijačice s 8 i više sjetvenih tijela, koje su izvedene kao vučeni strojevi sa zasebnom posudom za sjeme. Osnovna uloga uređaja za izuzimanje sjemena iz spremnika u sjetvi je izuzimanje svakog zrna pojedinačno te njegovo odlaganje na točno određenu dubinu i unaprijed podešeni razmak unutar reda. Djelovanjem gravitacije sjeme iz spremnika dopijeva do okomite ploče, s čije jedne strane vlada podtlak, koji privlači sjemenke na otvore i drži ih sve dok one ne dođu u područje normalnog atmosferskog tlaka. Kada više nema djelovanja sile podtlaka, sjeme pada na tlo (Zimmer i sur., 1997.)

Uloga sjetvenog aparata sijačice je ta da osigurava jednolično izuzimanje sjemena. Do toga će doći ukoliko je u sjetvenom aparatu stalni pod tlak tako da sjetvena ploča iznosi po jedno zrno. Sjetveni aparat je postavljen na visokoj poziciju u odnosu na tlo iz razloga povećanja zahtjeva za diskosnim ulagačima zbog sjetve u neobrađeno tlo sa većom količinom biljnih ostataka. Kurkutović L. (2014.) utvrđuje da se princip rada bazira se na rotaciji vertikalne sjetvene ploče između komore sa podtlakom i kućišta sa sjemenom. Zrno iz rupe ispada zbog djelovanja gravitacijske sile kada otvor dođe u najnižu točku od tla. Da zrno ne bi ostalo u konusnom otvoru, a samim time bi i nedostajalo zrno u redu, u svakom kućištu sjetvene jedinice sa unutarnje strane sjetvene ploče nalazi se izbacivač zrna koja ima uloga da svako zrno izbacuje iz konusnog otvora (Ivančan i sur. 2011.)

Sjeme se uslijed razlike tlakova priljubljuje na otvore sjetvene ploče, skidač viška sjemena odstranjuje suvišne sjemenke tako da na svakom otvoru ostaje samo po jedna sjemenka, a rotacijom ploča donosi sjeme do zone normalnog atmosferskog tlaka te se sjemenka odvaja od ploče i pada u brazdicu. Zamjenom sjetvenih ploča moguće je sijati sve krupno zrnate ratarske kulture. Sjetvene se sekcije jednostavno adaptiraju za preciznu sjetvu šećerne repe i povrtlarskih kultura.



Slika 5. Sjetveni aparat *PSK - OLT* sijačice

Izvor: (Andričević, 2020.)

Sjetva je postupak polaganja sjemena u tlo na točno određenu dubinu, razmak unutar reda i razmak između redova. Da bi se kvalitetno obavila sjetva potrebno je pravilno podešavanje sijačice. Potreban razmak unutar reda podešava se pomoću računala u kabini traktora. Upisuje se potreban razmak unutar reda ili sklop koji je potreban po jedinici površine.

Pričvršćivanje sjetvenih sekcija profilnim stegama o glavnu gredu omogućuje jednostavnu promjenu međurednog razmaka u standardnom rasponu od 40-80 cm ovisno o dužini glavne grede i zahtjeva kulture koja se sije. Pri razmještanju sjetvenih sekcija na željeni međuredni razmak sijačica mora stajati na ravnoj podlozi oslonjena na potporne noge, pogonske kotače i sjetvene sekcije postavljene u radni položaj.



(Zimmer i sur., 2017.) navode da bi se održao pravilan razmak između prohoda, a kasnije olakšala njega i žetva usjeva sijačice su opremljene uređajima koji se nazivaju markeri. Markeri su uređaji koji na tlu ostavljaju trag prema kojem se vodi traktor da bi prohodi bili pravilno spojeni. Marker može biti podešen na način da se vodi sredina traktora ili prednji kotač traktora po tragu markeru. Sijačice koje su opremljene markerima imaju hidraulično podizanje i spuštanje markera. Upravljanje markerima može biti automatizirano putem elektroničkog sustava nadzora i upravljanja ili da operater sam iz kabine traktora putem hidraulike izabire sa kojom stranom markera želi raditi i da li želi spustiti odnosno podići marker. Razmak između redova mjeri se od sredine jednog do sredine susjednog ulagača sjemenom na sjetvenoj sekciji ili prema simetrali profilne stege koja spaja sjetvenu selekciju sa glavnom profilnom gredom. Nakon postavljanja sjetvenih sekcija potrebno je postaviti pogonski kotač i lančani reduktor (Slika 7.) (Tehničko uputstvo za rukovanje i održavanje PSK sijačice, 2017.).

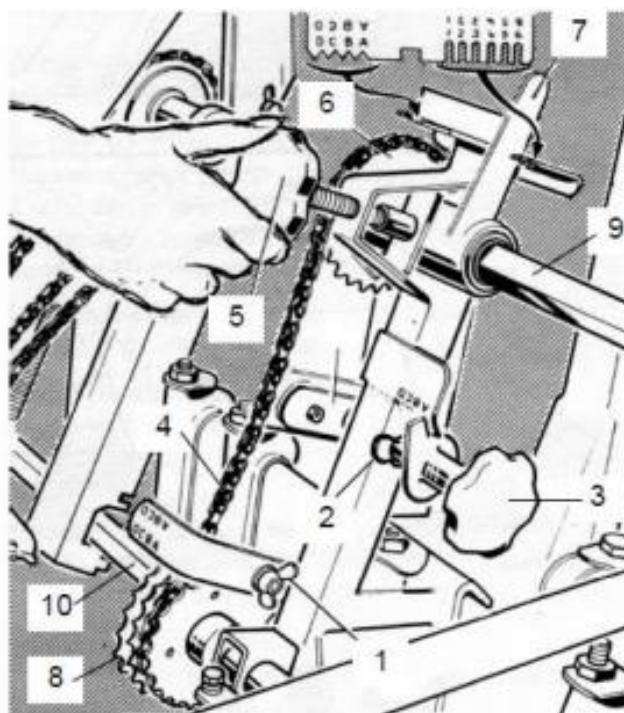


Slika 6. Hidraulični marker *PSK – OLT* sijačice

Izvor: ([https://images.kupujemprodajem.com//photos/oglas/4/70/91560704/big-91560704\\_5e568c23033f51-750606621582730079246.jpg](https://images.kupujemprodajem.com//photos/oglas/4/70/91560704/big-91560704_5e568c23033f51-750606621582730079246.jpg))



Izborom sjetvene ploče sa određenim brojem otvora te kombinacijom prijenosnog odnosa na lančanom reduktoru (Slika 7.) moguće je odabrati najbolji razmak zrna u redu ovisno o vrsti, sorti i hibridu. Prema odabranoj sjetvenoj ploči odlučuje se određeni prijenosni omjer od pogonske osovine (9) na sjetvenu osovinu (10) kako bi dobili željeni razmak zrna u redu odnosno sklop zrna po hektaru površine.



Slika 7. Podešavanje razmaka zrna u redu kod sijačice *PSK – OLT*

Izvor: (Tehničko uputstvo za rukovanje i održavanje PSK sijačice, 2017.)

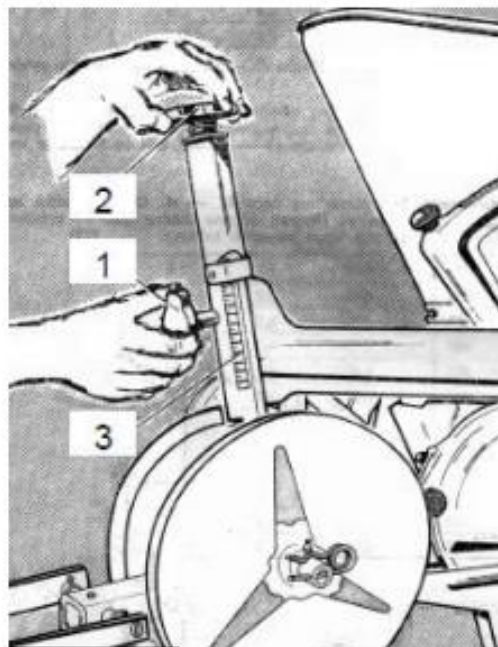
Podešavanje prijenosnog omjera vrši se sljedećem redoslijedom:

- Skinuti zaštitni lim reduktora odvijanjem krilne matice (1).
- Izvaditi “beta” zatik (2) iz provrta na rukohvatu zatezača lanca (3)
- Rukohvatom zatezača lanca (3) popustiti zategnutost prijenosnog lanca (4) okretanjem u lijevo (obrnuto kazaljci sata).
- Odvijanjem gornjeg rukohvata (5) popustiti stegu gornjeg lančanika (6).
- Prema odabranoj kombinaciji postaviti ručicu položaja (7) u gornji graničnik (oznaka 1 do 6).
- Pritegnuti gornjim rukohvatom (5) postavljeni položaj.

- Prijenosni lanac (4) postaviti na gornji (6) i donji (8) lančanik. Paziti da lanac bude na istoj slovnoj oznaci (A, B, C ili D) 6
- Rukohvat zatezača lanca (3) postaviti u graničnik sa istom slovnom oznakom kao i lanac i zategnuti okretanjem u desno (u smjeru kazaljke sata).
- Vratiti “beta” zatik (2) u provrt na rukohvatu zatezača lanca (3)
- Po mogućnosti (ako se podigne sijačica hidraulikom) okretanjem pogonskog kotača provjeriti funkcionalnost postavljene kombinacije.
- Vratiti zaštitni lim reduktora na nosač i pritegnuti krilnu maticu (1).

Regulacija dubine sjetve se vrši sljedećim redoslijedom:

- Popustiti donji rukohvat
- Okretanjem gornjeg rukohvata postiže se željeni položaj nagaznih kotača u odnosu na dnu raonika. Podizanjem kotača postiže se dubina sjetve.
- Ponovno pritegnuti donji rukohvat
- Prema očitanoj vrijednosti na skali podesiti položaje nagaznih kotača na ostalim sjetvenim sekcijama
- Ostvarenu dubinu sjetve provjeriti otkopavanjem zrna u brazdici



Slika 8. Podešavanje dubine sjetve kod PSK - OLT sijačice

Izvor: (Tehničko uputstvo za rukovanje i održavanje PSK sijačice, 2017.)

Dubina sjetve je najčešće 5 do 10 puta veća od dužine sjemenke. Nakon što je sjemenka polegnuta u sjetveni sloj, potrebno ju je pritisnuti, a to se obavlja nagaznim kotačima različitih izvedbi. Uz pritiskujuće kotače nalazi se i regulator dubine sjetve, a sastoji se od ručice za podešavanje i ručice za fiksiranje podešene dubine. *PSK* sijačice imaju ugrađen i potiskujući kotačić koji se nalazi neposredno iza ulagača sjemena, a omogućuje bolji kontakt sjemenki s tvrdom posteljicom. Postoji i opruga ugrađena u paralelogramski sustav sijačice, a njegov je zadatak dodatno opteretiti ili rasteretiti sijaće tijelo, što utječe na dubinu prodiranja ulagača (Zimmer i sur., 1997.)

Pravila za održavanje sijačice su sljedeća:

- Svakodnevno po završetku rada preporučuje se pražnjenje i čišćenje spremnika sjemena i kućišta sjetvenog aparata.
- Svakodnevno, ako se pri sjetvi koriste uređaji za gnojivo ili za mikrogranularne pesticide, obavezno je po završetku rada očistiti ih radi higroskopnosti i korozivnosti sredstva koja se koriste te podmazati sve pokretne dijelove.
- Povremeno, naročito kod novoga remena ventilatora, kontrolirati i regulirati zategnutost remena.
- Povremeno provjeriti zategnutost vijčanih spojeva.
- Tijekom sjetvenih radova neophodno je obratiti pažnju na podmazivanje.“

Sjetvena ploča ima otvore po svome obodu, a veličina i broj rupa na sjetvenoj ploči ovise o kulturi koja se sije. Sjetvena ploča se okreće na osovini oko svoje vodoravne osi. Kod ovog načina rada sjetvena ploča dijeli donji dio spremnika na dva dijela. S jedne strane podijeljenog spremnika se nalazi sjeme, a s druge strane kućišta se nalazi provodna cijev kroz koju struji zrak koju stvara ventilator. Da ne bi došlo do tzv. "duplih zrna" u sjetvi na svakoj sjetvenoj jedinici uz sjetvenu ploču nalaze se skidači viška sjemena sa rupe na sjetvenoj ploči. Skidači se mogu podešavati približavanjem ili udaljavanjem od otvora na sjetvenoj ploči. Podešavanje skidača ovisi o veličini zrna koje se sije. Zbog ovoga je važno za kvalitetnu sjetvu koristiti kalibrirano sjeme kako bi bile što manje razlike u veličina zrna koje sijemo, a sjetva što kvalitetnije obavljena.

### 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 je korištena sijačica *PSK - OLT* (4 reda).

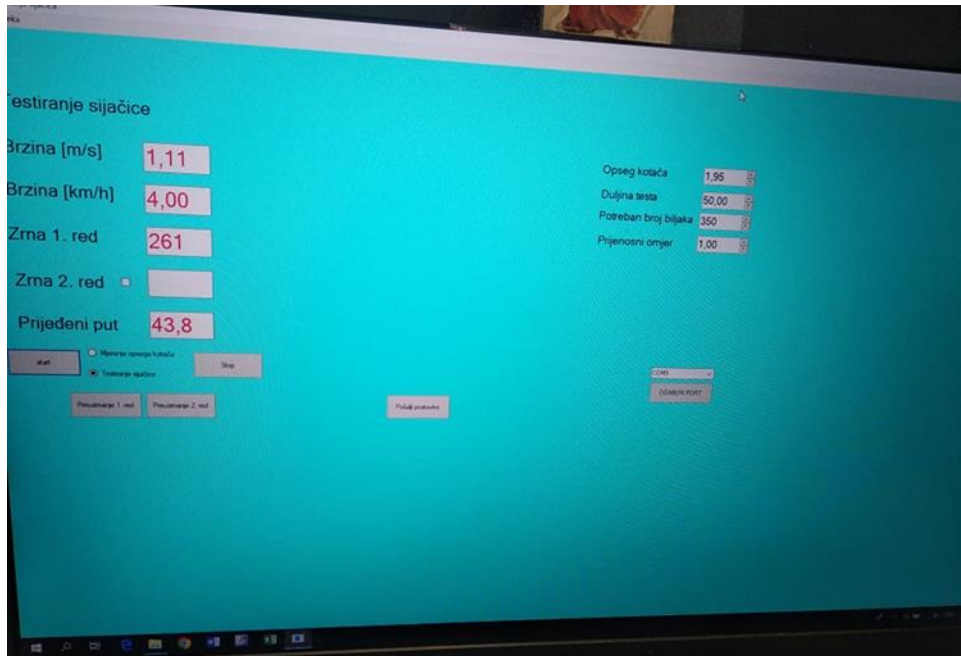


Slika 9. *PSK - OLT* sijačica na ispitnom stolu

Izvor: (Andričević, 2020.)

U istraživanju je korištena *PSK - OLT* pneumatska, od koje je testiran jedan sjetveni aparat. U istraživanju se primjenjuje metoda koja je propisana *ISO* standardom 7256-1:1984 za sijačice s pojedinačnom sjetvom koja se još naziva i metodika standardne sjetve (*Sowing equipment – Test methods – Part 1: Single seed drills*).

Za mjerenje razmaka sjemena pod utjecajem eksploatacijskih čimbenika korišten je program za testiranje sijačice. Senzor sjemena očitava količinu uložnog sjemena i razmak u redu i brzinu rada sijačice što onda prikazuje vrijednosti u programu za testiranje sijačice prikazane na Slici 10.



Slika 10. Program za simulaciju sjetve

Izvor: (Andričević, 2020.)

Za vrijeme utvrđivanja eksploatacijskih čimbenika kod pneumatske podtlačne precizne sijačice *PSK - OLT* pogon ventilatora je ostvaren pomoću elektromotora sa reduktora prikazanog na Slici 11.



Slika 11. Prikaz pogonskog sustava ventilatora pri ispitivanju u laboratoriju

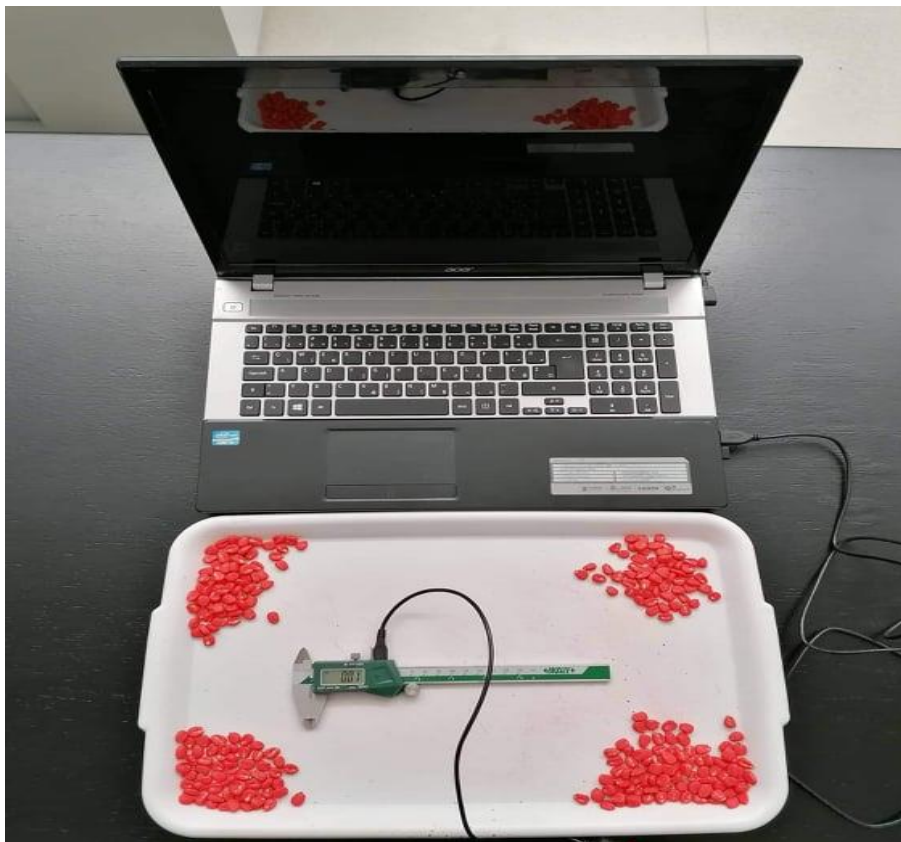
Izvor: (Andričević, 2020.)



## 4. REZULTATI RADA

### 4.1. Rezultati utvrđivanja oblika korištenog sjemena hibrida *P9911*

Simulacija sjetve na ispitnom stolu sa sijačicom *PSK-OLT* obavljena je u centralnom praktikumu za poljoprivrednu tehniku i obnovljive izvore energije. Pri istraživanju korišten je hibrid *P 9911* tvrtke „*Pioneer*“. Utvrđene vrijednosti mjerenjem oblika sjemena hibrida kukuruza *P 9911* postignute su sa digitalnim pomičnim mjerilom i vidljive su u Tablici 1.



Slika 12. Mjerenje oblika sjemena hibrida kukuruza *Pionner P 9911* uz pomoć digitalnog pomičnog mjerila

Izvor: (Andričević, 2020.)

Tablica 1. Statističke odlike sjemena kukuruza frakcije hibrida *Pioneer P9911*

Oznaka	Širina (mm)	Dužina (mm)	Debljina (mm)
$\bar{x}$	8,975	11,560	5,891
Median	9,910	11,500	5,900
Mod	9,900	11,350	5,820
s.d.	0,387	0,955	0,345
KV (%)	5,45	7,89	7,36
Varijanca	0,234	0,817	0,329
Rang	3,270	5,200	1,370
Minimum	7,27	8,44	3,81
Maksimum	10,75	13,64	5,68
Očekivana vrijednost aritmetičke sredine (pouzdanost 95 %, mm)	8,827 – 9,225	11,471 – 11,554	5,856 – 5,927

Iz Tablice 1. vidljivo je kako je krupno plosnato sjeme hibrida *Pioneer P9911* prosječne širine 8,975 mm, dužine 11,560 mm i debljine 5,891 mm. Očekivana vrijednost dužine aritmetičke sredine (pouzdanosti od 95 %) iznosila je 11,471 – 11,554 mm, te širine od 8,827 – 9,224 mm i debljine 5,856 – 5,927.

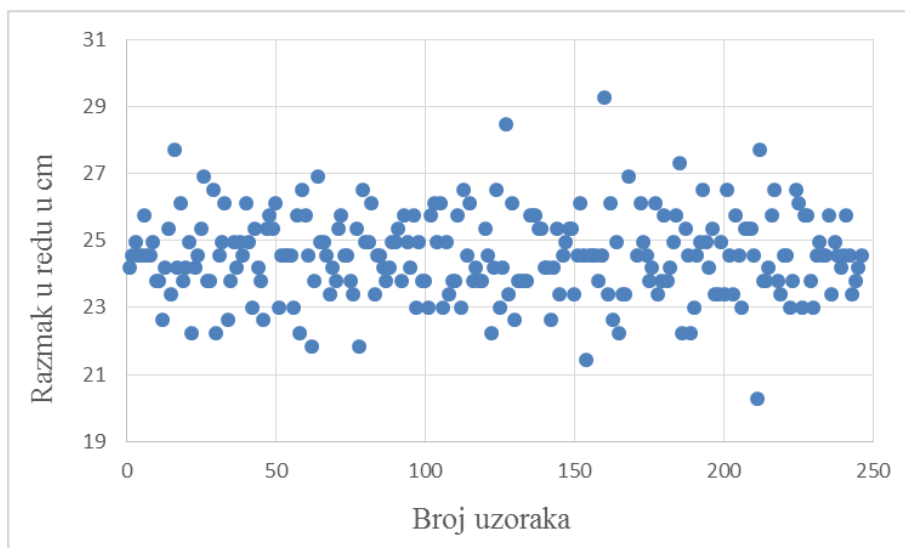
#### 4.2. Simulacija sjetve na ispitnom stolu pri brzini sijačice od 4 km h<sup>-1</sup>



Pri simulaciji sjetve na ispitnom stolu sijačicom *PSK – OLT* , brzinom sjetve od 4 km h<sup>-1</sup> te različitim prijenosnim oznakama mjenjača postignute su vrijednosti prikazane u Tablici 2.

Tablica 2. Ostvareni razmaci zrna, pri brzini rada sijačice od 4 km h<sup>-1</sup> pri simulaciji sjetve kukuruza na ispitnom stolu s lančanikom z-24 na spojci gornjeg vratila i pri uporabi sjetvene ploče od 22 otvora ø 5,5 mm

Prijenosna oznaka mjenjača	$\bar{x}$	Median	Mod	s.d.	KV (%)	Varijanca	Rang	Minimum	Maksimum	Očekivana vrijednost aritmetičke sredine (pouzdanost 95 %)	
<b>3B</b>	12,294	12,09	12,09	1,380	11,22	1,906	23,40	2,73	26,13	12,251	12,336
<b>4A</b>	13,390	13,260	13,26	1,590	11,87	2,530	27,69	2,34	30,03	13,339	13,441
<b>2C</b>	14,400	14,43	14,43	1,443	10,02	2,084	27,30	2,34	29,64	14,352	14,448
<b>4B</b>	16,863	16,77	16,77	1,6083	9,54	2,586	35,88	1,95	37,83	16,805	16,921
<b>2A</b>	18,201	18,33	18,33	1,590	8,74	2,528	35,49	2,34	37,83	18,142	18,261
<b>3C</b>	19,607	19,50	19,89	1,515	7,73	2,296	37,83	1,56	39,39	19,548	19,666
<b>2D</b>	21,043	21,06	21,06	1,693	8,05	2,866	40,17	3,12	43,29	20,975	21,111
<b>4C</b>	26,539	26,52	26,13	2,075	7,82	4,307	30,42	2,34	32,76	26,445	26,633
<b>3D</b>	28,473	28,47	28,08	2,142	7,52	4,588	53,82	3,51	57,33	28,373	28,574



Sjetvena ploča:  $n=22$ ,  $\varnothing=5,5$  mm, Brzina sjetve  $4 \text{ km h}^{-1}$ , Prijenosna kombinacija 3B

Slika 13. Prikaz rasporeda zrna u sjetvi hibrida *P9911 (Pioneer)* sa prijenosnom oznakom mjenjača 3B, brzinom kretanja agregata od  $4 \text{ km h}^{-1}$  i sjetvenom pločom od 22 otvora  $\varnothing$  5,5 mm

Tablica 3. Rezultati mjerenja ostvarenih razmaka u sjetvi pri brzini gibanja sijačice od 4, 6, 8, 10 i  $12 \text{ km h}^{-1}$  pri prijenosnom omjeru mjenjača 3B

Brzina gibanja ( $\text{km h}^{-1}$ ) – oznaka mjenjača	4 – 3B	6 – 3B	8 – 3B	10 – 3B	12 – 3B
Teorijski razmak (cm)	12,270	12,270	12,270	12,270	12,270
Dobiveni razmak (cm)	12,294	12,324	12,224	13,322	16,103
Otklon (cm)	0,024	0,054	-0,046	1,052	3,833
Standardna devijacija	1,380	2,097	3,649	5,010	6,910

Sjetvena ploča  $n=22$   $\varnothing$  5,5 mm, Prijenosna kombinacija 3B

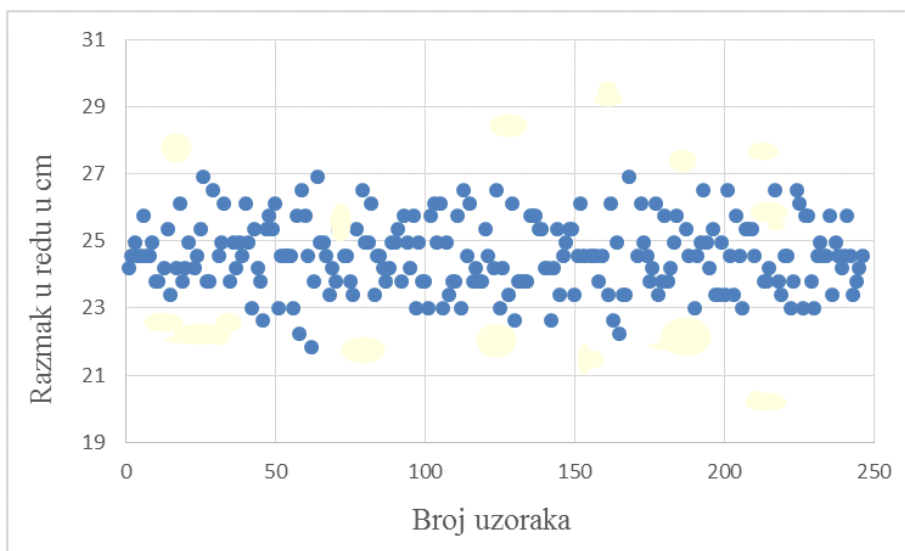
Pri brzini gibanja sijačice od 4, 6, 8, 10 i  $12 \text{ km h}^{-1}$  primjenom sjetvene ploče  $n=22$  promjera otvora 5,5 mm, prijenosne kombinacije 3B, ostvaren je najveći prosječni razmak sjemena od 16,103 cm, kombinacija koja se pokazala najbolja sa najmanje odstupanja uz zadane brzine i omjere je 3B pri  $4 \text{ km h}^{-1}$ . Vrijednost standardne devijacije za navedenu kombinaciju iznosila je 1,380 cm. Očekivana vrijednost aritmetičke sredine je od 12,251 do 12,336 cm. Kod brzina 10 i  $12 \text{ km h}^{-1}$  odstupanja su ne prihvatljiva, jer su prevelika. Najveće odstupanje prosječnog razmaka iznosilo je 3,833 cm sa vrijednosti standardne devijacije 6,910 cm.

### 4.3. Simulacija sjetve na ispitnom stolu pri brzini sijačice od 6 km h<sup>-1</sup>

Pri simulaciji sjetve na ispitnom stolu sijačicom *PSK – OLT*, brzinom sjetve od 6 km h<sup>-1</sup> te različitim prijenosnim oznakama mjenjača postignute su vrijednosti prikazane u Tablici 4.

Tablica 4. Ostvareni razmaci zrna, pri brzini rada sijačice od 6 km/h pri simulaciji sjetve kukuruza na ispitnom stolu s lančanicom z-24 na spojci gornjeg vratila i pri uporabi sjetvene ploče od 22 otvora ø 5,5 mm

Prijenosna oznaka mjenjača	$\bar{x}$	Median	Mod	s.d.	KV (%)	Varijanca	Rang	Minimum	Maksimum	Očekivana vrijednost aritmetičke sredine (pouzdanost 95 %)	
<b>3B</b>	12,324	12,09	12,09	2,097	17,016	4,401	26,52	2,34	28,86	12,259	12,388
<b>4A</b>	13,351	13,26	13,260	2,024	15,160	4,097	28,47	0,78	29,25	13,286	13,415
<b>2C</b>	14,343	14,43	14,43	2,119	14,774	4,493	31,98	0,39	32,37	14,272	14,413
<b>4B</b>	16,784	16,77	16,77	2,042	12,166	4,171	31,98	3,12	35,1	16,710	16,857
<b>2A</b>	18,168	17,94	18,33	1,786	9,830	3,190	33,15	3,9	37,05	18,101	18,235
<b>3C</b>	19,569	19,50	19,11	2,090	10,680	4,368	34,32	4,29	38,61	19,488	19,650
<b>2D</b>	20,973	21,06	20,67	1,932	9,212	3,735	38,61	3,51	42,12	20,895	21,050
<b>4C</b>	26,469	26,52	26,91	2,241	8,467	5,022	35,10	3,12	38,22	26,367	26,570
<b>3D</b>	28,457	28,47	27,69	2,066	7,260	4,270	50,70	3,51	54,21	28,360	28,554



Sjetvena ploča:  $n=22$ ,  $\varnothing=5,5$  mm, Brzina sjetve  $6 \text{ km h}^{-1}$ , Prijenosna kombinacija 3C

Slika 14. Prikaz rasporeda zrna u sjetvi hibrida *P 9911 (Pioneer)* sa prijenosnom oznakom mjenjača 3C, brzinom kretanja agregata od  $6 \text{ km h}^{-1}$  i sjetvenom pločom od 22 otvora  $\varnothing 5,5$  mm

Tablica 5. Rezultati mjerenja ostvarenih razmaka u sjetvi pri brzini gibanja sijačice od 4, 6, 8, 10 i  $12 \text{ km h}^{-1}$  pri prijenosnom omjeru mjenjača 3C

Brzina gibanja ( $\text{km h}^{-1}$ ) – oznaka mjenjača	4 – 3C	6 – 3C	8 – 3C	10 – 3C	12 – 3C
Teorijski razmak (cm)	19,701	19,701	19,701	19,701	19,701
Dobiveni razmak (cm)	19,607	19,569	19,623	17,129	19,888
Otklon (cm)	0,094	0,132	0,078	2,572	-0,187
Standardna devijacija	1,515	2,090	2,638	4,08	5,08

Sjetvena ploča  $n=22$   $\phi 5,5$  mm, Prijenosna kombinacija 3C

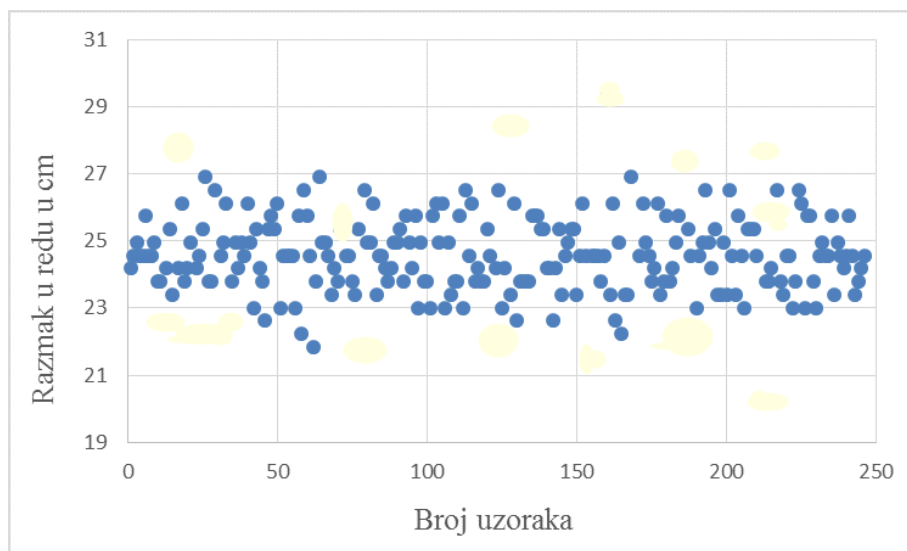
Pri brzini gibanja sijačice od 4, 6, 8, 10 i  $12 \text{ km h}^{-1}$  primjenom sjetvene ploče  $n=22$  promjera otvora 5,5 mm, prijenosne kombinacije 3C, ostvaren je najveći prosječni razmak sjemena od 19,888 cm, kombinacija koja se pokazala najbolja sa najmanje odstupanja uz zadane brzine i omjere je 3C pri  $8 \text{ km h}^{-1}$ . Vrijednost standardne devijacije za navedenu kombinaciju iznosila je 1,380 cm. Očekivana vrijednost aritmetičke sredine je od 19,520 do 19,275 cm. Kod brzine  $10 \text{ km h}^{-1}$  odstupanja su ne prihvatljiva, jer su prevelika. Najveće odstupanje prosječnog razmaka iznosilo je 2,572 cm sa vrijednosti standardne devijacije 4,08 cm.

#### 4.4. Simulacija sjetve na ispitnom stolu pri brzini sijačice od 8 km h<sup>-1</sup>

Pri simulaciji sjetve na ispitnom stolu sijačicom *PSK – OLT*, brzinom sjetve od 8 km h<sup>-1</sup> te različitim prijenosnim oznakama mjenjača postignute su vrijednosti prikazane u Tablici 6.

Tablica 6. Ostvareni razmaci zrna, pri brzini rada sijačice od 8 km h<sup>-1</sup> pri simulaciji sjetve kukuruza na ispitnom stolu s lančanikom z-24 na spojci gornjeg vratila i pri uporabi sjetvene ploče od 22 otvora ø 5,5 mm

Prijenosna oznaka mjenjača	$\bar{x}$	Median	Mod	s.d.	KV (%)	Varijanca	Rang	Minimum	Maksimum	Očekivana vrijednost aritmetičke sredine (pouzdanost 95 %)	
<b>3B</b>	12,224	12,09	11,70	3,649	29,85	13,320	33,54	1,56	35,1	12,113	12,336
<b>4A</b>	13,161	13,26	12,87	3,563	27,07	12,700	35,88	0,78	36,66	13,048	13,274
<b>2C</b>	14,281	14,04	14,04	3,433	24,04	11,787	42,90	1,17	44,07	14,167	14,395
<b>4B</b>	16,880	16,77	16,77	2,851	16,89	8,133	36,66	2,73	39,39	16,777	16,983
<b>2A</b>	18,248	18,33	17,94	2,732	14,97	7,465	36,27	3,9	40,17	18,145	18,350
<b>3C</b>	19,623	19,50	19,11	2,638	13,44	6,959	39,78	4,68	44,46	19,520	19,725
<b>2D</b>	21,043	21,06	20,28	2,637	12,53	6,956	36,66	7,02	43,68	20,937	21,149
<b>4C</b>	26,553	26,52	26,13	2,64	9,94	6,98	48,75	4,29	53,04	26,433	26,672
<b>3D</b>	28,506	28,47	28,47	2,53	8,88	6,42	46,02	10,53	56,55	28,387	28,624



Sjetvena ploča:  $n=22$ ,  $\varnothing=5,5$  mm, Brzina sjetve  $8 \text{ km h}^{-1}$ , Prijenosna kombinacija 3D

Slika 15. Prikaz rasporeda zrna u sjetvi hibrida *P9911 (Pioneer)* sa prijenosnom oznakom mjenjača 3D, brzinom kretanja agregata od  $4 \text{ km h}^{-1}$  i sjetvenom pločom od 22 otvora  $\varnothing 5,5$  mm

Tablica 7. Rezultati mjerenja ostvarenih razmaka u sjetvi pri brzini gibanja sijačice od 4, 6, 8, 10 i  $12 \text{ km h}^{-1}$  pri prijenosnom omjeru mjenjača 3D

Brzina gibanja ( $\text{km h}^{-1}$ ) – oznaka mjenjača	4 – 3D	6 – 3D	8 – 3D	10 – 3D	12 – 3D
Teorijski razmak (cm)	28,510	28,510	28,510	28,510	28,510
Dobiveni razmak (cm)	28,473	28,457	28,506	30,450	31,948
Otklon (cm)	0,037	0,053	0,04	-1,94	-3,43
Standardna devijacija	2,142	2,066	2,53	4,54	5,46

Sjetvena ploča  $n=22$   $\varnothing 5,5$  mm, Prijenosna kombinacija 3D

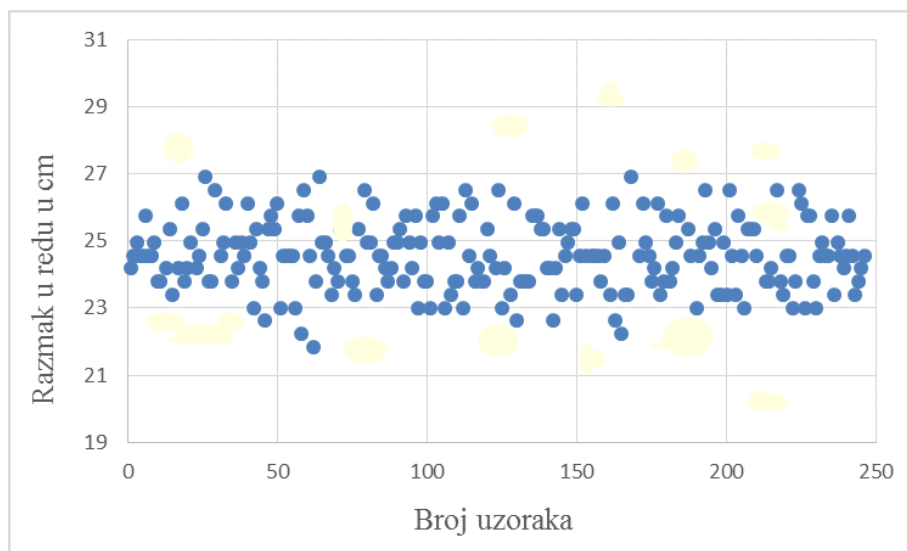
Pri brzini gibanja sijačice od 4, 6, 8, 10 i  $12 \text{ km h}^{-1}$  primjenom sjetvene ploče  $n=22$  promjera otvora 5,5 mm, prijenosne kombinacije 3D, ostvaren je najveći prosječni razmak sjemena od 31,948 cm, kombinacija koja se pokazala najbolja sa najmanje odstupanja uz zadane brzine i omjere je 3D pri  $8 \text{ km h}^{-1}$ . Vrijednost standardne devijacije za navedenu kombinaciju iznosila je 2,53 cm. Očekivana vrijednost aritmetičke sredine je od 28,387 do 28,624 cm. Kod brzina 10 i  $12 \text{ km h}^{-1}$  odstupanja su ne prihvatljiva, jer su prevelika. Najveće odstupanje prosječnog razmaka iznosilo je 3,43 cm sa vrijednosti standardne devijacije 5,46 cm.

#### 4.5. Simulacija sjetve na ispitnom stolu pri brzini sijačice od 10 km h<sup>-1</sup>

Pri simulaciji sjetve na ispitnom stolu sijačicom *PSK – OLT*, brzinom sjetve od 10 km h<sup>-1</sup> te različitim prijenosnim oznakama mjenjača postignute su vrijednosti prikazane u Tablici 8.

Tablica 8. Ostvareni razmaci zrna, pri brzini rada sijačice od 10 km h<sup>-1</sup> pri simulaciji sjetve kukuruza na ispitnom stolu s lančanikom z-24 na spojci gornjeg vratila i pri uporabi sjetvene ploče od 22 otvora ø 5,5 mm

Prijenosna oznaka mjenjača	$\bar{x}$	Median	Mod	s.d.	KV (%)	Varijanca	Rang	Minimum	Maksimum	Očekivana vrijednost aritmetičke sredine (pouzdanost 95 %)	
<b>3B</b>	13,322	12,48	12,09	5,01	37,61	25,188	42,90	0,78	43,68	13,322	13,482
<b>4A</b>	13,986	13,26	12,87	4,57	32,68	20,911	39,39	1,95	41,34	13,986	14,135
<b>2C</b>	14,920	14,43	14,43	4,68	31,37	21,906	42,9	0,78	43,68	14,762	15,079
<b>4B</b>	17,024	16,77	16,38	4,09	24,02	16,792	39,78	2,34	42,12	16,875	17,172
<b>2A</b>	18,341	18,33	17,55	4,05	22,08	16,459	54,99	1,56	56,55	18,341	18,494
<b>3C</b>	17,129	16,77	16,38	4,08	23,82	16,721	51,09	0,78	51,87	17,129	17,277
<b>2D</b>	25,458	25,35	24,18	5,34	20,98	28,607	57,33	5,07	62,4	25,458	25,694
<b>4C</b>	28,169	28,08	26,91	4,42	15,69	19,556	65,13	4,29	69,42	28,169	28,374
<b>3D</b>	30,450	30,42	28,86	4,54	14,91	20,635	54,60	4,68	59,28	30,450	30,670



Sjetvena ploča:  $n=22$ ,  $\varnothing=5,5$  mm, Brzina sjetve  $10 \text{ km h}^{-1}$ , Prijenosna kombinacija 4A

Slika 16. Prikaz rasporeda zrna u sjetvi hibrida *P9911 (Pioneer)* sa prijenosnom oznakom mjenjača 4A, brzinom kretanja agregata od  $10 \text{ km h}^{-1}$  i sjetvenom pločom od 22 otvora  $\varnothing 5,5$  mm

Tablica 9. Rezultati mjerenja ostvarenih razmaka u sjetvi pri brzini gibanja sijačice od 4, 6, 8, 10 i  $12 \text{ km h}^{-1}$  pri prijenosnom omjeru mjenjača 4A

Brzina gibanja ( $\text{km h}^{-1}$ ) – oznaka mjenjača	4 – 4A	6 – 4A	8 – 4A	10 – 4A	12 – 4A
Teorijski razmak (cm)	13,411	13,411	13,411	13,411	13,411
Dobiveni razmak (cm)	13,390	13,351	13,161	13,986	16,744
Otklon (cm)	0,021	0,06	0,25	-0,575	-3,333
Standardna devijacija	1,590	2,024	3,563	4,57	6,64

Sjetvena ploča  $n=22$   $\phi 5,5$  mm, Prijenosna kombinacija 4A

Pri brzini gibanja sijačice od 4, 6, 8, 10 i  $12 \text{ km h}^{-1}$  primjenom sjetvene ploče  $n=22$  promjera otvora 5,5 mm, prijenosne kombinacije 4A, ostvaren je najveći prosječni razmak sjemena od 16,744 cm, kombinacija koja se pokazala najbolja sa najmanje odstupanja uz zadane brzine i omjere je 4A pri  $6 \text{ km h}^{-1}$ . Vrijednost standardne devijacije za navedenu kombinaciju iznosila je 2,024 cm. Očekivana vrijednost aritmetičke sredine je od 13,286 do 13,418 cm. Kod brzina 10 i  $12 \text{ km h}^{-1}$  odstupanja su ne prihvatljiva, jer su prevelika. Najveće odstupanje prosječnog razmaka iznosilo je 3,333 cm sa vrijednosti standardne devijacije 6,64 cm.

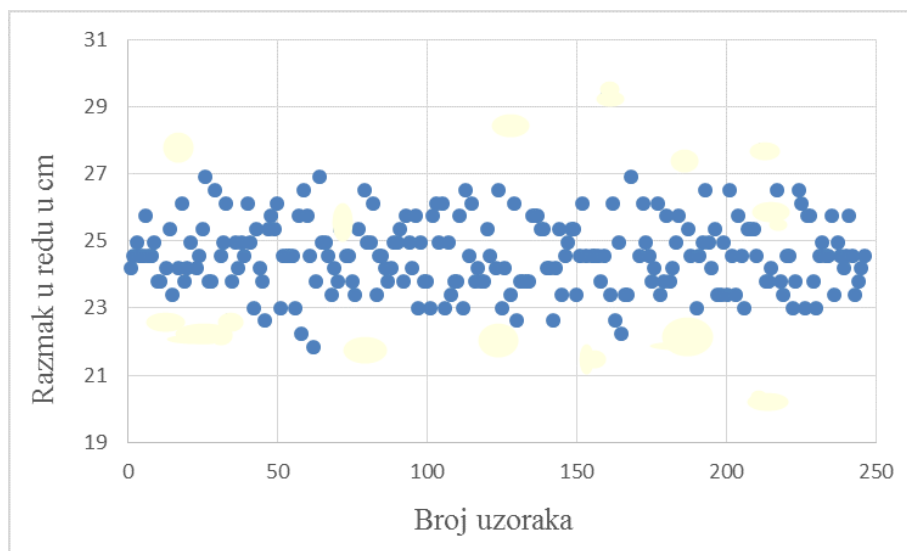


#### 4.6. Simulacija sjetve na ispitnom stolu pri brzini sijačice od 12 km h<sup>-1</sup>

Pri simulaciji sjetve na ispitnom stolu sijačicom *PSK – OLT*, brzinom sjetve od 12 km h<sup>-1</sup> te različitim prijenosnim oznakama mjenjača postignute su vrijednosti prikazane u Tablici 10.

Tablica 10. Ostvareni razmaci zrna, pri brzini rada sijačice od 12 km h<sup>-1</sup> pri simulaciji sjetve kukuruza na ispitnom stolu s lančanikom z-24 na spojci gornjeg vratila i pri uporabi sjetvene ploče od 22 otvora ø 5,5 mm

Prijenosna oznaka mjenjača	$\bar{x}$	Median	Mod	s.d.	KV (%)	Varijanca	Rang	Minimum	Maksimum	Očekivana vrijednost aritmetičke sredine (pouzdanost 95 %)	
<b>3B</b>	16,103	14,43	14,87	6,91	42,91	47,84	53,82	1,56	55,38	16,103	16,346
<b>4A</b>	16,744	15,21	13,65	6,64	39,66	44,14	54,60	1,17	55,77	16,506	16,983
<b>2C</b>	16,784	15,60	15,21	6,09	36,28	37,14	60,45	2,34	62,79	16,784	17,00
<b>4B</b>	18,960	18,33	17,16	5,79	30,54	33,60	47,97	2,34	50,31	18,960	19,182
<b>2A</b>	20,850	20,28	19,11	5,65	27,10	31,94	62,01	3,12	65,13	20,850	21,077
<b>3C</b>	19,888	19,50	19,50	5,08	25,54	25,89	51,09	2,73	53,82	19,888	20,087
<b>2D</b>	21,070	21,06	21,06	4,73	22,45	22,40	43,29	2,73	46,02	21,070	21,260
<b>4C</b>	33,512	32,76	31,98	6,57	19,60	43,28	72,54	5,46	78	33,512	33,846
<b>3D</b>	31,948	31,98	32,76	5,46	17,09	29,86	48,75	5,85	54,6	31,948	32,219



Sjetvena ploča:  $n=22$ ,  $\varnothing=5,5$  mm, Brzina sjetve  $12 \text{ km h}^{-1}$ , Prijenosna kombinacija 4B

Slika 17. Prikaz rasporeda zrna u sjetvi hibrida *P9911 (Pioneer)* sa prijenosnom oznakom mjenjača 4B, brzinom kretanja agregata od  $12 \text{ km h}^{-1}$  i sjetvenom pločom od 22 otvora  $\varnothing$  5,5 mm

Tablica 11. Rezultati mjerenja ostvarenih razmaka u sjetvi pri brzini gibanja sijačice od 4, 6, 8, 10 i  $12 \text{ km h}^{-1}$  pri prijenosnom omjeru mjenjača 4B

Brzina gibanja ( $\text{km h}^{-1}$ ) – oznaka mjenjača	4 – 4B	6 – 4B	8 – 4B	10 – 4B	12 – 4B
Teorijski razmak (cm)	16,802	16,802	16,802	16,802	16,802
Dobiveni razmak (cm)	16,863	16,784	16,880	17,024	18,960
Otklon (cm)	-0,061	0,018	-0,078	-0,222	-2,158
Standardna devijacija	1,608	2,042	2,851	4,09	5,79

Sjetvena ploča  $n=22$   $\phi$  5,5 mm, Prijenosna kombinacija 4B

Pri brzini gibanja sijačice od 4, 6, 8, 10 i  $12 \text{ km h}^{-1}$  primjenom sjetvene ploče  $n=22$  promjera otvora 5,5 mm, prijenosne kombinacije 4B, ostvaren je najveći prosječni razmak sjemena od 18,960 cm, kombinacija koja se pokazala najbolja sa najmanje odstupanja uz zadane brzine i omjere je 4B pri  $6 \text{ km h}^{-1}$ . Vrijednost standardne devijacije za navedenu kombinaciju iznosila je 2,042 cm. Očekivana vrijednost aritmetičke sredine je od 16,710 do 16,857 cm. Kod brzine  $12 \text{ km h}^{-1}$  odstupanja su ne prihvatljiva, jer su prevelika. Najveće odstupanje prosječnog razmaka iznosilo je 2,158 cm sa vrijednosti standardne devijacije 5,79 cm.

## 5. RASPRAVA

Kvaliteta sjetve kukuruza ovisi o većem broju čimbenika. Jedan od važniji je svakako izbor oblika sjemena na kojeg rukovatelj u sjetvi ne može utjecati. Podešavanje sijačice prije sjetve također direktno utječe na kvalitetu sjetve. Pozornost treba posvetiti sustavu za izuzimanje sjemenki koji se mora prilagoditi za sjetvu određenih veličina te oblika sjemena. 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. 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 sjemena 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. Preciznost sjetve sijačicom *PSK - OLT* obavljeno je pri simulaciji brzina gibanja od 4 km h<sup>-1</sup>, 6 km h<sup>-1</sup>, 8 km h<sup>-1</sup>, 10 km h<sup>-1</sup> i 12 km h<sup>-1</sup>. Početna pretpostavka bila je da će se povećanjem brzine gibanja smanjivati točnost izbacivanja sjemenki kukuruza. Najveća preciznost ostvarena je pri brzini od 4 km h<sup>-1</sup> dok je povećanjem brzine na 6, 8, 10 i 12 km h<sup>-1</sup> utvrđena smanjena preciznost raspodjele zrna unutar reda u odnosu na teorijski razmak. Dobiveni rezultati razmaka zrna kod uporabe zadanog hibrida, 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% u laboratoriju za poljoprivrednu tehniku i obnovljive izvore energije, te na temelju ostvarenih mjerenja pri simulaciji sjetve jednog sjetvenog aparata sijačice *PSK - OLT* i primjenom hibrida kukuruza „*Pioneer*“ *P 9911* možemo zaključiti;

- Krupno plosnato zrno (KP) hibrida „*Pioneer*“ *P 9911* prema dobivenim rezultatima imalo je prosječnu dužinu od 11,471 mm, širinu od 9,224 mm i debljinu od 5,927 mm.

- Dužina sjemenke imala je očekivanu vrijednost aritmetičke sredine (pouzdanost 95 %) od 11,471 do 11,554 mm.

- Standardna devijacija dužine sjemena bila je 0,955 mm, te širine 0,387 mm i debljine 0,345 mm.

- Pri brzini gibanja od 4, 6, 8, 10 i 12 km h<sup>-1</sup> primjenom sjetvene ploče  $n=22$  promjera otvora 5,5 mm, prijenosne kombinacije 3B, ostvaren je najveći prosječni razmak sjemena od 16,103 cm, kombinacija koja se pokazala najbolja sa najmanje odstupanja uz zadane brzine i omjere je 3B pri 4 km h<sup>-1</sup>. Vrijednost standardne devijacije za navedenu kombinaciju iznosila je 1,380 cm. Očekivana vrijednost aritmetičke sredine je od 12,251 do 12,336 cm. Kod brzina 10 i 12 km h<sup>-1</sup> odstupanja su ne prihvatljiva, jer su prevelika. Najveće odstupanje prosječnog razmaka iznosilo je 3,833 cm sa vrijednosti standardne devijacije 6,910 cm.

- Kod prijenosne oznake mjenjača 3C pri brzini gibanja sijačice od 4, 6, 8, 10 i 12 km h<sup>-1</sup> primjenom sjetvene ploče  $n=22$  promjera otvora 5,5 mm, ostvaren je najveći prosječni razmak sjemena od 19,888 cm, kombinacija koja se pokazala najbolja uz najmanje odstupanje prema zadanim brzinama i omjeru je 3C pri 8 km h<sup>-1</sup>. Vrijednost standardne devijacije za navedenu kombinaciju iznosila je 1,380 cm. Očekivana vrijednost aritmetičke sredine je od 19,520 do 19,275 cm. Kod brzine 10 km h<sup>-1</sup> odstupanja su ne prihvatljiva, jer su prevelika. Najveće odstupanje prosječnog razmaka iznosilo je 2,572 cm sa vrijednosti standardne devijacije 4,08 cm.

- Prema dobivenim podacima cijelog rada najveća preciznost je zabilježena pri brzini gibanja sijačice od 4 km h<sup>-1</sup>, oznake prijenosnog omjera mjenjača 3B i sjetvene ploče  $n=22$ , ( $\varnothing=5,5$  mm). Povećavanjem brzine sjetve utvrđeno je sve veće odstupanje od teorijskog razmaka.

## 7. POPIS LITERATURE

1. Banaj, A., Banaj, Đ., Petrović, D., Knežević, D., Tadić, V. (2018): Utjecaj sustava sjetve na prinos zrna kukuruza, *Agronomski glasnik*, 80 (2018), 1; 35-48 (međunarodna recenzija, prethodno priopćenje, znanstveni)
2. 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.
3. Banaj, A., Kurkutović, L., Banaj Đ., Menđušić, I. (2017.a): Application of MaterMacc Twin Row 2 seeder in corn sowing. 10. međunarodni znanstveno-stručni skup Poljoprivreda u zaštiti prirode i okoliša, Vukovar 5. – 7. lipnja 2017., 180 – 186.
4. Banaj, A., Šumanovac, L., Heffer, G., Tadić, V., Banaj Đ., (2017.b): Yield of corn grain by sowing in twin rows with MaretMacc planter. International Scientific Symposium Actual Tasks on Agricultural Engineering, Agronomy faculty in Zagreb; Opatija, Croatia, 141 – 152.
5. International Standard ISO 7256/1: Sowing equipment – Test methods – Part 1: Single seed drills (precision drills).
6. Jurković, D., Kajić, N., Banaj, A., Tadić, V., Banaj, Đ., Jović, J. (2017.): Twin Row technology maize sowing. Agriculture Symposium Agrosym 2017., Jahorina, 5. – 8. listopada 2017.
7. Kachman, S.D., Smith, J.A. (1995.): Alternative measures of accuracy in plant spacing for planters using single seed metering, University of Nebraska, 1995., Lincoln, Nebraska
8. Kovačević, V., Rastija, M. (2014.): Žitarice, Osijek, Kukuruz: Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet, 2014. str. 125-192.
9. Ogrizović, B. (2015.): Rezultati sjetve kukuruza Twin Row sijačicom u regiji Sombora. International Scientific Symposium Actual Tasks on Agricultural Engineering, Agronomy faculty in Zagreb; Opatija, Croatia, 319 – 329.
10. Pioneer katalog 2014.
11. Tehničko uputstvo za rukovanje i održavanje PSK sijačice, 2017. g. – izdanje 1.
12. Zimmer, R., Banaj, Đ., Brkić, D., Košutić, S. (1997.): Mehanizacija u ratarstvu, Poljoprivredni fakultet, 1997., Osijek.

Mrežni izvori:

1. <https://www.olt.hr/> 10.9.2020.
2. <https://www.agroklub.com/> 10.9.2020.
3. <https://metalpromg.rs/> 13.9.2020.
4. [https://issuu.com/agroklub/docs/pioneer - croatia catalogue final 2](https://issuu.com/agroklub/docs/pioneer_-_croatia_catalogue_final_2) 13.9.2020.

## 8. SAŽETAK

Istraživanje u radu prikazuje rezultate kvalitete sjetve *PSK – OLT* sijačice, u kontroliranim uvjetima u praktikumu za poljoprivrednu tehniku i obnovljive izvore energije. U istraživanju je korištena sjetvena ploča  $n=22$  ( $\varnothing=5,5$  mm) s lančanicom  $z=24$  pri 4, 6, 8, 10 i 12 km h<sup>-1</sup>, te krupno plosnata (KO) frakcija hibrida kukuruza tvrtke „*Pioneer*“ *P 9911*. Najveća preciznost je zabilježena pri brzini gibanja sijačice od 4 km h<sup>-1</sup> i prijenosnom omjeru mjenjača 3B kod korištenja sjetvene ploče  $n=22$  ( $\varnothing=5,5$  mm). Najveći otklon je dobiven pri brzini gibanja sijačice od 6 km h<sup>-1</sup> i položaju skidača sjemena na 22 korištenjem sjetvene ploče  $n=22$  gdje je otklon bio 7,33 % .

Ključne riječi: : *PSK - OLT*, sjeme, „*Pioneer*“ *P9911*, kukuruz, sijačica, promjena brzine, sjetvene ploče

## 9. SUMMARY

The research presents the results of sowing quality of *PSK - OLT* seeder, in controlled conditions in a practicum for agricultural machinery and renewable energy sources. The research used a sowing plate  $n = 22$  ( $\varnothing = 5.5$  mm) with a  $z=24$  sprocket at 4, 6, 8, 10 and 12  $\text{km h}^{-1}$ , and a coarse-grained (KO) fraction of „*Pioneer*“ maize hybrids *P 9911*. The highest accuracy was recorded at a seed drill speed of 4  $\text{km h}^{-1}$  and a gear ratio of 3B when using a seed drill  $n = 22$  ( $\varnothing = 5.5$  mm). The largest deflection was obtained at a seed drill speed of 6  $\text{km h}^{-1}$  and a seed puller position at 22 using a sowing plate  $n = 22$  where the deflection was 7.33%.

Keywords: *PSK - OLT*, seed, "*Pioneer*" P 9911, corn, seeder, change of speed, seed drill



## 10. POPIS TABLICA

Tablica 1. Statističke odlike sjemena kukuruza frakcije hibrida <i>Pioneer P9911</i> .....	19
Tablica 2. Ostvareni razmaci zrna, pri brzini rada sijačice od 4 km h <sup>-1</sup> pri simulaciji sjetve kukuruza na ispitnom stolu s lančanicom z-24 na spojci gornjeg vratila i pri uporabi sjetvene ploče od 22 otvora ø 5,5 mm .....	20
Tablica 3. Rezultati mjerenja ostvarenih razmaka u sjetvi pri brzini gibanja sijačice od 4, 6, 8, 10 i 12 km h <sup>-1</sup> pri prijenosnom omjeru mjenjača 3B .....	21
Tablica 4. Ostvareni razmaci zrna, pri brzini rada sijačice od 6 km/h pri simulaciji sjetve kukuruza na ispitnom stolu s lančanicom z-24 na spojci gornjeg vratila i pri uporabi sjetvene ploče od 22 otvora ø 5,5 mm .....	22
Tablica 5. Rezultati mjerenja ostvarenih razmaka u sjetvi pri brzini gibanja sijačice od 4, 6, 8, 10 i 12 km h <sup>-1</sup> pri prijenosnom omjeru mjenjača 3C .....	23
Tablica 6. Ostvareni razmaci zrna, pri brzini rada sijačice od 8 km h <sup>-1</sup> pri simulaciji sjetve kukuruza na ispitnom stolu s lančanicom z-24 na spojci gornjeg vratila i pri uporabi sjetvene ploče od 22 otvora ø 5,5 mm .....	24
Tablica 7. Rezultati mjerenja ostvarenih razmaka u sjetvi pri brzini gibanja sijačice od 4, 6, 8, 10 i 12 km h <sup>-1</sup> pri prijenosnom omjeru mjenjača 3D .....	25
Tablica 8. Ostvareni razmaci zrna, pri brzini rada sijačice od 10 km h <sup>-1</sup> pri simulaciji sjetve kukuruza na ispitnom stolu s lančanicom z-24 na spojci gornjeg vratila i pri uporabi sjetvene ploče od 22 otvora ø 5,5 mm .....	26
Tablica 9. Rezultati mjerenja ostvarenih razmaka u sjetvi pri brzini gibanja sijačice od 4, 6, 8, 10 i 12 km h <sup>-1</sup> pri prijenosnom omjeru mjenjača 4A .....	27
Tablica 10. Ostvareni razmaci zrna, pri brzini rada sijačice od 12 km h <sup>-1</sup> pri simulaciji sjetve kukuruza na ispitnom stolu s lančanicom z-24 na spojci gornjeg vratila i pri uporabi sjetvene ploče od 22 otvora ø 5,5 mm .....	28
Tablica 11. Rezultati mjerenja ostvarenih razmaka u sjetvi pri brzini gibanja sijačice od 4, 6, 8, 10 i 12 km h <sup>-1</sup> pri prijenosnom omjeru mjenjača 4B .....	29

## 11. POPIS SLIKA

Slika 1. Sjeme hibrida <i>Pioneer P9911</i> .....	5
Slika 2. Deklaracija hibrida <i>Pioneer P9911</i> .....	6
Slika 3. Prikaz hibrida <i>Pioneer P9911</i> u polju .....	6
Slika 4. <i>PSK – OLT</i> sijačica .....	8
Slika 5. Sjetveni aparat <i>PSK - OLT</i> sijačice .....	10
Slika 6. Hidraulični marker <i>PSK – OLT</i> sijačice .....	11
Slika 7. Podešavanje razmaka zrna u redu kod sijačice <i>PSK – OLT</i> .....	12
Slika 8. Podešavanje dubine sjetve kod <i>PSK - OLT</i> sijačice .....	13
Slika 9. <i>PSK - OLT</i> sijačica na ispitnom stolu .....	15
Slika 10. Program za simulaciju sjetve .....	16
Slika 11. Prikaz pogonskog sustava ventilatora pri ispitivanju u laboratoriju .....	17
Slika 12. Mjerenje oblika sjemena hibrida kukuruza <i>Pionner P 9911</i> uz pomoć digitalnog pomičnog mjerila .....	18
Slika 13. Prikaz rasporeda zrna u sjetvi hibrida <i>P9911 (Pioneer)</i> sa prijenosnom oznakom mjenjača 3B, brzinom kretanja agregata od 4 km h <sup>-1</sup> i sjetvenom pločom od 22 otvora Ø 5,5 mm .....	21
Slika 14. Prikaz rasporeda zrna u sjetvi hibrida <i>P 9911 (Pioneer)</i> sa prijenosnom oznakom mjenjača 3C, brzinom kretanja agregata od 6 km h <sup>-1</sup> i sjetvenom pločom od 22 otvora Ø 5,5 mm .....	23
Slika 15. Prikaz rasporeda zrna u sjetvi hibrida <i>P9911 (Pioneer)</i> sa prijenosnom oznakom mjenjača 3D, brzinom kretanja agregata od 4 km h <sup>-1</sup> i sjetvenom pločom od 22 otvora Ø 5,5 mm .....	25
Slika 16. Prikaz rasporeda zrna u sjetvi hibrida <i>P9911 (Pioneer)</i> sa prijenosnom oznakom mjenjača 4A, brzinom kretanja agregata od 10 km h <sup>-1</sup> i sjetvenom pločom od 22 otvora Ø 5,5 mm .....	27
Slika 17. Prikaz rasporeda zrna u sjetvi hibrida <i>P9911 (Pioneer)</i> sa prijenosnom oznakom mjenjača 4B, brzinom kretanja agregata od 12 km h <sup>-1</sup> i sjetvenom pločom od 22 otvora Ø 5,5 mm .....	29

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku  
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek  
Sveučilišni diplomski studij, smjer Mehanizacija

Diplomski rad

Simulacija sjetve sijačice *PSK - OLT* na ispitnom stolu

Filip Andričević

### Sažetak:

Istraživanje u radu prikazuje rezultate kvalitete sjetve *PSK - OLT* sijačice, u kontroliranim uvjetima u praktikumu za poljoprivrednu tehniku i obnovljive izvore energije. U istraživanju je korištena sjetvena ploča  $n=22$  ( $\varnothing=5,5$  mm) s lančanikom  $z=24$  pri 4, 6, 8, 10 i 12 km h<sup>-1</sup>, te krupno plosnata (KO) frakcija hibrida kukuruza tvrtke „*Pioneer*“ *P 9911*. Najveća preciznost je zabilježena pri brzini gibanja sijačice od 4 km h<sup>-1</sup> i prijenosnom omjeru mjenjača 3B kod korištenja sjetvene ploče  $n=22$  ( $\varnothing=5,5$  mm). Najveći otklon je dobiven pri brzini gibanja sijačice od 6 km h<sup>-1</sup> i položaju skidača sjemena na 22 korištenjem sjetvene ploče  $n=22$  gdje je otklon bio 7,33 % .

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

**Mentor:** prof. dr. sc. Đuro Banaj

**Broj stranica:** 38

**Broj slika:** 17

**Broj tablica:** 11

**Broj literaturnih navoda:** 12

**Broj priloga:** 0

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Glavne riječi:** *PSK - OLT*, sjeme, *Pioneer*, P9911, kukuruz, sijačica, promjena brzine, sjetvene ploče

**Datum obrane:**

Stručno provjerenstvo:

doc. dr. sc. Vjekoslav Tadić, predsjednik

prof. dr. sc. Đuro Banaj, mentor

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 Mechanization

Graduate thesis

Simulation of seed drill *PSK – OLT* on a test bench

Filip Andričević

### Abstract:

The research presents the results of sowing quality of *PSK - OLT* seeder, in controlled conditions in a practicum for agricultural machinery and renewable energy sources. The research used a sowing plate  $n = 22$  ( $\varnothing = 5.5$  mm) with a  $z$ -24 sprocket at 4, 6, 8, 10 and 12 km h<sup>-1</sup>, and a coarse-grained (KO) fraction of „*Pioneer*“ maize hybrids *P 9911*. The highest accuracy was recorded at a seed drill speed of 4 km h<sup>-1</sup> and a gear ratio of 3B when using a seed drill  $n = 22$  ( $\varnothing = 5.5$  mm). The largest deflection was obtained at a seed drill speed of 6 km h<sup>-1</sup> and a seed puller position at 22 using a sowing plate  $n = 22$  where the deflection was 7.33%.

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

**Mentor:** prof. dr. sc. Đuro Banaj

**Number of pages:** 38

**Number of figures:** 17

**Number of tables:** 11

**Number of references:** 12

**Number of appendices:** 0

**Original in:** Croatian

**Key words:** *PSK - OLT*, seed, *Pioneer*, P9911, corn, seeding machine, speed change, sowing discs

**Thesis defended on date:**

### Reviewers:

doc. dr. sc. Vjekoslav Tadić, president

prof. dr. sc. Đuro Banaj, mentor

prof. dr. sc. Dražen Horvat., member

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