

# Odabir skidača viška sjemena kod podtlačne pneumatske sijačice u sjetvi suncokreta

---

Furlić, Luka

Master's thesis / Diplomski rad

2023

*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:151:316165>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-11**



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 AGROBITEHNIČKIH ZNANOSTI U OSIJEKU

Luka Furlić

Diplomski sveučilišni studij Mehanizacija

**ODABIR SKIDAČA VIŠKA SJEMENA KOD PODTLAČNE PNEUMATSKE  
SIJAČICE U SJETVI SUNCOKRETA**

**Diplomski rad**

Osijek, 2023.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA  
FAKULET AGROBITEHNIČKIH ZNANOSTI U OSIJEKU

Luka Furlić

Diplomski sveučilišni studij Mehanizacija

**ODABIR SKIDAČA VIŠKA SJEMENA KOD PODTLAČNE PNEUMATSKE  
SIJAČICE U SJETVI SUNCOKRETA**

**Diplomski rad**

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. prof. dr. sc. Đuro Banaj, predsjednik
2. dr. sc. Anamarija Banaj, mentor
3. prof. dr. sc. Bojan Stipešević, član

Osijek, 2023.

## SADRŽAJ:

<b>1. UVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>2. PREGLED LITERATURE</b> .....	<b>3</b>
<b>3. MATERIJAL I METODE</b> .....	<b>5</b>
<b>3.1. Morfologija suncokreta</b> .....	<b>5</b>
3.1.1. Korijen .....	6
3.1.2. Stabljika suncokreta .....	6
3.1.3. Listovi suncokreta .....	7
3.1.4. Cvjetovi biljke suncokreta .....	8
3.1.5. Plod biljke suncokreta .....	8
<b>3.2 Sjetva suncokreta</b> .....	<b>9</b>
<b>3.3 Sijačica tvrtke MaterMacc S.p.a. – Twin Row–2</b> .....	<b>12</b>
3.3.1. Uređaj za priključivanje s nosećom gredom .....	14
3.3.2. Sjetvena sekcija .....	14
3.3.3. Sjetveni uređaj .....	15
3.3.4. Mjenjačka kutija i prijenosnici .....	17
<b>4. REZULTATI</b> .....	<b>20</b>
<b>4.1. Rezultati utvrđivanja udaljenosti vrha skidača od središnjeg dijela sjetvenog otvora</b> .....	<b>20</b>
<b>4.2. Rezultati ostvarenih međurednih razmaka zrna suncokreta pri simulaciji sjetve</b> ....	<b>21</b>
<b>5. RASPRAVA</b> .....	<b>26</b>
<b>6. ZAKLJUČAK</b> .....	<b>27</b>
<b>7. POPIS LITERATURE</b> .....	<b>28</b>
<b>8. SAŽETAK</b> .....	<b>31</b>
<b>9. SUMMARY</b> .....	<b>32</b>
<b>10. POPIS SLIKA</b> .....	<b>33</b>
<b>11. POPIS TABLICA</b> .....	<b>34</b>
<b>12. POPIS GRAFIKONA</b> .....	<b>35</b>

**TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA**

**BASIC DOCUMENTATION CARD**

## 1. UVOD

Sjeme ratarskih kultura ima jednu od važnijih ulogu u procesu uzgoja usjeva, prehrani ljudi i osiguravanju sigurnosti hrane. Da bi se postigla pravilna gustoća sjetve i optimalni broj biljaka po jedinici površine, precizna sjetva sjemena predstavlja učinkovito rješenje za organizaciju uzgoja usjeva u redovima. Razumijevanje kako prinos reagira na gustoću biljaka ključno je iz praktičnih razloga, jer gustoća biljaka predstavlja najvažniji faktor upravljanja resursima okoliša koji utječe na potrebe biljaka. Te reakcije ovise o prilagodljivosti biljaka i dostupnim resursima. Nepotrebno visoka gustoća biljaka rezultira zasjenjivanjem unutar vegetacije i smanjenjem prinosa, jer ograničava količinu svjetlosti koja dopire do biljaka. Broj biljaka po jedinici površine ima veliki utjecaj na rast biljaka i konačni prinos. Osim toga, razmak između biljaka na polju ima važnu ulogu u osiguravanju dovoljnog prozračivanja i prodora svjetlosti u donje dijelove biljaka, što pospješuje intenzitet fotosinteze. Pretjerana gustoća biljaka može dovesti do problema poput povećane prisutnosti štetnika i bolesti te usporavanja rasta usjeva. No, važno je napomenuti da povećanje broja biljaka po jedinici površine, uz odgovarajuće uvjete okoline, može rezultirati povećanim prinosom (Alipour i sur., 2022). U sjetvi suncokreta, kao i u sjetvi drugih usjeva, važno je kontrolirati i smanjiti višak sjemena kako bi se postigla optimalna gustoća sjetve. To se obično radi kako bi se osigurala pravilna raspodjela biljaka i spriječio gubitak sjemena. Postoji nekoliko metoda i pristupa za kontrolu viška sjemena u sjetvi suncokreta. Precizne sijačice su uređaji koji omogućuju precizno postavljanje sjemena na željeni razmak i dubinu. Ovom tehnologijom kontrolira se predviđeni broj sjemenki koje se siju po kvadratnom metru. Prilagodbom brzine sijačice kontrolira se učinak ha/h a isto tako i omogućavamo postotno povećanje povoljnih razmaka u sjetvi. Uporaba različitih sjetvenih ploča ovisno o krupnoći zrna pojedinih kultura te broju otvora po obodu ploče moguće je podešavati razmake zrna u sjetvi. Neki hibridi suncokreta zahtijevaju manji broj biljaka po hektaru (56 -72 000 biljaka po ha). Ostvarenjem povoljnih razmaka zrna unutar reda omogućujemo biljkama suncokreta da rastu i razvijaju se na najbolji način što je ključno za postizanje visokih i stabilnih prinosa. U svrhu postizanja optimalne gustoće sjetve i boljih rezultata u sjetvi, kontrola viška sjemena postaje ključan moment modernih poljoprivrednih tehnika (Pallaoro i sur., 2023). Važnost pripreme i podešavanja sijačice prije sjetve suncokreta predstavlja jedan od ključnih čimbenika u ukupnoj proizvodnji. Potrebno je posebno obratiti pozornost na prilagodbu sustava za izuzimanje sjemenki za sjetvu različitih veličina (malo, srednje i veliko) i oblika sjemena (ravno ili okruglo). Mnogi faktori utječu na razmak sjemena pri sjetvi, uključujući tip sustava

za izuzimanje, njegov položaj u odnosu na tlo te transport sjemenki do brazdice. Liu i suradnici (2004.) ističu da je tip sijačice, kao i održavanje i eksploatacijska pouzdanost, od iznimne važnosti za održavanje visokih standarda u proizvodnji suncokreta. Vođenjem i usmjeravanjem sjemena zakrivljenom tubom postiže se da svaka sjemenka dospije na dno brazdice (Lauer, 2001.). Također, postoje sijačice opremljene sustavom pridržavanja sjemenki nakon izlaska iz tube, sprječavajući njihovo poskakivanje po dnu brazde i pojavu povlačenja zrna, čime se odmah priljube za dno brazdice. U suhim uvjetima, sjetvu je preporučljivo obaviti na dubinu gdje ima dovoljno vlage, uz odgovarajući tlak ulagača na tlo. Ovime se uklanja zračni prostor oko i ispod zasijanih sjemenki, uspostavljajući bolji kontakt između sjemena i tla. Važnost preciznog podešavanja, prema navodima Lauer (2001.), Milenkovića i Barača (2010.) te Banaj i suradnika (2017a.), ogleda se u činjenici da u vrijeme berbe nedostaje od 7 do 12 % biljaka planiranog teorijskog sklopa. Berus (2010.) naglašava da je sijačica optimalno podešena ako položaj skidača viška sjemena osigurava 95 %-tno isijavanje. Važno je napomenuti da ovaj postotak može biti pouzdan za ostvarenje sklopa, ali ne obuhvaća dvostruko izbačene sjemenke koje ovim postotkom nije moguće identificirati. Nakon odabira hibrida i podešavanja prijenosnog omjera (i), nužno je pristupiti podešavanju skidača viška sjemena s obzirom na oblik i veličinu zrna. Pravilno podešeni skidač sjemena, uzimajući u obzir oblik zrna, ključan je za kvalitetnu sjetvu. U protivnom, može doći do pojave praznog prostora unutar reda bez sjemena ili do nakupljanja sjemena (2-3 zrna) na istome mjestu sjetve, što onemogućava optimalan rast i razvoj biljaka zbog nedostatka vegetacijskog prostora. Analizirajući problematiku duplih sjemenki na otvoru sjetvene ploče, kao i praznih mjesta, brojna istraživanja (Schrödl, 1993.; Berus, 2010.) ističu da postotak praznih mjesta ili udvojenih sjemenki mora biti manji od 5 %. Ako je postotak veći od ove vrijednosti, sijačicu je nužno ponovno podesiti. Na temelju tih istraživanja, predstavljene su tablice s ocjenama kvalitete sjetve koje se uklapaju u ISO standarde 7256 I i II. Kroz ovaj rad, detaljno ćemo proučiti važnost pravilne pripreme i preciznog podešavanja sijačice u kontekstu proizvodnje suncokreta, analizirati njihov utjecaj na kvalitetu sjetve i potencijalne prinose te istražiti strategije za optimalnu gustoću sjetve i učinkovitu uporabu sjemena u poljoprivredi.

## 2. PREGLED LITERATURE

U posljednjim godinama, sve je češće primijećeno da poljoprivrednici preferiraju sjetvu širokorednih kultura koristeći pneumatske podtlačne sijačice. Visoko kvalitetne sijačice omogućuju preciznu sjetvu gdje se otvori sjetvenih ploča popunjavaju sjemenom u čak 95 % slučajeva (Schrödl, 1993.). Također, važan pokazatelj preciznosti sjetve je postotak duplih zrna i praznih mjesta (neposijanih zrna) unutar reda. Sijačicu smatramo vrlo preciznom ako je broj duplih zrna i praznih mjesta manji od 0,5 % ili između 0,5 i 2,5 %. U suprotnom, ako je taj postotak veći od 5 %, sijačica zahtijeva ponovno podešavanje ili zamjenu dotrajalih dijelova (Schrödl, 1993). Prema istraživanjima provedenima od strane Liu i sur. (2004.), tip sijačice ima značajan utjecaj na kvalitetu sjetve. Analizirali su tri sijačice s različitim sustavima rada te brzinama gibanja. Pokazalo se da tip sijačice utječe na prosječni razmak između sjemenki unutar reda. Rezultati su pokazali da radna brzina također utječe na preciznost sjetve kod svih tipova sijačica. Zaključeno je da se prinosi zrna smanjuju za svaki centimetar povećanja razmaka između biljaka unutar reda. Također, najprecizniji razmak sjemena unutar reda postignut je s preciznom pneumatskom sijačicom s podtlakom pri određenoj brzini kretanja (Liu i sur., 2004). Ferreira i suradnici (2019.) provjerili su kvalitetu rada mehaničkih i pneumatskih sijačica pri različitim radnim brzinama. Rezultati su ukazali na to da je pneumatska sijačica ostvarila veći postotak prihvatljivih razmaka pri većim brzinama u usporedbi s mehaničkom sijačicom. Ovaj zaključak naglašava važnost odabira pravilne sijačice uzimajući u obzir radnu brzinu i kvalitetu sjetve (Ferreira i sur., 2019). Bilandžija i suradnici (2017.) iznose podatke o lošim rezultatima kvalitete sjetve pri eksploataciji sijačica s mehaničkim sijačim uređajem i trakom. S druge strane, Ormond i suradnici (2018.) provjerili su učinkovitost dva različita sjetvena aparata pri različitim radnim brzinama. Pokazali su da se radna brzina i tip sjetvenog aparata međusobno značajno isprepliću te utječu na raspodjelu sjemena. Na primjer, sjetva pri određenoj brzini rezultirala je većim sklopom biljaka po hektaru, naglašavajući važnost odabira optimalne brzine pri sjetvi (Ormond i sur., 2018). Kroz navedene studije, ističe se važnost prilagodbe i odabira odgovarajućeg tipa sijačice uzimajući u obzir radnu brzinu, sustav rada i preciznost sjetve. Ovi čimbenici imaju ključan utjecaj na kvalitetu sjetve, što izravno utječe na kasnije prinose usjeva. Stoga je neophodno pravilno uskladiti parametre sijačice kako bi se postigla optimalna gustoća sjetve i osigurali visoki prinosi u poljoprivredi (Bilandžija i sur., 2017; Ormond i sur., 2018)

Vaziri i sur., (2012) u svom istraživanju o utjecaju gustoće sjetve na prinos zrna soje s različitim razmacima između redova sjetve došli su do zaključka da se povećanjem udaljenosti između redova kod pojedinih sorti smanjuje količina svjetlosti koja dopire do biljaka u tim redovima. Kao posljedica tog smanjenja svjetlosti došlo je do smanjenja prinosa zrna, što se objašnjava smanjenjem pojave broja bočnih grana biljaka. Soleymani (2016) je istraživanjem utvrdio da gustoća biljaka ima značajan utjecaj na indeks lisne površine, ukupnu suhu tvar, apsorpciju svjetlosti u krošnji, koeficijent potrošnje svjetlosti i brzinu rasta suncokretovih usjeva. Povećanjem gustoće biljaka s 8 na 14 biljaka po kvadratnom metru postignut je značajni udio apsorpcije svjetlosti od 95 %, što je rezultiralo značajnim povećanjem koeficijenta potrebite svjetlosti s 0,65 na 0,75. Ovaj povećani koeficijent potrošnje svjetlosti doprinio je rastu ukupne suhe tvari za 23,4 %. Za sjetvu usjeva u određenim međurednim razmacima, kao što su soja, suncokret i drugi, ključno je održavati konstantne udaljenosti između biljaka unutar redova. To omogućava lakše provođenje postupaka kao što su korekcija sklopa, te žetva. U tu svrhu, uloga sjetvenih sustava u sijačici je jedna od važnijih. Sustav izuzima sjeme pojedinačno ili u grupama iz spremnika te ga predaju mehanizmu koji ga donosi u tlo. Pneumatski sustav izdvajanja zrna predstavlja jedan od najčešće korištenih tipova sjetvenih sustava. Korištenje pneumatskih sustava za izuzimanje sjemena omogućeno je smanje oštećenja sjemena, a sam postupak sjetve zrna obavlja se brže i preciznije u usporedbi s mehaničkim načinom sjetve (Alipour i sur., 2022). Studija Smitha i sur. (1992) sa Sveučilišta u Nebraski o učinku tipa i modela sijačice na klijavost šećerne repe polučila je da su tip i model sijačice važan čimbenik na klijavost šećerne repe. Uspoređena su četiri tipa sijačice tri vrste sjemena šećerne repe te je utvrđeno da se korištenje pneumatskih sijačica povećava klijavost biljaka za 11,5 %, ali pri korištenju pneumatskih sijačica nije uočena značajna razlika. Tijekom optimizacije sustava za sjetvu rajčica, Rahmati i Haji-Ahmad (2007) proveli su usporedbu između pneumatske i mehaničke sadilice. Analiza je obuhvatila procjenu odstupanja od planirane linije sjetve, dubine sadnje te količine posijanog sjemena po jedinici površine. Rezultati studije jasno su ukazali na značajno poboljšanje učinkovitosti sjetve uporabom pneumatske sijačice. Također, istraživanje je utvrdilo da korištenje pneumatske sadilice, umjesto tradicionalne mehaničke, ne samo da povećava preciznost sjetve, već i značajno smanjuje potrošnju sjemena. Ovime se potvrđuje i ekonomska isplativost primjene pneumatske sijačice. Jedan od ciljeva rada je analizirati kako postavke skidača viška sjemena utječu na rad sijačice u sjetvi suncokreta, te izbor najpovoljnijeg položaja s obzirom na krupnoću sjemena suncokreta.



### 3. MATERIJAL I METODE

Ispitivanje pneumatske sijačice obavljeno je u laboratoriju za poljoprivrednu tehniku i obnovljive izvore energije fakulteta Agrobiotehničkih znanosti u Osijeku. Sijačica je bila postavljena na ispitnom stolu i pokretana je pomoću dva elektromotora. Na ulazu u ulagač sjemena, postavljen je senzor koji je pratio osnovna svojstva isijavanja sjemena. Također, položaj sijačice u odnosu na put koji je prešao u trenutku prolaska sjemenke kroz senzor određen je pomoću Enkodera, koji je bio pričvršćen na pogonsko vratilo. Svi podaci dobiveni tijekom ispitivanja su zabilježeni i obrađeni statističkim alatom SAS Enterprise Guide 7.1. Ovaj alat omogućava detaljnu analizu podataka i generiranje statističkih vrijednosti kako bi se bolje razumjele performanse sijačice pri različitim uvjetima rada. Ova analiza pomaže u procjeni kako se sijačica ponaša u različitim situacijama, što može biti korisno za optimizaciju njezine učinkovitosti i pouzdanosti.

#### 3.1. Morfologija suncokreta

Suncokret (*Helianthus annuus*) potječe iz Amerike, konkretno iz Meksika i Perua. U početku je bio uzgajan kao ukrasna biljka, dok se sjeme koristilo kao hrana za ptice. Ljudi su konzumirali jezgru iz suncokretovih sjemenki. Prvo izdvajanje ulja iz suncokreta dogodilo se 1840. godine. Sjeme suncokreta sadrži oko 50 % ulja, 20 % bjelančevina (koje su bogate esencijalnim aminokiselinama kao što su metionin, cistin i triptofan) i ugljikohidrata. Ulje dobiveno iz suncokreta koristi se za proizvodnju različitih prehrambenih proizvoda, farmaceutski proizvodi i boje. Također, glave suncokreta su bogate hranjivim tvarima i mogu se koristiti kao hrana za domaće životinje. Ostaci suncokretovih plodova, koji ostaju nakon ekstrakcije ulja, koriste se kao krma, ili se suncokretova masa koristi kao zelena masa u siliranju. Glave suncokreta, nakon žetve, mogu poslužiti kao kvalitetna hrana za stoku, posebno preživače, i mogu se koristiti u cijelosti ili nakon mljevenja. Također, stabljika suncokreta može se koristiti za ogrjev ili se može zaorati kako bi obogatila tlo organskom tvari. Suncokret se može uzgajati kao uljani usjev, proteinski usjev, te kao glavni, naknadni ili postrni usjev. Suncokret je među četiri najvažnije uljarice u svijetu, a uzgaja se na površinama od preko 25 milijuna hektara s tendencijom rasta. Glavni razlog uzgoja suncokreta je njegovo ulje, koje spada u kvalitetne kategorije i ima visoku energetska i biološka vrijednost. Suncokretovo ulje je bogato nezasićenim masnim kiselinama, posebno linolnom kiselinom, te sadrži tokoferol (vitamin E), što ga čini lako rafiniranim i stabilnim uljem visoke biološke

vrijednosti. Suncokret igra važnu ulogu kao biljka koja privlači pčele i druge oprašivače te je stranooplodna. Kvalitetna oplodnja suncokreta ključna je za postizanje visokih i stabilnih prinosa zrna i ulja (Gadžo i sur., 2011).

### 3.1.1. Korijen

Korijen biljke suncokreta ima snažnu usisnu snagu, vretenast je i prodire u tlo na dubinu veće od 2 metra kao što se može vidjeti na narednoj slici 1.).



Slika 1. Korijen suncokreta

(Izvor: [www.hr.blabto.com](http://www.hr.blabto.com))

### 3.1.2. Stabljika suncokreta

Stabljika suncokreta u početku je nježna i tanka, ali s vremenom postaje debela, snažna i drvenasta. Stabljika je okrugla, šuplja i obrasla dlačicama kao što se može vidjeti na Slici 2.



Slika 2. Stabljika suncokreta u ranoj fazi razvoja  
(Izvor: Gadžo, 2011.)

### 3.1.3. Listovi suncokreta

Listovi biljke suncokreta su srcoliki, nalaze se na dugim peteljkaama i obično su obrasli dlačicama. Na rubu listova su slabo nazubljeni kao što se može vidjeti iz Slike 3.



Slika 3. Plojka lista sunokreta  
(Izvor: Funarić, 2019.)

#### 3.1.4. Cvjetovi biljke suncokreta

Cvjetovi suncokreta smješteni su na glavici koja može imati promjer od 10 do 40 centimetara. Na rubu glavice su neplodni cvjetići, dok su u središtu plodni i svi su jarko žute boje. Cvjetanje započinje od ruba prema središtu glavice kao što je vidljivo na Slika 4.



Slika 4. Cvijet suncokreta

(Izvor: <https://www.plantea.com.hr/suncokret/>)

#### 3.1.5. Plod biljke suncokreta

Plod biljke suncokreta je jednosjemeni, crne boje, s tvrdim omotačem koji je otporan na gusjenice suncokretova moljca. Apsolutna masa 1 000 sjemenki iznosi najčešće od 45 do 80 grama, a hektolitarska masa iznosi od 35 do 50 kg.



Slika 5. Plod suncokreta

(Izvor: Furlić, 2023.)

### 3.2 Sjetva suncokreta

U Hrvatskoj je zabilježen značajan rast proizvodnje suncokreta u 2022. za razliku od prethodne godine (Tablica 1).

Tablica 1. Proizvodnja zrna suncokreta u Republici Hrvatskoj

Godina	Požnjevena površina (ha)	Prirod t/ha	Proizvodnja (t)
2018.	37 128	3,0	110 790
2019.	35 982	3,0	106 555
2020.	36 000	3,0	107 000
2021.	41 000	3,0	124 000
2022.	51 000	3,0	154 000

(Izvor: Državni zavod za statistiku, 2023.)

Da bi se nastavili ostvarivati visoki prinosi te da bi RH bila konkurentna na tržištu i smanjila uvoz proizvoda od suncokreta najveću važnost ima sjetva. Pravilna sjetva suncokreta ključna je za postizanje visokih prinosa ove važne kulture. Važni čimbenici koji se trebaju uzeti u obzir pri sjetvi suncokreta su sljedeći:

- **Vrijeme sjetve:** Sjetvu treba započeti kada temperatura tla dostigne između 8°C i 10°C, što se obično događa u Hrvatskoj od travnja do kraja travnja. Pravilno vrijeme sjetve izuzetno je važno jer sjetva izvan optimalnog razdoblja može znatno smanjiti prinose. Duže vegetacijske hibride treba sijati ranije.
- **Dubina sjetve:** Dubina sjetve ovisi o veličini sjemena i tipu tla. Bitno je napomenuti da veličina sjemena nije direktno povezana s prinosom. Važno je izbjegavati preveliku dubinu sjetve jer to može negativno utjecati na klijanje i prinos.
- **Tretiranje sjemena:** Tretiranje sjemena je obavezna mjera kako bi se zaštitile biljke od bolesti. Plamenjača suncokreta (Plasmopara halstedii) česta je bolest u ranim fazama rasta. Sjeme treba tretirati pripravcima koji štite od ove bolesti. Također, tretiranje sjemena insekticidima se preporučuje gdje god je potrebno zaštititi biljke od štetnika u tlu.
- **Broj biljaka:** Ovaj korak u procesu sjetve ima ključnu ulogu i ovisi o različitim faktorima, uključujući tip hibrida, tip tla i klimatske uvjete. Održavanje pokusa s različitim sklopovima biljaka prije uvođenja novog hibrida u proizvodnju može biti korisno. U Hrvatskoj je najčešća gustoća sadnje u usjevu suncokreta između 55 000 i

65 000 biljaka po hektaru, pri čemu je uobičajen razmak između redova 70 cm. Prilikom izračuna kvalitete sjemena, ključno je uzeti u obzir klijavost i čistoću sjemena (Pospišil, 2008).

Pravilna sjetva suncokreta omogućuje biljkama optimalne uvjete za rast i razvoj te može značajno utjecati na konačni prinos. Uz pridržavanje ovih smjernica, poljoprivrednici mogu postići visoke prinose suncokreta u Hrvatskoj ([www.kws.com](http://www.kws.com)).

Sjetva suncokreta može se obaviti različitim sijačicama, a izbor ovisi o dostupnoj opremi i potrebama poljoprivrednika. Najbolja kvaliteta sjetve postiže se pneumatskim preciznim sijačicama s odgovarajućim pločama za suncokret (Pospišil, 2008). Pneumatske sijačice za suncokret koriste zrak ili vakuum za precizno raspoređivanje sjemena na određenom razmaku i dubini u tlu. Pneumatske sijačice omogućuju visoku preciznost sjetve i ravnomjernu distribuciju sjemena. Promjer sjemena suncokreta može varirati ovisno o sorti i uvjetima uzgoja, ali u prosjeku je promjera oko 1,2 do 1,5 centimetara. Sjeme suncokreta obično ima ovalni oblik i ravnu površinu s malim izbočinama ili udubinama na sredini. Za sjetvu je ključno koristiti visokokvalitetno sjeme koje udovoljava standardima kvalitete, uključujući minimalnu klijavost od preko 80 % i čistoću iznad 97 %. Ovo sjeme prolazi proces dorade i tretmana te se pakira u vreće s određenim brojem sjemenki, poznate kao sjetvene jedinice, često dostupne u pakiranjima od 75 000 i 150 000 sjemenki. Hibridi su rezultat križanja dviju različitih sorti ili linija suncokreta kako bi se dobio potomak s određenim poželjnim karakteristikama. Hibridi se često uzgajaju za specifične agronomske ili ekonomske osobine, kao što su visoki prinosi, otpornost na bolesti, kvaliteta ulja i drugo. Hibridi nisu sjeme u fizičkom smislu, već su genetski materijal koji se koristi za proizvodnju sjemena suncokreta. Izbor hibrida suncokreta i sjetva su ključni aspekti u proizvodnji suncokreta. Dostupni su hibridi suncokreta s različitim karakteristikama, uključujući udio ulja u sjemenu. Hibridi suncokreta koji se trenutno uzgajaju u Hrvatskoj obično imaju udio ulja između 46 % i 52 %. Međutim, u svijetu su razvijeni hibridi suncokreta s različitim kvalitetama ulja, a posebno se ističu visokooleinski hibridi suncokreta s udjelom oleinske kiseline iznad 80 %. Izbor odgovarajućeg hibrida ovisi o različitim faktorima, kao što su ciljevi proizvodnje i razina prisutnosti korova na poljima. Na manje zakorovljenim površinama obično se preporučuje sjetva konvencionalnih hibrida, dok se na površinama s tvrdokornim korovima preporučuje korištenje HT (herbicidno tolerantnih) hibrida suncokreta. HT hibridi mogu biti otporni na različite herbicide, uključujući imidazolinone (IMI tolerantni hibridi) i tribenuron-metil (Sulfo hibridi ili Express tehnologija). Za odabir odgovarajućeg hibrida, važno je poznavati vrste



korova prisutnih na polju. Različite tehnologije i herbicidi preporučuju se ovisno o vrsti korova. Također, važno je odabrati hibrid koji odgovara specifičnim uvjetima rasta, kao što su duljina vegetacije, otpornost na bolesti, sušu i druge čimbenike. Na područjima kao što je istočna Slavonija i Baranja, obično se siju srednje rani i srednje kasni hibridi, dok se na zapadnoj Slavoniji preferiraju rani i srednje rani hibridi koji podnose kasniju sjetvu. U Hrvatskoj se mogu naći inozemni hibridi suncokreta različitih sjemenskih kuća ili distributera, Za uspješnu proizvodnju, važno je primijeniti odgovarajuću tehnologiju uzgoja i zaštitu od korova, uključujući pravilno vrijeme sjetve i gustoću sklopa prilagođenu odabranom hibridu (Pospišil, 2008).

Broj biljaka po hektaru i način sjetve ovise o odabranom hibridu i ekološkim uvjetima za uzgoj suncokreta. Općenito, hibridi s dužom vegetacijom često su viši i siju se rjeđe, dok su raniji hibridi niži i siju se gušće. Preporučene gustoće sklopa za različite hibride su:

- Za srednje kasne hibride: 50 000 – 55 000 biljaka/ha.
- Za srednje rane hibride: 55 000 – 60 000 biljaka/ha.
- Za ranozrele hibride: 60 000 – 65 000 biljaka/ha.

Važno je napomenuti da prekomjerna gustoća sklopa kod kasnijih hibrida može rezultirati manjim glavicama suncokreta i manjim brojem sjemenki u glavici, uz povećani rizik od bolesti i poleganja biljaka. Ekološki uvjeti isto tako igraju ključnu ulogu u modifikaciji komponenata prinosa i fizioloških karakteristika suncokreta. Na primjer, u vlažnoj godini isti hibrid može dati značajno veći prinos sjemena s manjim brojem biljaka po hektaru nego u sušnoj godini. Kada je riječ o količini sjemena za sjetvu, preporuča se precizno izračunati potrebnu količinu temeljem planirane gustoće sklopa i očekivanog postotka nicanja na terenu, uzimajući u obzir i upotrebnu vrijednost sjemena. Količinu sjemena izračunava se tako da se podijeli planirani broj biljaka po hektaru s očekivanim postotkom nicanja, a zatim se dobiveno pomnoži s 100 (Pospišil, 2008).

Tablica 2. Broj biljaka po hektaru s obzirom na ostvareni razmak u sjetvi

Standardna sjetva na razmak redova od 70 cm					
Razmak u redu (cm)	Broj biljaka po hektaru	Poljsko nicanje (%)			
		80	85	90	95
18	78 889	63 111	67 056	71 000	74 944
19	74 737	59 789	63 526	67 263	71 000
20	71 000	56 800	60 350	63 900	67 450
21	67 619	54 095	57 476	60 857	64 238
22	64 545	51 636	54 864	58 091	61 318
23	61 739	49 391	52 478	55 565	58 652
24	59 167	47 333	50 292	53 250	56 208
25	56 800	45 440	48 280	51 120	53 960

(Izvor: Furlić, L.)

### 3.3 Sijačica tvrtke MaterMacc S.p.a. – Twin Row–2

Tvrtka MaterMacc, osnovana početkom 1980-ih, od siječnja 2015. godine postala je dio Foton Lovol International Heavy Industry Group. Nalazi se u San Vito al Tagliamento, u pokrajini Pordenone nedaleko od Venecije. MaterMacc je specijaliziran za razvoj i proizvodnju pneumatskih sijačica namijenjenih sjetvi tradicionalnih ratarskih kultura.



Slika 6. Sijačica MaterMacc Twin Row-2

(Izvor: <http://www.MaterMacc.it> )



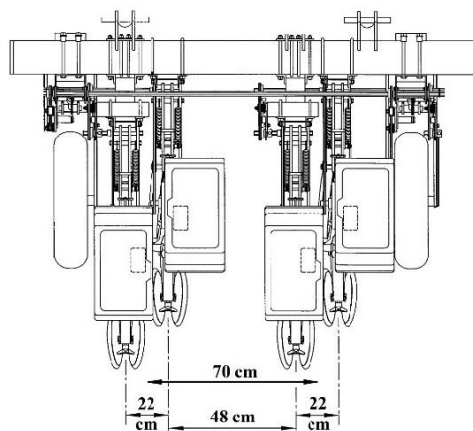
Razvojem sustava ulagača i sjetvenih sekcija pneumatskih sijačica te same tehnologije sjetve, proizvodnja se usmjerila i na proizvodnju sijačica s udvojenim redovima (sjetva u trake; *engl. twin row* sjetva). Neke tehničke osobine sijačica iz serije *Twin Row* prikazane su u Tablici 3. Podtlačna sijačica *TwinRow* sastoji se od povezanih pojedinačnih elemenata, a to su:

- Uređaj za priključivanje s nosećom gredom,
- Sjetvena sekcija i sjetveni uređaj,
- Mjenjačka kutija i prijenosnici,
- Radijalni ventilator,
- Nagazni kotači,
- Markeri,
- Dodatna oprema.

Tablica 3. 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
MS 8100 Twin Row	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“)



Slika 7. *MaterMacc Twin Row-2* u sjetvi (lijevo) i razmaci redova u sjetvi kukuruza (desno)

(Izvor: Banaj, 2020.)

### 3.3.1. Uređaj za priključivanje s nosećom gredom

Uređaj za priključivanje izrađen je od trotočja i dviju metalnih greda koje tvore okvir sijačice. Metalne grede dimenzija 120 x 120 mm su povezane s odstojnikom i spojene U vijcima, što značajno pojačava izdržljivost uređaja tijekom transporta i omogućava bolje prilagođavanje terenu sjetvenih sekcija. Sijačica je priključena s II kategorijom klinova na poteznice traktora (promjera 28,7 mm), dok je klin promjera 25,5 mm na gornjem dijelu trotočja. Nadalje, sjetvene sekcije su pričvršćene na drugu gred pomoću "U" vijaka, što olakšava brzo postavljanje sekcija duž nosačke grede ovisno o razmaku sjetvenih redova.

### 3.3.2. Sjetvena sekcija

Ulađač sjemena sjetvene sekcije diskosne je izvedbe s dva tanjura  $\varnothing$  390 mm, dok se željena dubina sjetve osigurava pomoću duplih metalnih kotača s gumenom oblogom postavljenih s bočne strane ulagača. Sjetvena sekcija osigurava kvalitetno zasijavanje u svim oblicima klasične pripreme tla, ali i u tehnologijama minimalne obrade.



Slika 8. Sjetvena sekcija sijačice *MaterMacc Twin Row-2*

(Izvor: <http://www.MaterMacc.it>)

Ugradnjom prednjeg diska ispred sjetvene sekcije omogućuje se korištenje sijačice u no till tehnologiji, budući da se sjetveni sustav za ulaganje sjemena može opteretiti masom od 20 do 45 kg po diskovima. Ova modificirana sjetvena sekcija omogućava održavanje konstantne dubine sjetve čak i na parcelama s preostalim biljnim ostacima. Ključna karakteristika

sjetvene sekcije je sjetva u središnjem dijelu diskova, čime se minimizira utjecaj neravnina na kvalitetu sjetve. Sjetveni uređaj je postavljen na odgovarajuću visinu iznad tla, a sjeme se unosi u sjetvenu posteljicu kroz plastičnu cijev oblika slova "J". Ovaj oblik cijevi omogućava ubrzanje sjemena tijekom prolaska kroz nju, što neutralizira utjecaj brzine gibanja sijačice. Ovaj jednostavan uređaj značajno unapređuje konzistentnost polaganja sjemena i omogućuje povećanje radne brzine sijačice. Proizvođač preporučuje radnu brzinu sijačice do 8 km/h, dok se u praksi koriste brzine rada i do 12 km/h. Također, zbog visokog položaja sjetvenog aparata, manje čestica prašine dopijeva na glavne dijelove, što produžuje vijek trajanja stroja i olakšava održavanje i kontrolu rada sijačice.



Slika 9. Uređaj za otklanjanje gruda tla u pravcu sjetve (lijevo)

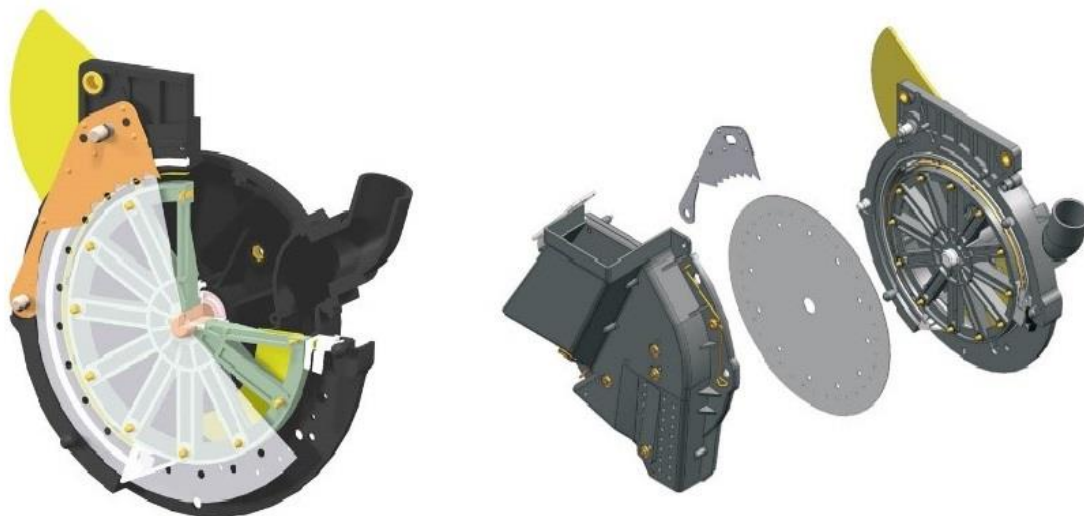
(Izvor: Banaj, 2020.)

### 3.3.3. Sjetveni uređaj

Kućište sjetvenog uređaja je izrađeno od posebnog polimera (MaterMacc Priručnik za upotrebu i održavanje – Magicsem Twin 2/2015), koji je nekoliko puta jači od aluminijskih legura, otporan na stvaranje oksidnog sloja i trošenje, te se lako održava. Pneumatski sustav Magicsem za izuzimanje sjemena, patentiran od strane MaterMacc-a (EP0636305B1, European Patent Office), omogućava optimalnu popunjenost sjetvene ploče i ravnomjernu raspodjelu sjemena unutar brazdice, uz potpunu zaštitu dugih frakcija sjemena od oštećenja tijekom sjetve. Prema informacijama proizvođača, ovaj posebni polimer je do 10 puta otporniji na savijanje i uvijanje od aluminija, te može izdržati značajne varijacije temperature. Dodatno, primjena ovog polimera smanjuje potrebu za dodatnim obradama tijekom



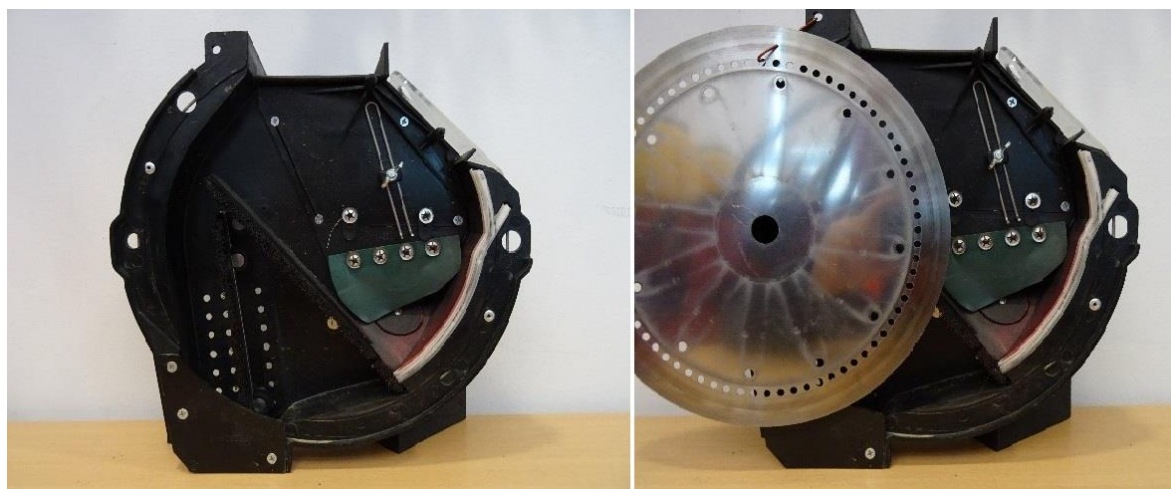
proizvodnje. Dizajn komore osigurava da sjemenke dugog oblika ne dopru do vrha otvora ploče, čime se osigurava zaštita od mogućih oštećenja sjemena.



Slika 10. Kućište sjetvenog uređaja

(Izvor: <http://www.MaterMacc.it>)

Ispod sjetvene ploče nalazi se plastično brtvilo koji omogućuje generiranje većeg podtlaka nego kod većine sličnih sijačica. Komora je dostupna rukovatelju pa je izmjena sjetvene ploče vrlo jednostavna i brza.



Slika 11. Pregrada za podešavanje količine sjemena u zoni prihвата sjetvene ploče

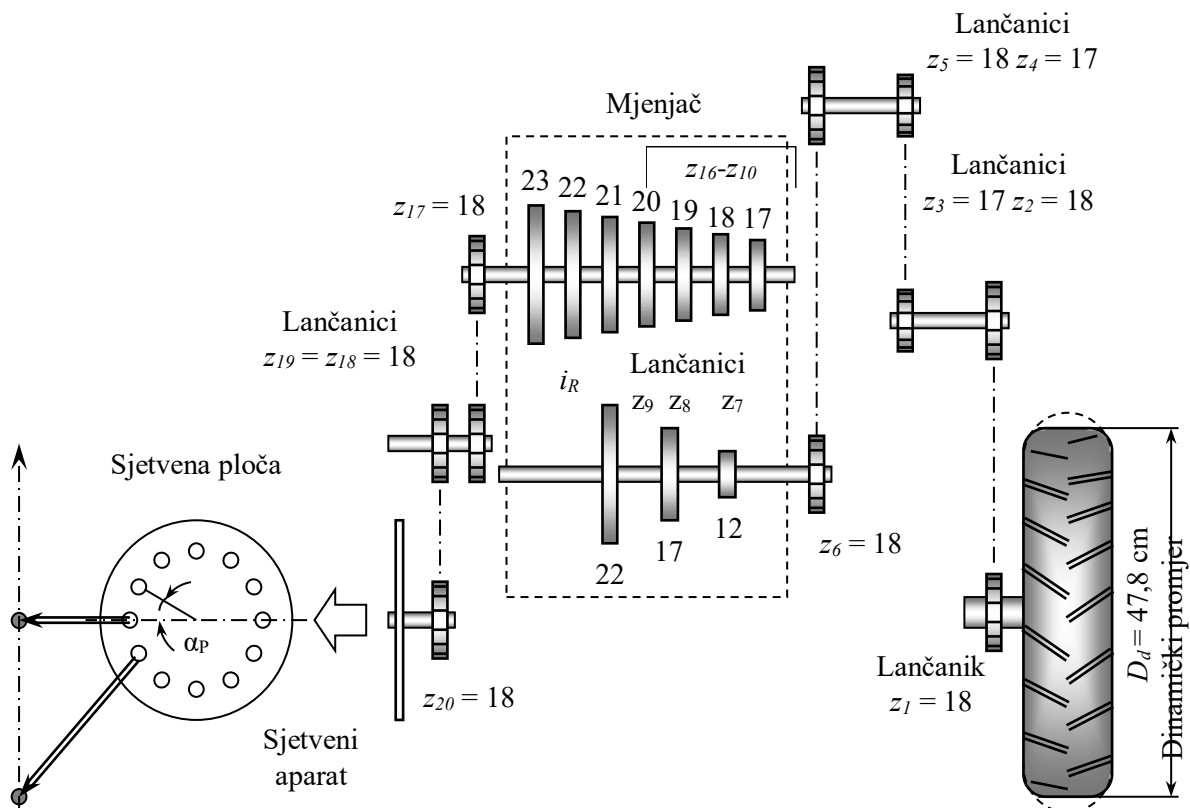
(Izvor: Banaj, 2020.)

Na ulazni otvor prema sjetvenoj ploči postavljena je zaštitna pregrada, ovisno o kalibraciji sjemena. Tom pregradom osiguran je nesmetani dotok sjemena u ograničenim količinama

čime se umanjuje otpor rotacije same sjetvene ploče. Upravo položaj pregrade i njena visina utječu na sprječavanje povlačenja sjemenki dugih frakcija s tanjim dijelom u otvore ploče. Ovaj dio služi i za usmjeravanje sjemenki pri početnoj rotaciji, da ne dođe do nestašice sjemena, ali i nakupljanja oštećenog sjemena pri kraju pražnjenja spremnika. Određivanjem položaja pregrade omogućava se sijanje različitih kalibracija sjemena bez promjene sjetvene ploče što je i patent tvrtke *MaterMacc*.

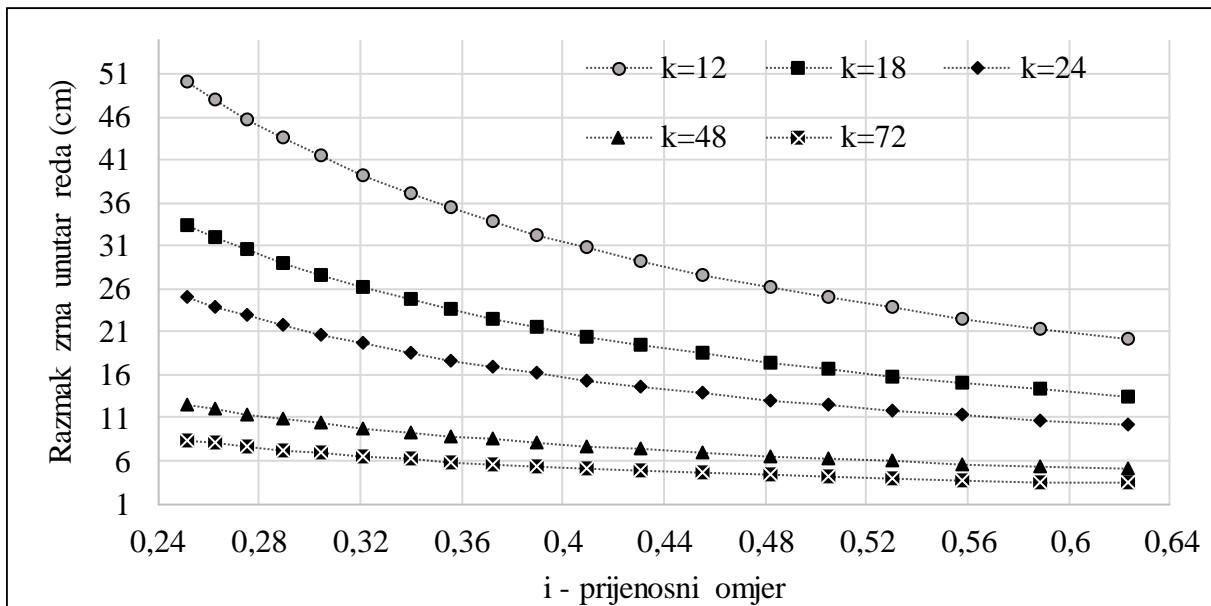
#### 3.3.4. Mjenjačka kutija i prijenosnici

Radi potrebe sjetve na različite razmake unutar reda, odnosno sjetve različitog broja zrna po jedinici površine, na podtlačne sijačice, između pogonskog i gonjenog vratila, ugrađuje se mjenjačka kutija. Sjetva na različit razmak unutar reda nije moguća bez mogućnosti promjene prijenosa i promjene broja rotacije sjetvene ploče. U vrijeme sjetve pogonski kotač preko lanca i lančanika pogoni gornje vratilo koje je spojeno na mjenjačku kutiju. U mjenjaču se nalaze dvije grupe lančanika, poredanih jedan do drugoga od većeg prema manjem na pogonskom vratilu i od manjeg prema većem na gonjenom vratilu. Prijenos rotacije s pogonskog na gonjeno vratilo omogućeno je pomoću čeličnog lanca koji se ručno postavlja na određeni par lančanika. Prijenosni sustav lančanika, teorijski razmak sjemena unutar reda s različitim prijenosnim odnosima i sjetvenim pločama prikazani su na slikama 12. i 13. te u Tablici 4.



Slika 12. Prijenosni sustav lančanika kod sijačice MaterMacc Twin Row-2

(Izvor: Banaj, 2020.)



Slika 13. Teorijski razmak sjemena unutar reda s  $n=12-72$

(Izvor: Banaj, 2020.)

Tablica 4. Teorijski razmak sjetve unutar reda (cm) kod sjetvenih ploča s različitim brojem otvora (n)

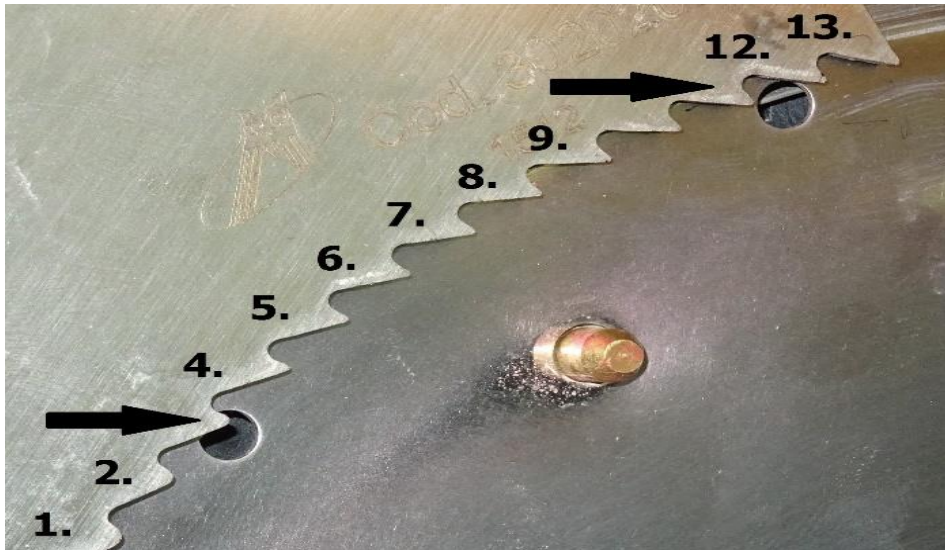
Oznaka kombinacije mjenjača	Prijenosni odnos ( <i>i</i> )	<i>n</i>				
		12	18	24	48	72
22 - 17	0,62309	20,33	13,55	10,16	5,08	3,39
22 - 18	0,58848	21,52	14,35	10,76	5,38	3,59
22 - 19	0,55750	22,72	15,15	11,36	5,68	3,79
22 - 20	0,52963	23,92	15,94	11,96	5,98	3,99
22 - 21	0,50441	25,11	16,74	12,56	6,28	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: Banaj, 2020.)

## 4. REZULTATI

### 4.1. Rezultati utvrđivanja udaljenosti vrha skidača od središnjeg dijela sjetvenog otvora

Rezultati mjerenja položaja vrhova zubi skidača viška sjemena u odnosu na središnji dio sjetvenog otvora prikazani su na sljedećoj Slici 14. i Tablici 5.



Slika 14. Položaj skidača viška sjemena kod sijačice *MaterMacc Twin Row-2*

(Izvor: Banaj, 2020.)

Tablica 5. Udaljenost vrha zuba skidača viška sjemena (mm) od sredine otvora sjetvene ploče ( $\varnothing$  5,5 mm) za sijačicu *MateMacc Twin Row-2*

Oznaka na skali	2.	6.	10.	12.
1.	0,30	-0,40	-2,20	-3,00
2.	0,60	-0,20	-1,30	-2,50
3.	0,90	0,00	-0,10	-2,20
4.	1,30	0,20	0,10	0,00
5.	1,60	0,55	0,40	0,50
6.	2,15	1,35	1,30	1,20
7.	2,45	2,02	2,00	2,00
8.	3,10	2,50	2,80	2,80
9.	3,35	3,04	3,40	3,50
10.	3,90	3,62	4,10	4,06

Dobivenim saznanjima o udaljenosti pojedinih zubi skidača, iz navedene Tablice 5. utvrđene su polazne vrijednosti o najpovoljnijem položaju skidača za ispitivani hibrid suncokreta.



Utvrđivanje najpovoljnijeg položaja u laboratorijskim uvjetima obavljeno je simulacijom radne brzine sijačice na ispitnom stolu od 6 km h<sup>-1</sup>.

#### 4.2. Rezultati ostvarenih međurednih razmaka zrna suncokreta pri simulaciji sjetve

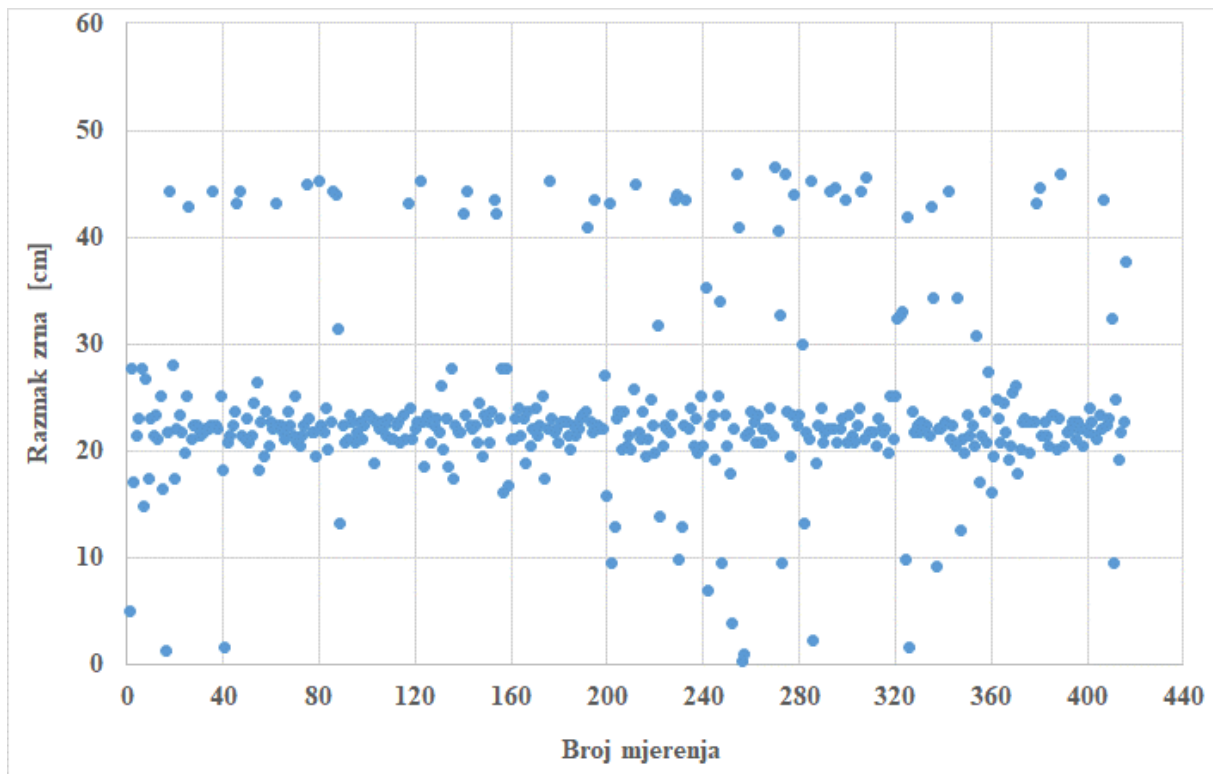
Nakon provedenih simulacija sjetve pri radnoj brzini od 6 km/h s položajem skidača viška sjemena na oznaci „3,75“, „4,00“, „4,25“, „4,50“ i „4,75“ prikazani su u Tablici 6.

Tablica 6. Ostvareni prosječni razmaci pri simulaciji brzine rada sijačice od 6 km/h te ostvarene statističke vrijednosti

<b>Položaj - oznaka skidača</b>	<b>Brzina simulacije rada (km/h)</b>	<b>Prosječni razmak (cm)</b>	<b>Standardna devijacija</b>	<b>Koeficijent varijacije (%)</b>
3,75	6	24,08	8,311	34,52
4,00	6	23,15	6,982	30,16
4,25	6	23,98	8,109	33,81
4,50	6	23,09	6,365	27,56
4,75	6	22,92	7,237	31,57

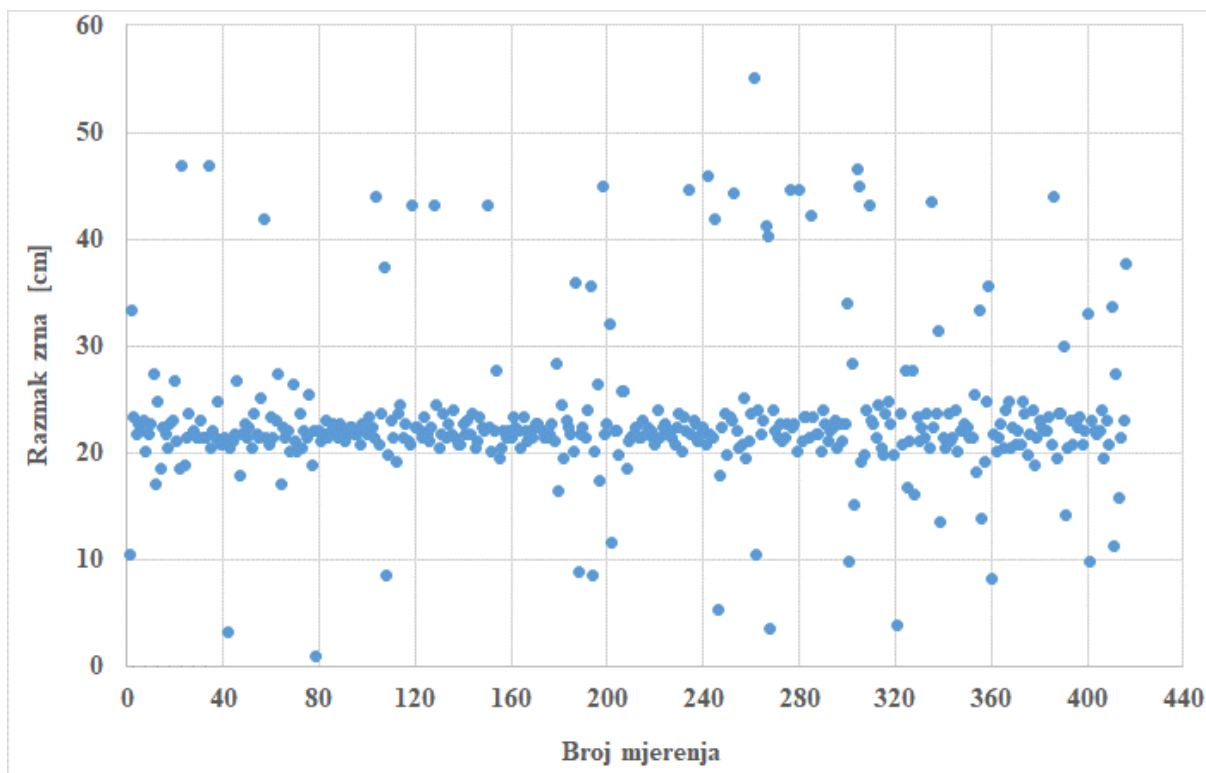
*Sjetvena ploča n=12, ø 3,0 mm, teorijski razmak 22,90 cm*

Kao što se može vidjeti iz Tablice 6. pri simulaciji sjetve zrna suncokreta pri radnoj brzini od 6 km sa skidačem na oznaci „3,75“ ostvaren je prosječni razmak od 24,08 cm sa standardnom devijacijom od 8,311, te s visokim koeficijentom varijacije od 34,52 %. Pri radnoj brzini od 6 km/h sa skidačem na oznaci „4,00“ prosječni razmak zrna iznosio 23,15 cm, uz standardnu devijacija 6,982 te koeficijent varijacije od 30,16 %. Pomicanjem skidača viška sjemena na oznaku „4,25“ ostvaren je prosječni razmak zrna u sjetvi od 23,98 cm, uz standardnu devijacija 8,109 i koeficijent varijacije od 33,81 %. Pri istoj radnoj brzini simulacije od 6 km/h kod položaja skidača na „4,50“ ostvaren je prosječni razmak sjetve zrna je 23,09 cm uz standardna devijacija od 6,365 s koeficijentom varijacije od 27,56 %. Pri simulaciji sjetve na ispitnom stolu sa sjetvenom pločom n=12 i kod teorijskog razmaka od 22,90 cm na položaju skidača od „4,75“ ostvaren je najpovoljniji razmak zrna od 22,92 cm uz standardna devijacija od 7,237 i s koeficijentom varijacije od 31,57 %.

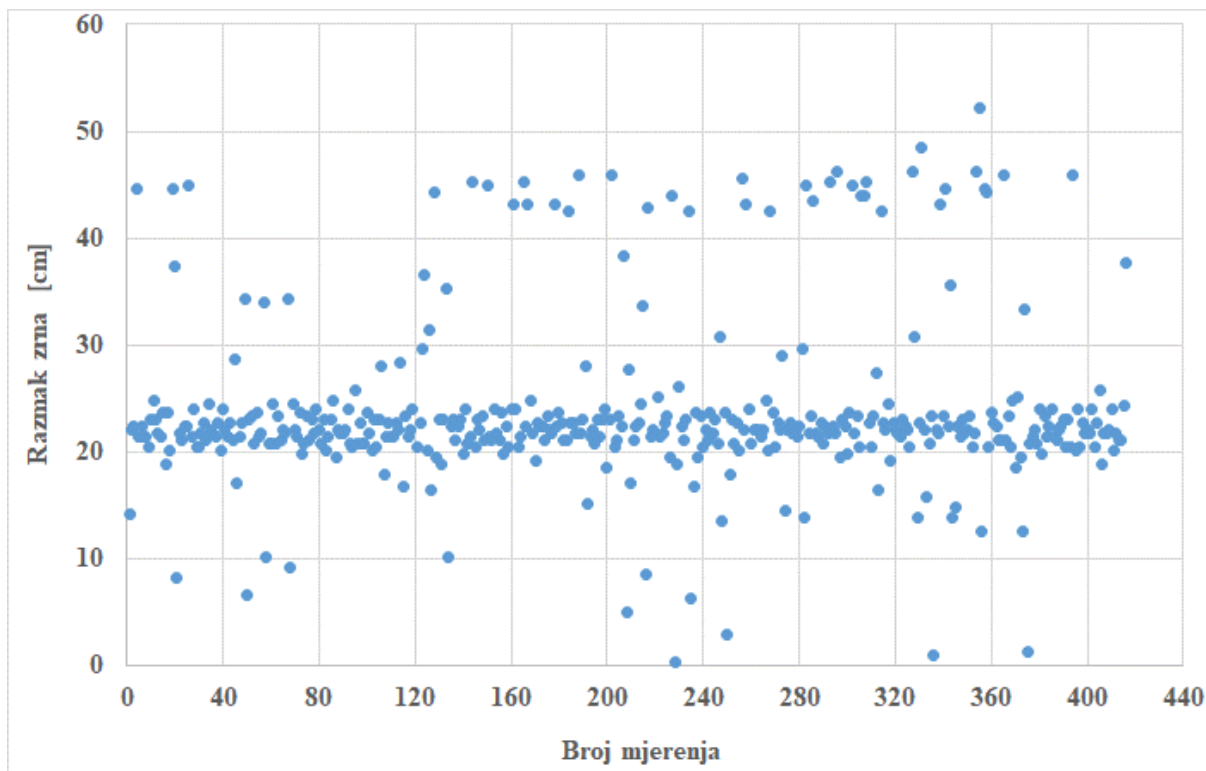


Grafikon 1. Ostvareni razmaci zrna pri simulaciji sjetve s položajem skidača na „3,75“

Položaj skidača na 3,75 pri radnoj brzini od 6 km/h rezultirao je s prosječnim razmakom između sjemenki od 24,08 cm, što je relativno širok razmak. To može biti korisno u sjetvi suncokreta jer veći razmak između sjemenki može pridonijeti boljoj prehrani i razvoju biljaka. Standardna devijacija je prilično visoka (8,311), što ukazuje na značajnu varijabilnost u prosječnom razmaku između sjemenki. To može biti rezultat različitih čimbenika tijekom sjetve, kao što su neujednačenost tla ili podešavanje sijačice. Koeficijent varijacije od 34,52 % sugerira da postoji značajna relativna varijabilnost u prosječnom razmaku između sjemenki. Ovo je važno uzeti u obzir prilikom planiranja sjetve suncokreta, jer je konzistentan razmak između sjemenki ključan za optimalan rast i prinos. Pri radnoj brzini od 6 km/h i položajem skidača na 4,00 ostvaren je prosječni razmak između sjemenki od 23,15 cm (Grafikon 2.). Ovaj prosječni razmak je nešto manji u usporedbi s prethodnom oznakom skidača (3,75), ali i dalje pruža razumno širok razmak između sjemenki, što može biti korisno za pravilan razvoj suncokreta. Standardna devijacija od 6,982 pokazuje nešto manju varijabilnost u prosječnom razmaku između sjemenki u usporedbi s prethodnom oznakom skidača (3,75). To sugerira da je ovaj postav skidača donio nešto konzistentniji prosječni razmak između sjemenki. Koeficijent varijacije od 30,16 % ukazuje na značajnu relativnu varijabilnost u prosječnom razmaku između sjemenki, ali je nešto manji u usporedbi s prethodnom oznakom skidača (3,75).



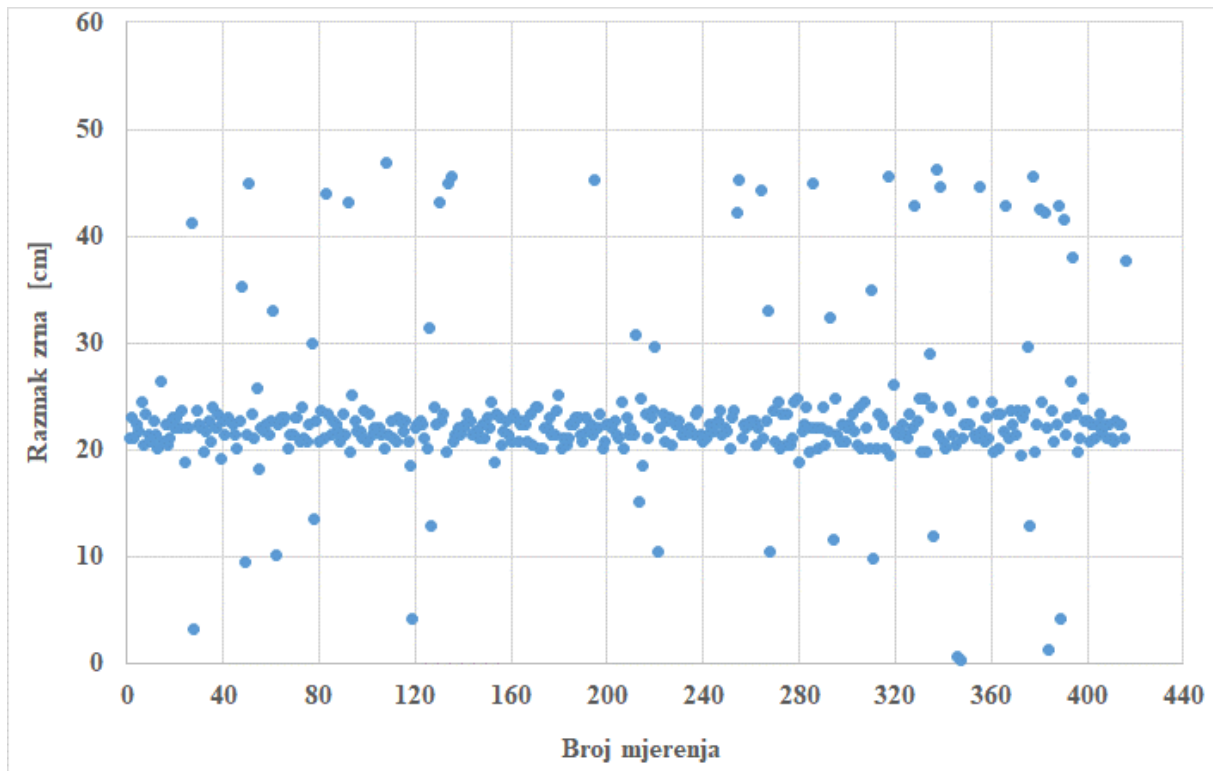
Grafikon 2. Ostvareni razmaci zrna pri simulaciji sjetve s položajem skidača na „4,00“



Grafikon 3. Ostvareni razmaci zrna pri simulaciji sjetve s položajem skidača na „4,25“

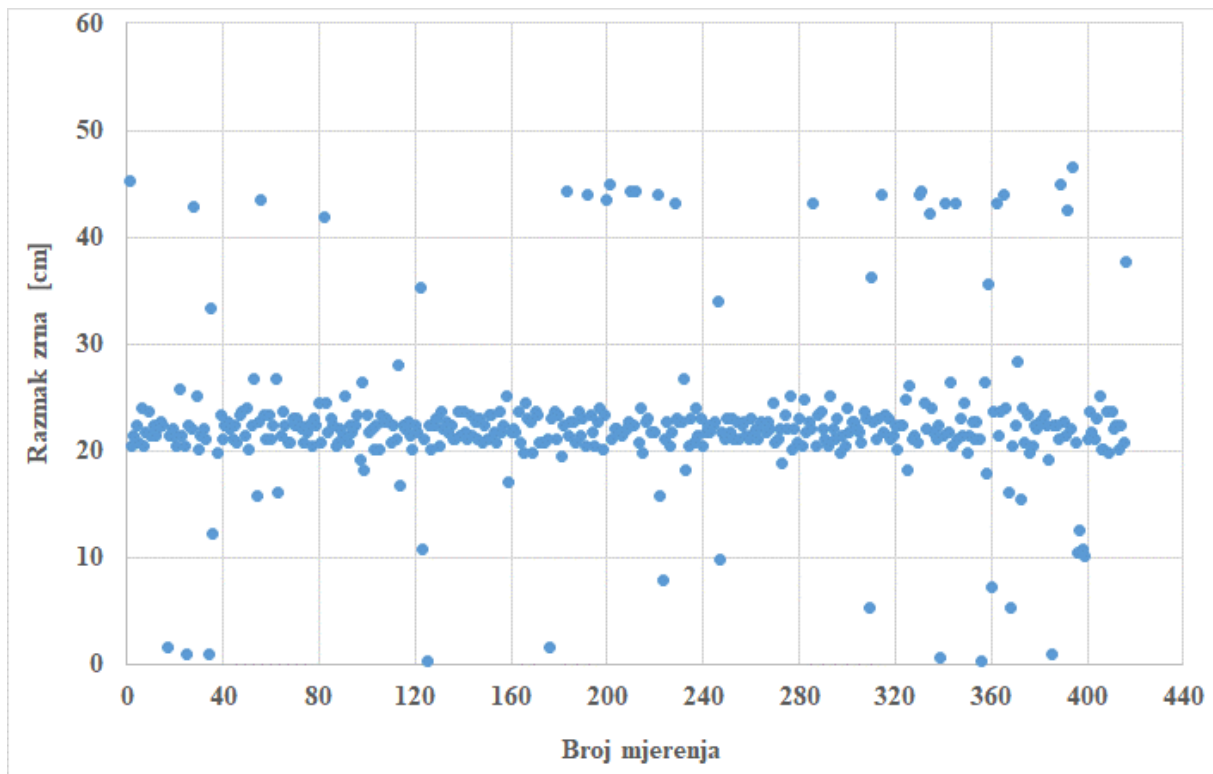
Oznaka skidača 4,25 pri radnoj brzini od 6 km/h rezultira s prosječnim razmakom između sjemenki od 23,98 cm. To je umjereno širok razmak između sjemenki dok standardna

devijacija iznosi 8,109 što ukazuje na umjerenu varijabilnost u prosječnom razmaku između sjemenki. Na isti zaključak ukazuje i koeficijent varijacije od 33,81 %.



Grafikon 4. Ostvareni razmaci zrna pri simulaciji sjetve s položajem skidača na „4,50“

Pri radnoj brzini od 6 km/h na oznaci skidača 4,50 (Grafikon 4.) ostvaren je prosječni razmakom između sjemenki od 23,09 cm. To je umjereno širok razmak između sjemenki, što može biti korisno za pravilan razvoj suncokreta. Standardna devijacija od 6,365 ukazuje na umjerenu varijabilnost u prosječnom razmaku između sjemenki. To sugerira nešto manju varijabilnost u postavkama u usporedbi s nekim prethodnim podacima. Koeficijent varijacije od 27,56% ukazuje na umjerenu relativnu varijabilnost u prosječnom razmaku između sjemenki. Ovo je važno razmotriti u kontekstu optimalne gustoće sjetve i potrebe za konzistentnim razmakom između sjemenki.



Grafikon 5. Ostvareni razmaci zrna pri simulaciji sjetve s položajem skidača na „4,75“

Pri oznaci skidača na „4,75“ utvrđeno je najmanje odstupanje razmaka zrna (22,92) od teorijskog razmaka koji iznosi 22,90 cm.

## 5. RASPRAVA

Različiti položaji skidača utječu na prosječni razmak između sjetvenih zrna kao što se može vidjeti iz Grafikona 1 do 5. Iz Grafikona 1. pri simulaciji i položaju skidača na oznaci "3,75" ostvaren je prosječni razmak od 24,08 cm s kojim smo u standardnoj sjetvi na razmak redova od 70 cm mogli zasijati 58 970 biljaka po hektaru. Ovaj položaj skidača preblizu je otvoru sjetvene ploče što je rezultiralo većim brojem ne posijanih mjesta i manjem broju (Grafikon 1.) duplih biljaka. Radi pojave praznih mjesta jer je skidač odstranio s otvora sjetvene ploče i pojedinačna (osnovna) zrna čime smo zasijali 3 038 biljaka manje po hektaru. Simulacije s položajem skidača na oznakama "4,00", "4,25", "4,50" i "4,75" imaju manje prosječne razmake, što direktno ukazuje o povećanju ostvarenog sklopa biljaka po hektaru u usporedbi s rezultatom dobiven pri položaju skidača na oznaci "3,75". Prema saznanjima iz drugih znanstvenih publikacija može se zaključiti da brzina rada direktno utječe na kvalitetu rada sijačice. Stoga, da bi utvrdili utjecaj položaja skidača sve simulacije su obavljene pri radnoj brzini od 6 km/h. Primjetno je da pri brzini od 6 km/h prosječni razmak ima tendenciju smanjenja kako se povećava oznaka skidača odnosno kako skidač udaljavamo od sjetvenog otvora pri čemu povećavamo prostor između skidača i sjetvenog otvora na ploči. Veće standardne devijacije ukazuju na veću varijabilnost u prosječnom razmaku između sjemena. Položaj skidača na oznaci „4,50“ osigurao je prosječni razmak od 23,09 cm uz standardnu devijaciju od 6,365 i koeficijent varijacije od 27,56 %. Ovdje se može vidjeti da je došlo do povećanja prosječnog razmaka za svega + 0,82 %. Međutim najmanja odstupanja ostvarenog aritmetičkog razmaka od teorijskog razmaka od svega + 0.09 % ostvareno je pri položaju skidača na oznaci „4,75“. Ovaj položaj ukazuje da je ova kombinacija donijela prilično ujednačen razmak između sjemenki, što je poželjno u proizvodnji ratarskih kultura kao što se može vidjeti i iz Grafikona 5.

## 6. ZAKLJUČAK

Suncokret je važna poljoprivredna kultura koja ima značajan utjecaj na proizvodnju ulja i osigurava resurse za proizvodnju hrane za ljude i životinje širom svijeta. Precizna sjetva suncokreta od iznimne je važnosti za postizanje visokih prinosa i kvalitetnog sjemena. U sklopu ovog istraživanja, analizirana je simulacija sjetve suncokreta s podtlačnom pneumatskom sijačicom te temeljem toga mogu se donijeti slijedeći zaključci;

- za odabir najpovoljnijeg položaja skidača viška sjemena postupak simulacije obavljen je pri radnoj brzini od 6 km/h te je započeo na oznaci skidača „3,75“, te je zabilježen prosječni razmak od 24,08 cm, uz standardnu devijaciju 8,311,
- na udaljenosti od 1,30 mm 2 zuba skidača od središta otvora na sjetvenoj ploči tj. na položaju skidača „4“ ostvaren je prosječni razmak pri simulaciji sjetve suncokreta od 23,15 cm uz standardnu devijaciju 6,982,
- odmicanjem skidača od središnjeg promjera otvora na sjetvenoj ploči na oznaku „4,25“ ostvarili smo prosječni sjetveni razmak od 23,98 cm uz standardnu devijaciju od 8,109, ali s još uvijek velikog broja praznih mjesta u sjetvi,
- pomicanjem skidača na položaj „4,50“ uočava se približavanje ostvarenju teorijskog razmaka od 22,90 cm, pri čemu je ostvaren prosječni razmak od 23,09 cm uz standardnu devijaciju 6,365,
- položaj skidača na oznaci „4,75“ ostvario je najmanje odstupanje od teorijskog razmaka pri čemu je utvrđeno odstupanje od + 0,09 %.

Temeljem ovih saznanja može se preporučiti da kod ispitivanog hibrida suncokreta za ostvarenje približavanja teorijskog razmaka u sjetvi upotreba položaja skidača viška sjemena na oznaci „4,75. Ovaj rad potvrđuje važnost tehnoloških inovacija u poljoprivredi i njihovu sposobnost za unapređenje održivih praksi.

## 7. POPIS LITERATURE

1. Alipour, N., Shahgholi, G. i Jahanbakhshi, A. (2022). Evaluation and comparison and the performance of pressurized and vacuum cylindrical distributors in soybean cultivation. *Results in Engineering*, 16, 100546.
2. Asl, A. R., Roudbari, M. i Esmailzadeh, E. (2019). Fabrication and evaluation of vacuumed metering drum performance for row planting of soybean with grease belt. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, 21(4), 96-106.
3. Asl, A.R., Esmailzadeh, E. i Amirian, A. (2018). Fabrication and Performance Evaluation of Pressurized Pneumatic Cylinder Distributor Equipped with a Wind Separator for Row Cultivated Mung Bean using Grease Belt. *Agricultural Mechanization and Systems Research*, 18(69), 125-138.
4. Bagherpour, H. i Alzadeh, H.H, (2019). Determining the optimal parameters of precision vacuum cylinder distribution for Iranian lentil cultivation. *Iran. Biosyst. Eng.*, 49 (4), pp. 621-629.
5. Banaj, A. (2020). Kvaliteta rada pneumatskih sijačica s podtlakom pri različitim sustavima sjetve kukuruza (Doctoral dissertation, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek. Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek. Department for mechanization in agriculture.
6. Bilandžija, N., Fabijanić, G., Sito, S. i Kiš, D. (2017.): Effect of drill speed and feed mechanisms on in-row seed spacing accuracy of red beet, *Tehnički vjesnik* 24, 3 (2017): 963-966.
7. Berus, P. (2010). Vpliv hitrosti setve na točnost odlaganja semena pri pnevmatski podtlačni sejalnici za koruzo (Doctoral dissertation, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta), pp. 70.
8. Bykova, O. i Rittler, L. 2021. Drill-seeding of soybean. *Legume Hub*. [www.legumehub.eu](http://www.legumehub.eu) (25.8.23).
9. Ferreira, F.M., Oss, L.L., Carneiro, M.D. i Litter, F.A. (2019.): Longitudinal distribution in the maize sowing in mechanical and pneumatic precision seeding machines, *Nativa, Sinop*, 7 (3): 296-300
10. Gadžo, D., Đikić, M. i Mijić, A. (2011): *Industrijsko bilje*. Univerzitet u Sarajevu: Poljoprivredno-prehrambeni fakultet.
11. Kamenčak, I. (2021). Ispitivanje pneumatskih sijačica primjenom Iso standarda 7256/1 (Doctoral dissertation, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek. Faculty of



Agrobiotechnical Sciences Osijek. Department of Agricultural Engineering and Renewable Energy Resources).

12. Lauer, J.G., (2001). Theoretical and experimental evaluation of within-row plant spacing in corn. In Annual Meetings Abstracts (CD-ROM). ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI.
13. Liu, W., Tollenaar, M., Stewart, G. i Deen, W. (2004.): Impact of planter type, planting speed, and tillage on stand uniformity and yield of corn, *Agronomy Journal*, 96 (6) :198 – 207.
14. Milenković, B. i Barać, S. (2010). Uticaj brzine rada setvenih agregata na ostvareni prinos kukuruza. *Poljoprivredna tehnika*, 35(2), 73-77.
15. Ormond, A.T.S., Furlani C.E.A., Oliveira, M.F. de, Noronha, R.H. de F., Tavares, T. de O. i Menezes, P.C. de (2018.): Maize Sowing Speeds and Seed-Metering Mechanisms, *Journal of Agricultural Science*, 10 (9): 468-476.
16. Pallaoro, D. S., Pereira, P. S. X., Silva, A. R. B. D., Coelho, M. D. F. B. i Camili, E. C. (2023). Quality of sunflower seeds in function of thickness classification and sowing under speed variation of the seeder-fertilizer. *Revista Ceres*, 69, 753-758.
17. Pospíšil, M. (2008). Sjetva suncokreta. *Glasnik zaštite bilja*, 31(4), 95-100.
18. Pospíšil, M. (2022). Vrijeme je za sjetvu suncokreta. *Gospodarski list*. Zagreb.
19. Rahmati, M.H. i Haji-Ahmead, A. (2007). Optimization of pneumatic thought traces of tomato seeds and comparison of its performance with mechanical planter. *J. Agric. Sci. Nat. Resour.*, 14 (6), pp. 169-179.
20. Schrödl, J. (1993.): Was ist beim Kauf und beim Einsatz einer Einzelkornsämaschine zu beachten? Einzelkorn-sämaschinen. *DLG Prüfberichte*: 3–20
21. Smith, J. A., Wilson, R. G., Yonts, C. D., i Palm, K. L. (1992). Sugarbeet plant emergence as influenced by planter model. In American Society of Agricultural Engineers. Meeting (USA).
22. Soleymani, A. (2016). Effect of plant density on light absorption in canopy and growth indices of sunflower cultivars (*Helianthus annuus L.*). *crop physiology journal*, 7(28), 107-123.
23. Vaziri, M. Nasrollazadeh-Asl, A., Mousavi, M.H i Valizadehgan, E. (2012). Effect of plant density on yield and yield components of soybean seed at different planting rows. *J. Res. Crop Sci.*, 5 (17), pp. 45-58.

24. Vratarić, M., Jurković D., Ivezić M., Pospšil M., Košutić S., Sudarić A., Josipović M., Ćosić J., Mađar S., Raspudić E. i Vrgoč D., (2004.): Suncokret (*Helianthus annuus* L.), Osijek.
25. Vučajnk, F., Bernik, R., Rednak, J., Šantavec, I., Kocjan Ačko, D., Rakun, J., Lakota, M., Berus, P., Zupanc, V. i Vidrih, M. (2017.). Planting pattern of a pneumatic vacuum maize planter within a row. Novi izzivi v agronomiji 2017, Slovensko agronomsko društvo, 238-244
26. Zaki, D. H., Minaei, S. i Yousefzadeh, T. M. (2008). Improvement of vacuum-precision planter by development and application of a pneumatic seed knockout device. J. Agric. Sci., 18 (2), pp. 219-230.
27. Zhao, X., Zhang, T., Liu, F., Li, N. i Li, J. (2022). Sunflower Seed Suction Stability Regulation and Seeding Performance Experiments. Agronomy, 13(1), 54.
28. Priručnik za upotrebu i održavanje - MaterMacc Use and maintenance handbook – Magicsem Twin 2/2015

Internet izvori:

1. <https://hr.blabto.com/4943-sunflower-root-medicinal-properties-reviews-contrain.html> (27.7.23)
2. <https://www.plantea.com.hr/suncokret/> (1.8.23)
3. [https://www.kws.com/ba/media/prirucnik-tehnologija-proizvodnje-suncokreta-hr\\_web.pdf](https://www.kws.com/ba/media/prirucnik-tehnologija-proizvodnje-suncokreta-hr_web.pdf) (5.8.23).
4. <https://www.agronomija.info/ratarstvo/kako-podesiti-sijacicu-za-sjetvu-soje-secerne-repe-kukuruz-a-i-suncokreta> (8.8.23).
5. [https://www.olt.hr/index.php?option=com\\_content&view=article&id=101&Itemid=156&lang=hr](https://www.olt.hr/index.php?option=com_content&view=article&id=101&Itemid=156&lang=hr) (15.8.23).
6. <https://gospodarski.hr/rubrike/mehanizacija/horsch-maestro-rv-nosena-precizna-pneumatska-sijacica/> (20.8.23).
7. <https://www.matermacc.it/> (18.9.23)

## 8. SAŽETAK

Ovaj rad temelji se na istraživanju važnosti pravilnog odabira skidača viška sjemena kod podtlačne pneumatske sijačice u procesu sjetve suncokreta. Analizom različitih položaja skidača, istraživanje pruža detaljni uvid u njihov utjecaj na raspored sjemena tijekom sjetve. Pokazalo se da različiti položaji skidača znatno utječu na prosječni razmak između sjetvenih zrna. Položaj skidača označen s "3,75" rezultira širim razmakom između sjemenki, dok su položaji "4,00", "4,25", "4,50" i "4,75" doveli do smanjenja prosječnog razmaka. Posebno je zanimljiv položaj skidača "4,75" koji pokazuje minimalno odstupanje od teorijski optimalnog razmaka, svega + 0,09 %. Osim toga, brzina rada sijačice od 6 km/h igra ključnu ulogu u postizanju željenog razmaka između sjemenki. Istraživanje pruža dublji uvid u proces sjetve suncokreta koristeći sijačice MaterMacc S.p.a. – Twin Row–2. Ova moderna poljoprivredna tehnološka oprema dizajnirana je za preciznu sjetvu sjemena, posebno suncokreta. Sijačica je opremljena mehanizmom za uklanjanje viška sjemena, ključnim za postizanje željenog razmaka između sjemenki. Rezultati rada naglašavaju potrebu za pažljivim odabirom položaja skidača kako bi se optimizirala sjetva suncokreta, čime bi se unaprijedila produktivnost i kvaliteta poljoprivredne proizvodnje.

Ključne riječi: suncokret, sjetva, podtlačna pneumatska sijačica, skidač viška sjemena.

## 9. SUMMARY

This paper is based on the research exploring the importance of selecting the excess seed remover in a vacuum pneumatic seed drill during the sunflower sowing process. Through the analysis of different stripper positions, the research provides a detailed insight into their influence on the arrangement of seeds during sowing. It has been shown that various positions of the stripper significantly affect the average spacing between the sown seeds. The position marked as "3.75" results in a wider spacing between the seeds, while the positions "4.00", "4.25", "4.50", and "4.75" lead to a reduction in the average spacing. Particularly interesting is the position "4.75" which demonstrates minimal deviation from the theoretically optimal spacing, only + 0.09%. Additionally, the operating speed of the seed drill at 6 km/h plays a crucial role in achieving the desired spacing between the seeds. The research provides a deeper understanding of the sunflower sowing process using the MaterMacc S.p.a. – Twin Row–2 seed drill. This modern agricultural equipment is designed for precise seed sowing, specifically for sunflowers. The seed drill is equipped with a mechanism for removing excess seeds, crucial for achieving the desired spacing between the seeds. The results emphasize the need for careful selection of the stripper position to optimize sunflower sowing, ultimately enhancing productivity and the quality of agricultural production.

Keywords: sunflower, sowing, vacuum pneumatic seed drill, excess seed remover.

## 10. POPIS SLIKA

Slika 1. Korijen suncokreta.....	6
Slika 2. Stabljika suncokreta u ranoj fazi razvoja .....	7
Slika 3. Plojka lista sunokreta.....	7
Slika 4. Cvijet suncokreta .....	8
Slika 5. Plod suncokreta .....	8
Slika 6. Sijačica MaterMacc Twin Row-2 .....	12
Slika 7. MaterMacc Twin Row-2 u sjetvi (lijevo) i razmaci redova u sjetvi kukuruza (desno) .....	13
Slika 8. Sjetvena sekcija sijačice MaterMacc Twin Row-2.....	14
Slika 9. Uređaj za otklanjanje gruda tla u pravcu sjetve (lijevo) .....	15
Slika 10. Kućište sjetvenog uređaja .....	16
Slika 11. Pregrada za podešavanje količine sjemena u zoni prihvata sjetvene ploče .....	16
Slika 12. Prijenosni sustav lančanika kod sijačice MaterMacc Twin Row-2 .....	18
Slika 13. Teorijski razmak sjemena unutar reda s $n=12-72$ .....	18
Slika 14. Položaj skidača viška sjemena kod sijačice MaterMacc Twin Row-2.....	20

## 11. POPIS TABLICA

<b>Tablica 1:</b> Proizvodnja zrna suncokreta u Republici Hrvatskoj .....	9
<b>Tablica 2:</b> Broj biljaka po hektaru s obzirom na ostvareni razmak u sjetvi .....	12
<b>Tablica 3:</b> Tehničke karakteristike sijačica serije MS 8100 Twin Row.....	13
<b>Tablica 4:</b> Teorijski razmak sjetve unutar reda (cm) kod sjetvenih ploča s različitim brojem otvora .....	19
<b>Tablica 5:</b> Udaljenost vrha zuba skidača viška sjemena (mm) od sredine otvora sjetvene ploče (ø 5,5 mm) za sijačicu MateMacc Twin Row,.....	20
<b>Tablica 6:</b> Ostvareni prosječni razmaci pri simulaciji brzine rada sijačice od 6 km/h te ostvarene statističke vrijednosti.....	21

## 12. POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Ostvareni razmaci zrna pri simulaciji sjetve s položajem skidača na „3,75“ .....23

Grafikon 2. Ostvareni razmaci zrna pri simulaciji sjetve s položajem skidača na „4,00“ .....24

Grafikon 3. Ostvareni razmaci zrna pri simulaciji sjetve s položajem skidača na „4,25“ .....24

Grafikon 4. Ostvareni razmaci zrna pri simulaciji sjetve s položajem skidača na „4,50“ .....25

Grafikon 5. Ostvareni razmaci zrna pri simulaciji sjetve s položajem skidača na „4,75“ .....26

# TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

**Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku**  
**Diplomski rad**

**Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek**

**Sveučilišni diplomski studij, smjer**

## **ODABIR SKIDAČA VIŠKA SJEMENA KOD PODTLAČNE PNEUMATSKE SIJAČICE U SJETVI SUNCOKRETA**

**Luka Furlić**

**Sažetak:** Ovaj rad temelji se na istraživanju važnosti pravilnog odabira skidača viška sjemena kod podtlačne pneumatske sijačice u procesu sjetve suncokreta. Analizom različitih položaja skidača, istraživanje pruža detaljni uvid u njihov utjecaj na raspored sjemena tijekom sjetve. Pokazalo se da različiti položaji skidača znatno utječu na prosječni razmak između sjetvenih zrna. Položaj skidača označen s "3,75" rezultira širim razmakom između sjemenki, dok su položaji "4,00", "4,25", "4,50" i "4,75" doveli do smanjenja prosječnog razmaka. Posebno je zanimljiv položaj skidača "4,75" koji pokazuje minimalno odstupanje od teorijski optimalnog razmaka, svega + 0,09 %. Osim toga, brzina rada sijačice od 6 km/h igra ključnu ulogu u postizanju željenog razmaka između sjemenki. Istraživanje pruža dublji uvid u proces sjetve suncokreta koristeći sijačice MaterMacc S.p.a. – Twin Row–2. Ova moderna poljoprivredna tehnološka oprema dizajnirana je za preciznu sjetvu sjemena, posebno suncokreta. Sijačica je opremljena mehanizmom za uklanjanje viška sjemena, ključnim za postizanje željenog razmaka između sjemenki. Rezultati rada naglašavaju potrebu za pažljivim odabirom položaja skidača kako bi se optimizirala sjetva suncokreta, čime bi se unaprijedila produktivnost i kvaliteta poljoprivredne proizvodnje.

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

**Mentor:** dr. sc. Anamarija Banaj

**Broj stranica:** 35

**Broj slika:** 14

**Broj tablica:** 6

**Broj literaturnih navoda:** 35

**Broj priloga:** -

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Ključne riječi:** suncokret, sjetva, podtlačna pneumatska sijačica, skidač viška sjemena

**Datum obrane:**

**Stručno povjerenstvo za obranu:**

1. prof. dr. sc. Đuro Banaj, predsjednik
2. dr. sc. Anamarija Banaj, mentor
3. prof. dr. sc. Bojan Stipešević, član

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



## BASIC DOCUMENTATION CARD

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek**  
**Graduate thesis**

**Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek**

**University Graduate Studies Organic agriculture**

### **SELECTION OF THE SEED ELIMINATOR FOR THE VACUUM PNEUMATIC SOWING MACHINE IN SUNFLOWER SOWING**

**Luka Furlić**

**Summary:** This paper is based on the research exploring the importance of selecting the excess seed remover in a vacuum pneumatic seed drill during the sunflower sowing process. Through the analysis of different stripper positions, the research provides a detailed insight into their influence on the arrangement of seeds during sowing. It has been shown that various positions of the stripper significantly affect the average spacing between the sown seeds. The position marked as "3.75" results in a wider spacing between the seeds, while the positions "4.00", "4.25", "4.50", and "4.75" lead to a reduction in the average spacing. Particularly interesting is the position "4.75" which demonstrates minimal deviation from the theoretically optimal spacing, only + 0.09%. Additionally, the operating speed of the seed drill at 6 km/h plays a crucial role in achieving the desired spacing between the seeds. The research provides a deeper understanding of the sunflower sowing process using the MaterMacc S.p.a. – Twin Row–2 seed drill. This modern agricultural equipment is designed for precise seed sowing, specifically for sunflowers. The seed drill is equipped with a mechanism for removing excess seeds, crucial for achieving the desired spacing between the seeds. The results emphasize the need for careful selection of the stripper position to optimize sunflower sowing, ultimately enhancing productivity and the quality of agricultural production.

**Thesis is performed at:** Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

**Mentor:** dr. sc. Anamarija Banaj

**Number of pages:** 35

**Number of figures:** 14

**Number of tables:** 6

**Number of references:** 35

**Number of appendices:** -

**Original in:** Croatian

**Key words:** sunflower, sowing, vacuum pneumatic seed drill, excess seed remover.

**Thesis is defended on date:**

**Reviewers:**

1. prof. dr. sc. Đuro Banaj, predsjednik
2. dr. sc. Anamarija Banaj, mentor
3. prof. dr. sc. Bojan Stipešević, član

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