

# Gospodarenje kukuruzovinom na obiteljskom poljoprivrednom gospodarstvu

---

**Smiljanović, Ivan**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2019**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Agriculture / Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:204:112385>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-08-17**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
**AGRONOMSKI FAKULTET**

**GOSPODARENJE KUKURUZOVINOM NA  
OBITELJSKOM POLJOPRIVREDNOM  
GOSPODARSTVU**

DIPLOMSKI RAD

Ivan Smiljanović

Zagreb, ožujak, 2019.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
**AGRONOMSKI FAKULTET**

Diplomski studij:

Poljoprivredna tehnika - mehanizacija

**GOSPODARENJE KUKURUZOVINOM NA  
OBITELJSKOM POLJOPRIVREDNOM  
GOSPODARSTVU**

DIPLOMSKI RAD

Ivan Smiljanović

Mentor: izv. prof. dr. sc. Željko Jukić

Neposredni voditelj: Zlatko Koronc, dipl. ing.

Zagreb, ožujak, 2019.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET

**IZJAVA STUDENTA  
O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI**

Ja, **Ivan Smiljanović**, JMBAG 017898450, rođen 13.2.1995. u Koprivnici, izjavljujem da sam samostalno izradio diplomski rad pod naslovom:

**GOSPODARENJE KUKURUZOVINOM NA OBITELJSKOM  
POLJOPRIVREDNOM GOSPODARSTVU**

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedini autor ovoga diplomskog rada;
- da su svi korišteni izvori literature, kako objavljeni tako i neobjavljeni, adekvatno citirani ili parafrazirani, te popisani u literaturi na kraju rada;
- da ovaj diplomski rad ne sadrži dijelove radova predanih na Agronomskom fakultetu ili drugim ustanovama visokog obrazovanja radi završetka sveučilišnog ili stručnog studija;
- da je elektronička verzija ovoga diplomskog rada identična tiskanoj koju je odobrio mentor;
- da sam upoznat s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

*Potpis studenta*

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET

IZVJEŠĆE

O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studenta **Ivan Smiljanović**, JMBAG 017898450 , naslova

**GOSPODARENJE KUKURUZOVINOM NA OBITELJSKOM  
POLJOPRIVREDNOM GOSPODARSTVU**

obranjen je i ocijenjen ocjenom \_\_\_\_\_ , dana \_\_\_\_\_ .

Povjerenstvo:

potpisi:

- |    |                                 |                     |       |
|----|---------------------------------|---------------------|-------|
| 1. | izv. prof. dr. sc. Željko Jukić | mentor              | _____ |
|    | Zlatko Koronc, dipl. ing.       | neposredni voditelj | _____ |
| 2. | doc. dr. sc. Igor Kovačev       | član                | _____ |
| 3. | doc. dr. sc. Nikola Bilandžija  | član                | _____ |

## Zahvala

Zahvaljujem se mentoru izv. prof. dr. sc. Željku Jukiću na idejama, izdvojenom slobodnom vremenu i pomoći tijekom istraživanja i pisanja ovog diplomskog rada. Hvala dipl. ing. Zlatku Koroncu, doc. dr. sc. Igoru Kovačevu i doc. dr. sc. Nikoli Bilandžiji na pruženim savjetima i pomoći oko izrade diplomskog rada. Također, hvala svim profesorima sa kojima sam se susreo tijekom svog školovanja na Agronomskom fakultetu.

Želio bih se zahvaliti svojoj djevojci Antoniji na svojoj podršci koju mi je pružila tijekom mog fakultetskog obrazovanja.

Posebno bih se htio zahvaliti svojim roditeljima Željku i Milanu i bratu Mateju na podršci, strpljenju, pomoći i što su mi omogućili da postanem akademski obrazovani građanin. Zahvaljujem se cijeloj svojoj široj obitelji, kumovima i prijateljima koji su mi uvijek bili podrška i pomagali oko svih mojih obveza.

## Sadržaj

1. Uvod .....	1
1.2. Cilj istraživanja .....	5
2. Pregled literature .....	6
2.1. Tehnologije prikupljanja žetvenih ostataka.....	6
2.1.1. Konvencionalno sakupljanje žetvenih ostataka.....	6
2.1.2. Sakupljanje žetvenih ostataka u jednom prohodu .....	7
2.1.3. Sakupljanje žetvenih ostataka u dva prohoda.....	9
2.2. Mehanizacija za sakupljanje kukuruzovine.....	11
2.2.1. Malčer.....	11
2.2.2. Rotacijske grablje .....	12
2.2.3. Preša za bale .....	14
2.2.4. Univerzalni žitni kombajn.....	17
2.3. Čimbenici koji utječu na učinkovitost prikupljanja žetvenih ostataka.....	20
3. Materijali i metode .....	23
3.1. Obiteljsko poljoprivredno gospodarstvo „Smiljanović Milan“ .....	23
3.2. Lokacija pokusa.....	25
3.3. Gnojidba, sjetva i njega usjeva.....	27
3.4. Berba kukuruza .....	31
3.5. Sakupljanje kukuruzovine .....	35
3.6. Malčiranje.....	36
3.7. Sakupljanje u zbojeve.....	37
3.8. Prešanje u valjkaste bale .....	39
3.9. Manipulacija i vaganje bala.....	40
4. Rezultati i rasprava.....	42
4.1. Zadane i ostvarene gustoće sklopova prije berbe.....	42

4.2. Prinos zrna i masa kukuruzovine u zadanim gustoćama sklopa prije berbe .....	43
4.3. Učinkovitost sakupljanja kukuruzovine .....	45
5. Zaključak .....	49
6. Literatura .....	50
Popis internet stranica .....	54
Životopis.....	56



## **Sažetak**

Diplomskog rada studenta **Ivana Smiljanovića**, naslova

### **GOSPODARENJE KUKURUZOVINOM NA OBITELJSKOM POLJOPRIVREDNOM GOSPODARSTVU**

Kukuruz je uz rižu i pšenicu vodeća poljoprivredna kultura u svijetu. Praktično svaki dio kukuruzne biljke može se koristiti na više načina i za različite namjene. Kukuruz je izvor hrane za ljude i za životinje. U proizvodnji biogoriva može se koristiti za proizvodnju tekućih (etanol) i krutih biogoriva (peleti/briketi). Etanol se može dobiti iz zrna, ali i iz kukuruzovine koja ostaje na polju nakon berbe ili žetve kukuruza. Kukuruzovina predstavlja važan izvor organske tvari te ima važan utjecaj na biološka, kemijska i fizikalna svojstva tla. Biomasa poljoprivrednog porijekla, pa tako i kukuruzovina, vrlo je prihvatljivo gorivo s gledišta utjecaja na okoliš.

Cilj ovog diplomskog rada je odrediti mogućnosti prikupljanja kukuruzovine s određene površine pri različitim gustoćama sjetve hibrida kukuruza P9903 i primjenom strojeva koji se koriste na OPG-u za prikupljanje nadzemne mase poljoprivrednih kultura u polju. Sakupljanje je obavljeno prešom za valjkaste bale s pick-up uređajem na tri različita načina: (I) prešanje (II) sakupljanje u zbojeve + prešanje i (III) malčiranje + sakupljanje u zbojeve + prešanje. Prinos kukuruzovine bio je u rasponu od 12.389 kg/ha do 13.118 kg/ha. Učinkovitost sakupljanja se razlikovala i kretala u rasponu od 49% do 78% ovisno o načinu sakupljanja.

**Ključne riječi:** biomasa, žetveni indeks, sakupljanje

# Summary

Of the master's thesis – student **Ivan Smiljanović**, entitled

## **CORN STOVER MANAGEMENT ON FAMILY FARM**

Corn is with rice and wheat the leading agricultural culture in the world. Practically every part of the corn plant can be used in a variety of ways and for different purposes. Corn is a source of food for humans and animals. In the production of biofuels, corn can be used for the production of liquid (ethanol) and solid biofuels (pellets / briquettes). Ethanol can be obtained from corn grain but also from corn stover, which remains on the field after harvest of corn. Corn stover represents an important source of organic matter and has an important influence on the biological, chemical and physical properties of the soil and should not be regarded as waste. Biomass of agricultural origin, as well as corn stover, is highly acceptable fuel from the standpoint of environmental impact.

The aim of this graduate thesis is to determine the possibilities of collecting corn stover from a certain area at different plant population densities of corn hybrid P9903 with machinery used on the family farm for collecting aboveground mass in the field. Collection was performed with round baler with pick-up device in three different scenarios: (I) baling, (II) collecting in windrows + baling and (III) mulching + collection in windrows + baling. Corn stover yield was in the range of 12,389 to 13,118 kg / ha. Collection efficiency was from 49 to 78% depending about collection scenarios.

**Keywords:** biomass, harvest index, collecting

## 1. Uvod

Kukuruz je uz rižu i pšenicu vodeća poljoprivredna kultura u svijetu. Površine pod kukuruzom i proizvodnja zrna kukuruza unazad nekoliko godina, povećavaju se. Tako, Gagro (1997.), navodi da se kukuruz u svijetu sije na 130 milijuna hektara uz prosječan prinos od oko 3700 kg/ha. Prema istom autoru, najveće površine zasijane kukuruzom imaju SAD (28 milijuna ha), Kina (19 milijuna ha) i Brazil (12,5 milijuna ha). Najveću proizvodnju po hektaru imaju SAD, Francuska i Mađarska uz prosječan prinos 6,3-7,5 tona po hektaru. U razdoblju od 2012. do 2016. godine, površine pod kukuruzom bile su u porastu i iznosile su od 179.791.974 ha u 2012. godini do 195.363.162 ha u 2016. godini (tablica 1). U navedenom razdoblju, prosječni prinos zrna i ukupna proizvodnja zrna, također su porasli i to prosječni prinos od 4,87 t/ha do 5,63 t/ha, a proizvodnja zrna od 875.039.160 do 1.100.225.518 tona (tablica 1).

Tablica 1. Površine, prosječni prinosi i proizvodnja zrna kukuruza u svijetu u razdoblju od 2012. do 2016. godine

<b>Godina</b>	<b>Površina (ha)</b>	<b>Prosječni prinos (t/ha)</b>	<b>Proizvodnja (t)</b>
2012.	179.791.974	4,87	875.039.160
2013.	186.957.444	5,44	1.016.207.182
2014.	185.807.919	5,59	1.039.267.776
2015.	190.435.913	5,52	1.052.097.073
2016.	195.363.162	5,63	1.100.225.518

Izvor: faostat.org

Dok su u razdoblju od 2012. godine do 2016. godine površine zasijane kukuruzom u svijetu rasle, s druge strane u Europi je došlo do blagog smanjivanja površina pod kukuruzom (tablica 2). Sa 18.082.296 ha u 2012. godini, površine pod kukuruzom smanjenje su na 17.501.906 ha koliko je utvrđeno u 2016. godini. Međutim, ukupna proizvodnja zrna u navedenom razdoblju nije se smanjivala u odnosu na 2012. godinu, kada je utvrđena i najmanja proizvodnja zrna (95.902.855 tona, tablica 2). Najveća ukupna proizvodnja zrna utvrđena je u 2014. godini i iznosila je 129.003.598 tona. Prosječni prinosi u Europi veći su od istih u svijetu i iznosili su u navedenom razdoblju od 5,30 t/ha do 6,89 t/ha.

Tablica 2. Površine, prosječni prinosi i proizvodnja zrna kukuruza u Europi u razdoblju od 2012. do 2016. godine

<b>Godina</b>	<b>Površina (ha)</b>	<b>Prosječni prinos (t/ha)</b>	<b>Proizvodnja (t)</b>
2012.	18.082.296	5,30	95.902.855
2013.	18.865.424	6,33	119.463.466
2014.	18.713.621	6,89	129.003.598
2015.	17.824.901	5,83	103.938.636
2016.	17.501.906	6,74	118.004.175

Izvor: faostat.org

Budući da je kukuruz vrlo adaptabilna kultura i u Republici Hrvatskoj zauzima velike površine. Iz tablice 3 vidljivo je smanjenje površina pod kukuruzom od 2012. do 2016. godine. Površine pod kukuruzom u 2012. godini iznosile su 299.161 ha, a u 2016. godini 252.072 ha, što je smanjenje za približno 15%. Prosječni prinosi zrna i ukupna proizvodnja zrna u navedenom razdoblju dosta variraju. Prosječni prinosi zrna u navedenom razdoblju bili su od 4,3-8,5 t/ha, a ukupna proizvodnja zrna od 1.297.590 t do 2.154.470 t (tablica 3).

Tablica 3. Površine, prosječni prinosi i proizvodnja zrna kukuruza u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2012. do 2016. godine

<b>Godina</b>	<b>Površina (ha)</b>	<b>Prosječni prinos (t/ha)</b>	<b>Proizvodnja (t)</b>
2012.	299.161	4,3	1.297.590
2013.	288.365	6,5	1.874.372
2014.	252.567	8,1	2.046.966
2015.	263.970	6,5	1.709.152
2016.	252.072	8,5	2.154.470

Izvor: Statistički ljetopis DZS, 2017.

Kukuruz ima veliko značenje za svjetsko gospodarstvo. Praktično svaki dio kukuruzne biljke može se koristiti na više načina i različite namjene. Kukuruz je izvor hrane kako za ljude tako i za životinje i upravo veliki dio proizvedenog kukuruza koristi se upravo za hranidbu životinja. U hranidbi životinja može se koristiti samo zrno, ali se može koristiti i cijela biljka (silaza cijele biljke, silaza vlažnog zrna ili klipa i suho zrno; Pospišil 2010.). U ljudskoj ishrani može se koristiti na različite načine: kao kuhani cijeli klip, konzervirano zrno za izradu salata, samljeveno zrno za palentu, žgance ili kruh kao gotov proizvod ili nakon posebnog postupka tortilje, koje zauzimaju važno mjesto u ishrani ljudi u Americi. Zapravo je danas kukuruz naš suputnik kroz vrijeme i važan dio naše civilizacije. U novije vrijeme, kukuruz se sve više koristi u prerađivačkoj i kemijskoj industriji. Škrob koji se dobiva iz kukuruza koristi se u proizvodnji drugih proizvoda, čime kukuruz dobiva još više na značenju. Isto tako, koristi se i za proizvodnju goriva i to za proizvodnju etanola koji se onda nakon miješanja s benzinskim gorivima, koristi za pokretanje motora s unutarnjim izgaranjem. Etanol se može dobiti iz zrna, ali i iz žetvenih ostataka koji ostaju na polju nakon berbe kukuruza. Trenutno se više etanola proizvodi iz tzv. prve generacije biogoriva ili iz plodova koji su bogati šećerima ili škrobom, a u ovom slučaju to je zrno kukuruza. Međutim, etanol se dobiva i iz tzv. druge generacije biogoriva, a to je etanol iz lignoceluloznih materijala kakvi su i žetveni ostaci. U žetvenim ostacima se nalaze celuloza i hemiceluloza te lignin. Iz celuloze i hemiceluloze je moguće dobiti etanol i trenutno se više istraživanja provodi na proizvodnji etanola iz lignoceluloznih materijala jer je proizvodnja etanola iz lignoceluloznih materijala još uvijek skuplja od proizvodnje iz zrna, odnosno plodova koji su bogati šećerom ili škrobom. Prerada žetvenih ostataka odvija se i u tzv. biorafinerijama, gdje se iz žetvenih ostataka mogu dobiti prije navedeni polisaharidi koji će koristiti za druge namjene. To znači da žetveni ostaci svakako više nisu otpad i materijal kojeg se treba spaljivati na polju, nego vrijedna sirovina u industriji. Trenutno postoji oprema, kojom se žetveni ostaci mogu prikupiti i iznijeti s proizvodnih površina, tako da se žetveni ostaci polako nameću kao još jedan izvor zarade za poljoprivredne proizvođače. Ipak u korištenju žetvenih ostataka treba biti jako oprezan jer se prekomjernim iznošenjem iz polja može negativno djelovati na tlo, osnovi resurs u poljoprivrednoj proizvodnji.

Pojam kukuruzovina odnosi se na stabljiku, lišće te komušinu i oklaske koji ostaju na polju nakon žetve kukuruza. Znanost zastupa zaoravanje žetvenih ostataka, nikako njihovo spaljivanje koje je u Republici Hrvatskoj zabranjeno od 2011. godine (Pravilnik o dobrim poljoprivrednim i okolišnim uvjetima i uvjetima višestruke sukladnosti, N.N. 89/11).

Ako se žetveni ostaci planiraju sakupiti i koristiti u daljnjoj proizvodnji potrebno je odrediti koje će se količine iznijeti s polja. To se određuje na osnovi istraživanja, dosadašnjih znanstvenih spoznaja i praktičnih iskustava. Prije sakupljanja žetvenih ostataka treba uzeti u obzir činjenice da njihovo uklanjanje može povećati eroziju, smanjiti prinose i osiromašiti tlo ugljikom i hranjivima (Graham i sur. 2007.). U nekim slučajevima uklanjanje žetvenih ostataka u jesen može biti poželjno zbog toga što to dozvoljava tlu da se brže zagrije u proljeće i time omogući raniju sjetvu. Ipak, to može izazvati dodatne troškove povezane sa hranjivima iznesenim s žetvenim ostacima (Perlack i Turhollow 2003.). Prema Vukadinović i Vukadinović (2016.) žetveni ostaci najveći su dio ukupne godišnje proizvodnje biomase (50-70%). Stoga žetveni ostaci predstavljaju najvažniji izvor organske tvari u tlu i imaju značajan utjecaj na svojstva svih poljoprivrednih tala te se ne smiju smatrati otpadom.



Slika 1. Žetveni ostaci u polju nakon berbe kukuruza

(snimio: I. Smiljanović)

Koliko će se stvarno moći prikupiti žetvenih ostataka ovisi i o strojevima koji se koriste za prikupljanje mase u polju. Žetveni ostaci (slika 1) se mogu prikupiti samo prešom, ali se tada može prikupiti manje u odnosu ako se uz prešu koriste i još neki drugi strojevi kao npr. rotacijske grablje.

## **1.2. Cilj istraživanja**

Cilj ovog diplomskog rada je odrediti mogućnosti prikupljanja kukuruzovine s određene površine pri različitim gustoćama sjetve hibrida kukuruza i primjenom strojeva koji se koriste na OPG-u za prikupljanje mase u polju.

## **2. Pregled literature**

Prema podacima iz dostupne znanstvene i stručne literature, količina žetvenih ostataka koja se može prikupiti ovisi o određenim čimbenicima, među kojima je i tehnika koja se koristi za prikupljanje. Obzirom da je cilj ovog diplomskog rada odrediti mogućnosti prikupljanja kukuruzovine primjenom strojeva koji se koriste na OPG-u za prikupljanje mase u polju, u nastavku se navode podaci o tehnologijama prikupljanja, ali i o opremi koja se koristi u prikupljanju žetvenih ostataka pa i kukuruzovine.

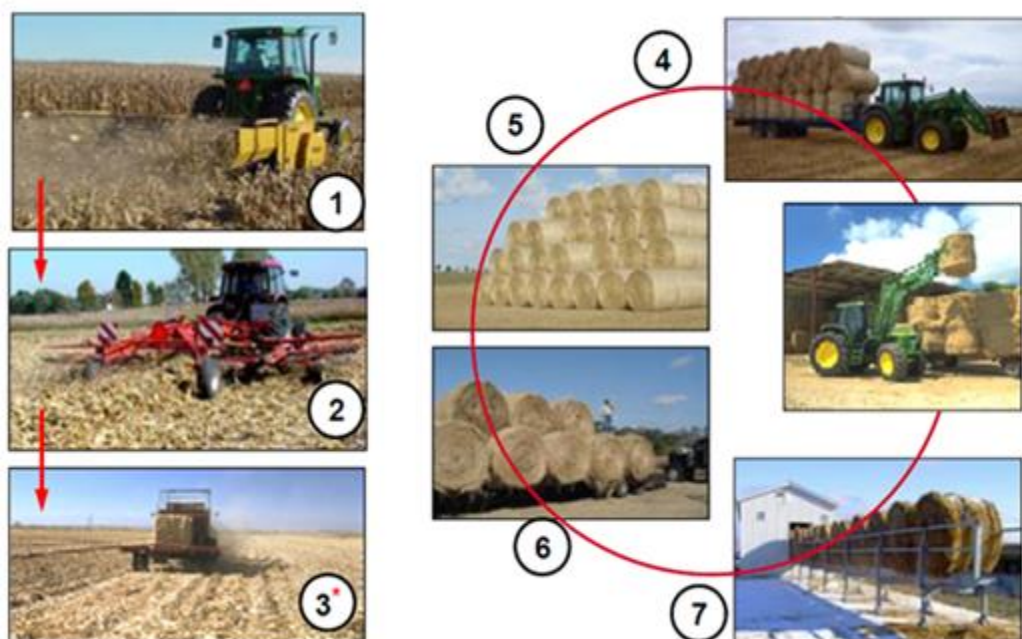
### **2.1. Tehnologije prikupljanja žetvenih ostataka**

U svijetu se za prikupljanje žetvenih ostataka koristi nekoliko tehnologija koje se razlikuju prema broju operacija ili zahvata koji se primjenjuju u pojedinoj tehnologiji te u broju i veličini strojeva koji se koriste za prikupljanje žetvenih ostataka. U dostupnoj literaturi mogu se pronaći podaci o konvencionalnom sakupljanju žetvenih ostataka, sakupljanju žetvenih ostataka u jednom proходу i sakupljanju žetvenih ostataka u dva proхода. U nastavku diplomskog rada navode se najvažnije činjenice za svaku od navedenih tehnologija.

#### **2.1.1. Konvencionalno sakupljanje žetvenih ostataka**

Konvencionalno sakupljanje žetvenih ostataka kukuruza uključuje usitnjavanje, sakupljanje u zbojeve i prešanje (slika 2). To je tehnologija sakupljanja žetvenih ostataka koja je provodi kroz nekoliko operacija, odnosno sakupljanje se obavlja u više proхода po parceli pri čemu se koriste različiti strojevi. Najvažniji problemi kod konvencionalnog sakupljanja u više proхода su: veći broj operacija na parceli koje se provode strojevima, narušavanje kvalitete tla zbog kretanja više različitih strojeva po parceli, visoki troškovi i duži vremenski period sakupljanja kukuruzovine koje može biti prekinuto vremenskim neprilikama (Keene i sur. 2013.). Bez obzira na prije navedene probleme, kod nas se još uvijek koristi i ovaj način prikupljanja žetvenih ostataka kukuruza.





Slika 2. Prikaz konvencionalnog sakupljanja žetvenih ostataka: 1. malčiranje, 2. sakupljanje u zbojeve, 3. prešanje, 4. sakupljanje bala, 5. skladištenje bala, 6. transport bala do mjesta upotrebe, 7. prerada bala.

(Izvor: illinois2010handout)

### 2.1.2. Sakupljanje žetvenih ostataka u jednom proходу

Prije nekoliko desetaka godina, istraživači i stručnjaci prepoznali su prednosti žetve i sakupljanja kukuruzovine u jednom proходу, ali takvi strojevi nisu se serijski proizvodili. Nedavno obnovljeno zanimanje za ekonomski isplativo sakupljanje biljnih ostataka potaknulo je daljnje istraživanje žetve i sakupljanja biljnih ostataka u jednom proходу. Inženjeri vođeni takvim zanimanjem osmislili su kombinaciju kombajna John Deere 9860 STS sa hederom, koji uvlači cijelu stabljiku kukuruza i preše za okrugle bale John Deere 568, koja je povezana dodatnim tunelom na sječku kombajna. Tunel je na ulazu širine 140 cm, a na izlazu 76 cm. Konusnim oblikom dobivena je, osim usmjeravanja žetvenih ostataka kukuruza, i brzina protoka žetvenih ostataka zbog povećanog strujanja zraka. Žetveni ostaci padaju u predkomoru ili bunker iz koje odlaze u prešu. Nakon prešanja bala se ovija vezivom ili mrežom i izbacuje na parcelu (Keene i sur. 2013.).



Slika 3. Berba kukuruza i sakupljanje žetvenih ostataka u jednom prohodu

(Izvor: agriculturalmachineryengineering.weebly.com)

Na slici 3 prikazani su dijelovi strojeva za žetvu zrna kukuruza i sakupljanja žetvenih ostataka kukuruza u jednom prohodu.

Takav uređaj sastoji se od:

- a) adaptera (hedera) za kukuruz sa 12 redova koji siječe i uvlači u kombajn cijelu biljku kukuruza,
- b) univerzalnog žitnog kombajna sa adaptacijom za žetvu kukuruza,
- c) sječke za biljne ostatke sa produženim tunelom,
- d) bunkera za prihvat sječke i
- e) preše za velike okrugle bale.

Prednosti sakupljanja u jednom prohodu:

- potrebno je manje strojeva,
- smanjena veličina sječke,
- prilikom rada nam ne smetaju bale na parceli,
- nije potrebno imati poseban traktor agregatiran s prešom.

Nedostaci sakupljanja u jednom prohodu:

- manja sabijenost mase,
- transport mase samo u balama.

### 2.1.3. Sakupljanje žetvenih ostataka u dva prohoda

Sustav berbe kukuruza i sakupljanja žetvenih ostataka u jednom prolazu je još uvijek 39% manje produktivan u odnosu na konvencionalnu metodu sakupljanja. Takav sustav je bio preopterećen jer se berba i sakupljanje obavljala u jednom prolazu i dolazilo je do prekida berbe kukuruza prilikom ovijanja bala mrežom, pa je nastala alternativa berbe i sakupljanja u dva prohoda. U prvom prolazu prolazi kombajn sa specijalnim adapterom koji ostatak biljke bez klipa siječe i ostavlja u zbojevima ispod kombajna, a list klipa i oklasak na stražnjoj strani kombajna pada na isti zboj s ostalim žetvenim ostacima. Na taj način oklasak i list klipa ostaju na vrhu zboja i na taj način može se prikupiti velika količina žetvenih ostataka (do 94%). To je vrlo visok postotak u odnosu na konvencionalno sakupljanje kod kojeg se može sakupiti oko 48%. Nakon berbe kukuruza zbojevi se mogu sakupiti prešama ili silažnim kombajnama (Shinners i sur. 2012.).



Slika 4. Nakon berbe kukuruza žetveni ostaci ostaju na tlu u zbojevima

(Izvor: [agriculturalmachineryengineering.weebly.com](http://agriculturalmachineryengineering.weebly.com))

Slika 5 prikazuje pogled sa stražnje strane konstrukcijski prilagođenog adaptera za zrno kukuruza i žetvene ostatke kukuruza. Klip se razdvaja od stabljike odmah na adapteru i preko gornje pužnice ulazi u kombajn gdje se razdvaja oklasak od zrna. Ostatak biljke prolazi preko donje pužnice i ostaje na tlu ispod kombajna, u zboju koji se kasnije može pokupiti balirkom ili silažnim kombajnom.



Slika 5. Adapter koji razdvaja klip od ostatka biljke kukuruza

(Izvor: agriculturalmachineryengineering.weebly.com)

Prednosti sakupljanja u dva prohoda:

- razdvojena berba od sakupljanja,
- nema prekida berbe zbog prešanja,
- odvojena berba klipova od sakupljanja kukuruzovine,
- visok prinos oklasaka: >94%,
- sakupljanje zbojeva prešom ili silažnim kombajnom.

Nedostaci sakupljanja u dva prohoda:

- povišeni udio pepela ~5%,
- više prohoda,
- berba kukuruza za lijepog vremena.

## 2.2. Mehanizacija za sakupljanje kukuruzovine

### 2.2.1. Malčer

Malčeri su posebne vrste kosilica koje nemaju protunoževu već rezanje biomase obavljaju slobodnim rezom (slika 6). Za pridržavanje biomase prilikom reza služi prednji dio malčera koji poliježe i pritišće biomasu prema tlu te je na taj način pridržava prilikom reza. Biomasa se pritisne u smjeru kretanja malčera i pomoću rotirajućih noževa ili čekića reže se na kratke komadiće (slika 7, obodna brzina 25-30 m/s). Ove kosilice dobro rade kod brzina kretanja između 5 i 8 km/h. Na stražnjem kraju malčera nalazi se valjak koji služi za podešavanje visine reza i praćenje terena kako ne bi zahvatili gornji sloj tla. Malčeri se koriste za košnju kanala, usitnjavanje žetvenih ostataka, čišćenje šikara i sl. jer su pogodni za rad u vrlo teškim uvjetima i odlikuju se rijetkim smetnjama u radu. Ovi tipovi kosilica zahtijevaju veliku pogonsku snagu (Wenner 1992.).



Slika 6. Malčer u radu

(izvor: [www.strojarstvo-calopek.hr](http://www.strojarstvo-calopek.hr))



Slika 7. Čekići na osovini malčera

(snimio Ž. Jukić)

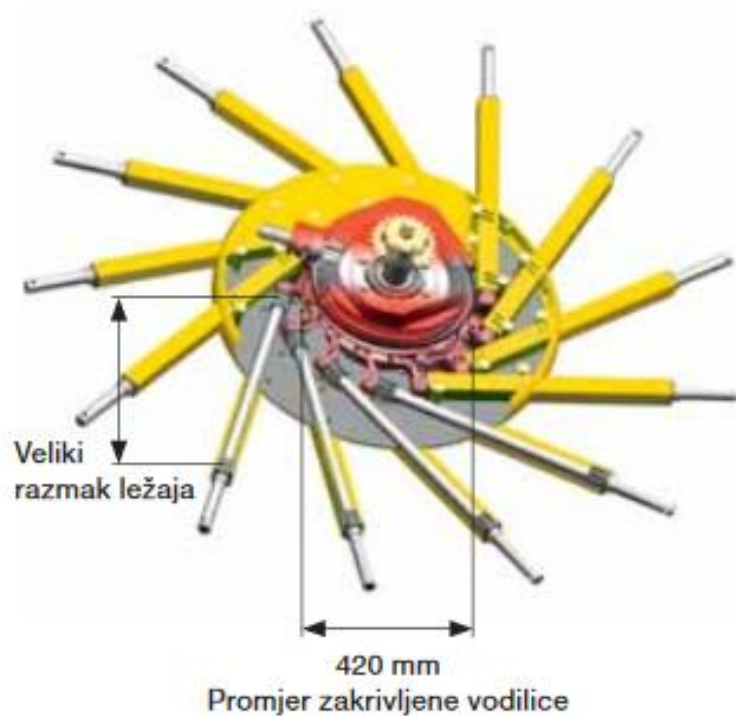
### 2.2.2. Rotacijske grablje

Rotacijske grablje za sijeno se kao specijalni stroj radi u izvedbi horizontalno rotirajućeg rotora s krakovima koji završavaju prstima (slika 8). Krakovi s prstima okreću se oko svoje uzdužne osi preko regulacijske krivulje koja se nalazi u središnjem dijelu rotora. Sijeno ili neka druga biomasa se zahvaća s prstima kad su oni vertikalno postavljeni prema tlu i transportira se do bočno postavljene zavjese. U tom trenutku prsti se zakreću i ostavljaju sijeno u zboju. Sakupljač može imati obično podvozje s dva kotača ili tandem podvozje koje bolje prati teren (Wenner 1992.).



Slika 8. Rotacijske grablje sa tandem podvozjem marke Class

(izvor: [www.agroklub.com](http://www.agroklub.com))



Slika 9. Upravljačka jedinica rotacijskih grablji

(izvor: [www.poettinger.at](http://www.poettinger.at))

### 2.2.3. Preša za bale

Namjena preša za bale je sakupljanje i prešanje sijena, slame i ostalih sličnih materijala. Preše imaju vlastiti pick-up uređaj s kojim podižu sijeno koje je prethodno sakupljeno u zbojeve. Sijeno i slična masa se sakuplja u bale da bi zauzimala manji skladišni prostor, da se omogući lakša manipulacija i, u nekim slučajevima, da se istisne zrak iz bale kako bi se omogućilo konzerviranje.

Preše za bale su strojevi koje vuče traktor koji ima priključno vratilo, jer od njega dobiva pogon. Danas se najviše koriste preše za bale vrlo velike zbijenosti (četvrtaste ili valjkaste), manje se koriste visokotlačne preše, a niskotlačne preše gotovo su izbačene iz uporabe zbog svoje neefikasnosti. Preše za valjkaste bale mogu biti u dvije izvedbe: s varijabilnom (promjenjiv volumen) i s fiksnom komorom (Padro 2015.).



Slika 10. Preša za bale Feraboli Trotter

(Snimio: Smiljanović I.)

Pick-up ili sakupljački uređaj je uređaj kojim se prikuplja krma. To je prvi radni element kod svake balirke. Sijeno se kupi i podiže s tla, a dalje se ravnomjerno ubacuje u stroj. Najčešće su to zupci od blago elastičnog materijala. Pick-up uređaj se podiže i spušta ručno mehanički ili najčešće hidraulički. Uređaj što širi to je bolji, ali ne pod svaku cijenu jer balirke s užim pick-upom su u principu jeftinije. Najčešće su širine 1,2 m-2,2m.





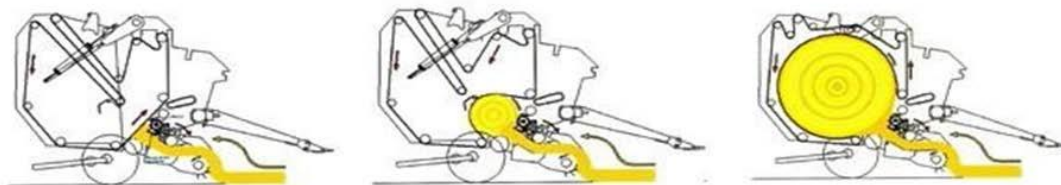
Slika 11. Uređaj za rezanje (lijevo) i uređaj za sakupljanje - pick up (desno)  
(izvor: [www.miler.hr](http://www.miler.hr))

Podjela preša za bale vrlo velike zbijenosti:

- Preše za valjkaste bale
  - Preše s varijabilnom (promjenjiv volumen) tlačnom komorom
  - Preše s komorom stalnog oblika
- Preše za velike četvrtaste bale

### 2.2.3.1. Preše s varijabilnom tlačnom komorom

Kod preše s varijabilnom tlačnom komorom pick-up uvodi krmu ili biomasu izravno do rotirajućih tlačnih traka, koje se s povećanjem mase šire i tvore sve veću tlačnu komoru. Tako formiranu balu karakterizira jednolična gustoća. Moguće je mijenjati konačni promjer bale (Zimmer i sur. 2008.).

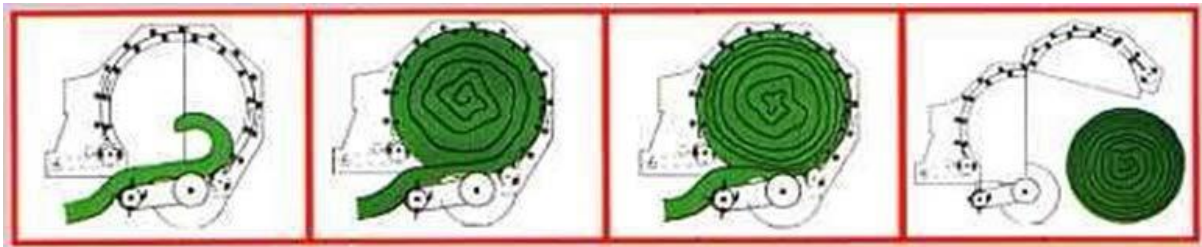


Slika 12. Preše s elastičnom tlačnom komorom

(izvor: [www.agrometal.si](http://www.agrometal.si))

### 2.2.3.2. Preše s tlačnom komorom stalnog oblika

U preši s komorom stalnog oblika ista od početka namatanja bale zadržava dimenzije gotove bale. Konačni promjer bale nije moguće mijenjati, a zbijenost, odnosno gustoća bale povećava se kako se komora puni. Takvim načinom rada nastaje mekana i lako prozračna jezgra s vrlo gustim i zbijenim vanjskim plaštem, koji balu štiti od oborina. Kontrola zbijenosti očitava se na ugrađenom manometru (Zimmer i sur. 2008.).



Slika 13. Shema rada preše s komorom stalnog oblika sa pick-up uređajem  
(izvor: [www.wfwelliver.com](http://www.wfwelliver.com))

### 2.2.3.3. Preše za velike četvrtaste bale

Na većim gospodarstvima male preše zamijenile su velike vučene preše u kojima se oblikuju bale, čije su dimenzije usklađene s dimenzijama transportnog sredstva. Širina i visina kod većine preša su iste (80 x 80 cm), a kod drugih različite (120 x 70 cm). Dužina bala može biti od 60 cm do 240 cm. Kod takvih preša prešanje je u pravcu rada, a vezanje bala obavlja četiri ili šest vezača (Zimmer i sur. 2008.).



Slika 14. Preše za velike četvrtaste bale

(izvor: [www.miler.hr](http://www.miler.hr))

#### 2.2.4. Univerzalni žitni kombajn

Žitni kombajn se prema Zimmer i sur. (2009.) sastoji od nekoliko osnovnih sklopova, i to:

- žetvenog uređaja (hedera),
- uređaja za vršidbu,
- pogonskoga sustava,
- hidrauličnoga sustava,
- sustava za kretanje i upravljanje i
- dodatnih – pomoćnih uređaja.

Osnovni sklopovi sastoje se od većeg ili manjeg broja dijelova, koji su funkcionalno i tehnički vezani u jednu cjelinu. Zadatak radnih dijelova je da žitnu masu odrežu ili otkinu, podignu, dopreme do vršidbenog uređaja gdje se odvoji zrno od dijelova koji nisu zrno, zatim zrno na sustavu za čišćenje očiste i konačno prenesu u spremnik, a da dio žitne mase koja nije zrno odlože u otkos na polje ili usitne i ujednačeno raspodjele po polju (Zimmer i sur. 2009.).

Ugradnjom određenih adaptacija u žitni kombajn značajno je proširena namjena univerzalnog žitnog kombajna. Žitni kombajn koristi se za žetvu svih strnih žitarica i uljarica te berbu i runjenje kukuruza.

Za berbu kukuruza kombajn je morao dobiti novi jače dimenzionirani okvir, adapter (heder) za kukuruz, posebno izveden bubanj i podbubanj, odgovarajuća sita i snažniji motor. Adapter čine vertikalno podesivi razdjeljivači, uvlačni lanci s prstima, otkidačke ploče, profilirani valjci za uvlačenje stabljike, nož koji sprječava namatanje biljne mase na valjke, pužnica s prstima i transporter klipova. Klip kukuruza otkida se na mirujućim otkidačkim pločama, nakon čega ga prsti uvlačnog lanca guraju u transporter (Zimmer i sur. 2009.).

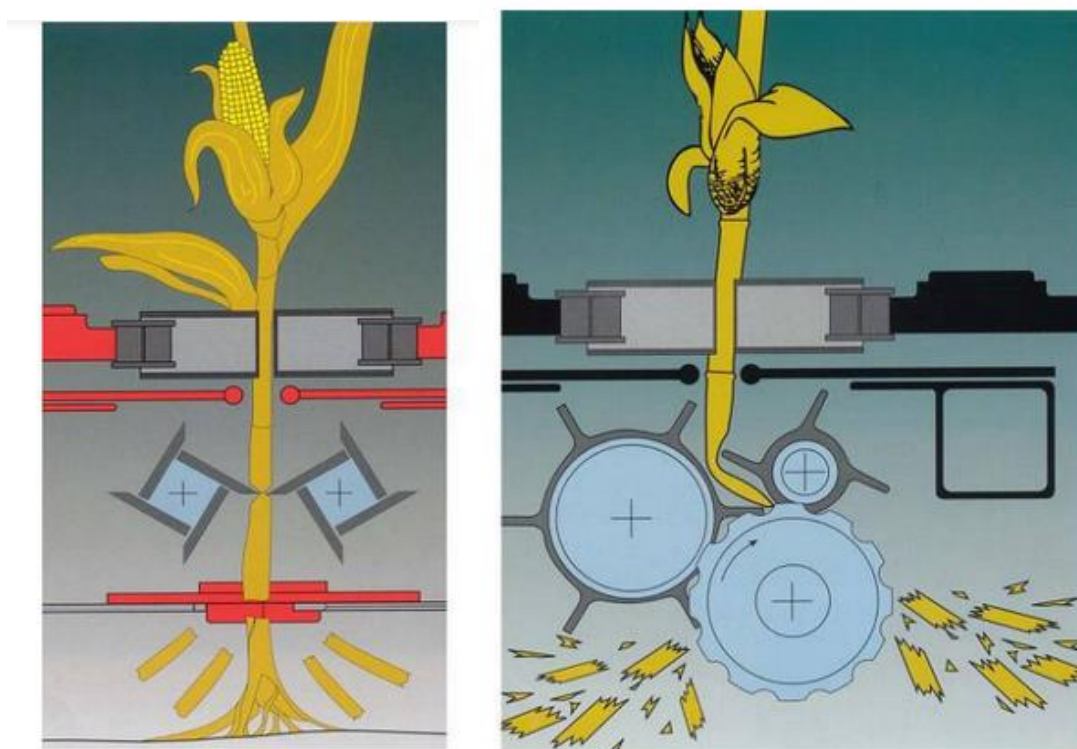
Zimmer i sur. (2009.) navode da je za berbu i runjenje kukuruza potrebno na kombajnu obaviti neke zahvate i podešavanja:

- zatvaranje sakupljača kamena,
- zatvaranje prostora između letava bubnja s posebno izvedenim pločama,
- podesiti broj okretaja bubnja prema uputama za rad,
- kod većine kombajna mijenja se nježnija žitna oblovina s robusnijom za kukuruz,
- podesiti razmak na ulazu i izlazu između bubnja i podbubnja,
- kod nekih kombajna na prve stepenice slamotresa postavljaju se limovi,
- obaviti ostala podešavanja na kombajnu prema uputama za rad.



Slika 15. Višeredni adapter u berbi kukuruza

(Izvor: Zimmer i sur. 2009.)



Slika 16. Otkidanje klipa kukuruza i načini sječenja kukuruzovine (Geringhoff adapter)

(Izvor: Zimmer i sur. 2009.)

### 2.3. Čimbenici koji utječu na učinkovitost prikupljanja žetvenih ostataka.

Iako postoji oprema i postoje različite tehnologije skupljanja žetvenih ostataka, ipak još uvijek nije moguće prikupiti svu količinu žetvenih ostataka. Određeni čimbenici uvjetuju koliko se može ili smije iskoristiti žetvenih ostataka. Čimbenici kao što su klimatske prilike, svojstva tla, nagib tla te erozija utječu na odluku koliko se **smije** prikupiti žetvenih ostataka. Drugi čimbenici među kojima je i oprema koja se koristi za prikupljanje, uvjetuju koliko se **može** prikupiti u odnosu na količinu žetvenih ostataka koji se nalaze na polju.

Sve veće korištenje biomase kao biogoriva može imati negativne posljedice na plodnost tla. Iscrpljivanjem fosilnih goriva, posebice nafte i plina, biomasa postaje sve važniji izvor energije, jer žetveni ostaci imaju znatnu ogrjevnu vrijednost 18,6 MJ/kg, što je 50% vrijednosti ugljena ili 33% vrijednosti nafte. Biomasa se često koristi za stočnu hranu, proizvodnju vlakana, industrijsku sirovinu i kao izvor organske tvari u tlu. Žetveni ostaci su veoma dragocjen, ali i vrlo ograničen resurs (Vukadinović i Vukadinović 2016.). Prema Vukadinović i Vukadinović (2016.) žetveni ostaci najveći su dio ukupne godišnje proizvodnje biomase (50-70%), njihova suha tvar sadrži 15-60% celuloze, 10-13% hemiceluloze, 5-30% lignina, 2-5% proteina, do 10% topljivih tvari kao što su šećeri i organske kiseline ili 40-50% ugljika. Stoga žetveni ostaci predstavljaju najvažniji izvor organske tvari u tlu te imaju značajan utjecaj na svojstva svih poljoprivrednih tala i ne smiju se smatrati otpadom.

Matin i sur. (2016.) navode da biomasa kukuruza, bez obzira na hibrid i količinu, predstavlja energetski iskoristivu lignoceluloznu biomasu. Izuzevši list, svi dijelovi kukuruza kvalitetno izgaraju. Pritom oklasak u odnosu na ostale žetvene ostatke ima najbolja energetska svojstva. To dokazuje najveća gornja Hg 18,89 MJ/kg i donja Hd 17,03 MJ/kg ogrjevna vrijednost. Proizlazi da u prosjeku moramo osigurati oko 2,40 kg biomase oklaska kako bismo zamijenili 1 kg nafte, dok za zrno te ostale žetvene ostatke u prosjeku moramo osigurati između 2,54 do 2,74 kg biomase kako bismo zamijenili 1 kg nafte.

Prema Hitzhusen i Abdallah (1980.) te Richey i sur. (1982.) žetveni ostaci se mogu nakon usitnjavanja koristiti kao gorivo, a druga opcija je proizvodnja etanola druge generacije fermentacijom šećera iz žetvenih ostataka.

Žetveni ostaci kukuruza su potencijalna hrana za mliječne krave [Ayers i Buchele (1982.); Fernandez-Rivera i Klopfenstein (1989.); Adams (1998.)], iako nije visokokvalitetna

hrana. Siliranje cijele biljke kukuruza, dok je još uvijek zelena ili miješanje žetvenih ostataka kukuruza sa travama veće vlažnosti, čine je prihvatljivijom za životinje. Žetveni ostaci kukuruza mogu pružiti 20-30% suhe tvari u hrani za mliječne krave.

Najvažniji čimbenici koji utječu na postotak žetvenih ostataka koji će se s polja uzeti u energetske svrhe su: agrotehnika (plodored, obrada tla, gnojidba, zaštita usjeva), specifični uvjeti lokacije (tlo i klima), strojevi za žetvu (visina žetve) i sorta/kultivar (omjer žetveni ostatak : zrno, navode Marin i sur. (2019.).

Danas se u svijetu u srednjoročnom razdoblju nameću tri važna pitanja. To su: ovisnost o uvoznj sirovoj nafti, povećanje količine stakleničkih plinova u Zemljinoj atmosferi i povećana proizvodnja hrane koja će moći zadovoljiti potrebe sve većeg i većeg broja stanovnika na Zemlji. Prilikom određivanja količine žetvenih ostataka koji će se ukloniti s polja, mora postojati ravnoteža između potencijalnog utjecaja na okoliš (erozija tla), razine organske tvari u tlu i produktivnosti tala (Wilhelm i sur. 2004.).

Preporuke koliko će se žetvenih ostataka ukloniti s polja, ovise o ostvarenim prinosima i klimatskim prilikama u regijama gdje se odvija proizvodnja i o primijenjenim agrotehničkim zahvatima (Wilhelm i sur. 2004.).

Problem kod spremanja žetvenih ostataka kukuruza je sadržaj vlage u žetvenim ostacima, koji je puno veći nego što je vlaga u zrnu u trenutku berbe. Pordesimo i sur. (2004.a. – cit. Huang i sur. 2012.) su utvrdili da je vlaga u žetvenim ostacima kukuruza bila 2 do 2,5 puta veća odnosu na vlagu zrna, kada je vlaga zrna bila u intervalu od 18 do 31% (na vlažnoj osnovi). Navedeni podaci odnose se na uvjete u saveznoj državi Tennessee, SAD. Shinnars i Binversie (2007. – cit. Huang i sur. 2012.), navode da je vlaga žetvenih ostataka kukuruza bila veća za 2,15 puta u odnosu na zrno tijekom prosječnog razdoblja berbe u saveznoj državi Wisconsin, SAD. Veliki sadržaj vlage u žetvenim ostacima, čini umjetno dosušivanje iste ekonomski neisplativim (Kaminsky 1989. – cit. Huang i sur. 2012.). Uobičajeno je da se žetveni ostaci kukuruza prije prikupljanja suši na tlu u polju.

Međutim, ovakav pristup ima nekoliko nedostataka, a to su: manja efikasnost prikupljanja, povećana količina čestica tla u žetvenim ostacima i veća prisutnost različitih štetnih insekata u kukuruzovini (Huang i sur. 2012.)

Prilikom izvođenja operacija vezanih za prikupljanje žetvenih ostataka, može doći i do povećanog gaženja tla, što opet može uzrokovati zbijanje tala. Uklanjanje žetvenih ostataka

kukuruzna utječe na zbijanje tla na dva načina, od kojih je prvi premještanje organske tvari iz dubljih slojeva prema površini tla ili blizu površine tla, a drugi je veliki broj prohoda opreme i strojeva koji se koriste za prikupljanje, baliranje i uklanjanje (Wilhelm i sur. 2004.). Uz uobičajene zahvate koji se koriste u uzgoju kukuruza, za uklanjanje žetvenih ostataka potrebna su još najmanje tri dodatna zahvata, a to su: prigrtanje žetvenih ostataka u zbojeve, tlačenje (prešanje) rastresitog materijala i kretanje strojeva i opreme za prikupljanje žetvenih ostataka kukuruza po polju i s polja (Wilhelm i sur. 2004.).

Kiran i sur. (2002.) navode da USDA u svojim smjernicama za raspolaganje biljnim ostacima navodi da svi koji sudjeluju u njihovim programima raspolaganja biljnim ostacima moraju najmanje 30% žetvenih ostataka ostaviti na površini zbog prijetnje od erozije i da je ekološki prihvatljivo i održivo ako se do 40% žetvenih ostataka iznese iz polja.

Obzirom da se u ovom diplomskom radu više želi ukazati na mogućnosti prikupljanja žetvenih ostataka kukuruza korištenjem poljoprivredne mehanizacije, na kraju ovog poglavlja bit će navedeni autori koji su u svojim istraživanjima utvrdili koliko je određenom tehnologijom prikupljanja prikupljeno žetvenih ostataka kukuruza ili su autori naveli druge autore koji iznose takve podatke.

Wyman i Hinman (1990.) navode da se smije prikupiti do 58% žetvenih ostataka kukuruza. Međutim s postojećom opremom i u uvjetima no-till (bez obrade tla) uzgoja kukuruza, autori tvrde da se smije prikupiti između 76 i 82%. Slično navode i Lindstrom i sur. (1981.), koji tvrde da se u uvjetima no-till uzgoja smije prikupiti između 68 i 75% žetvenih ostataka, a u uvjetima konvencionalne obrade do 35%. Prema Glassneru i sur. (1998.), do 70% žetvenih ostataka kukuruza može se prikupiti postojećim konstrukcijskim izvedbama preša odnosno balirki.

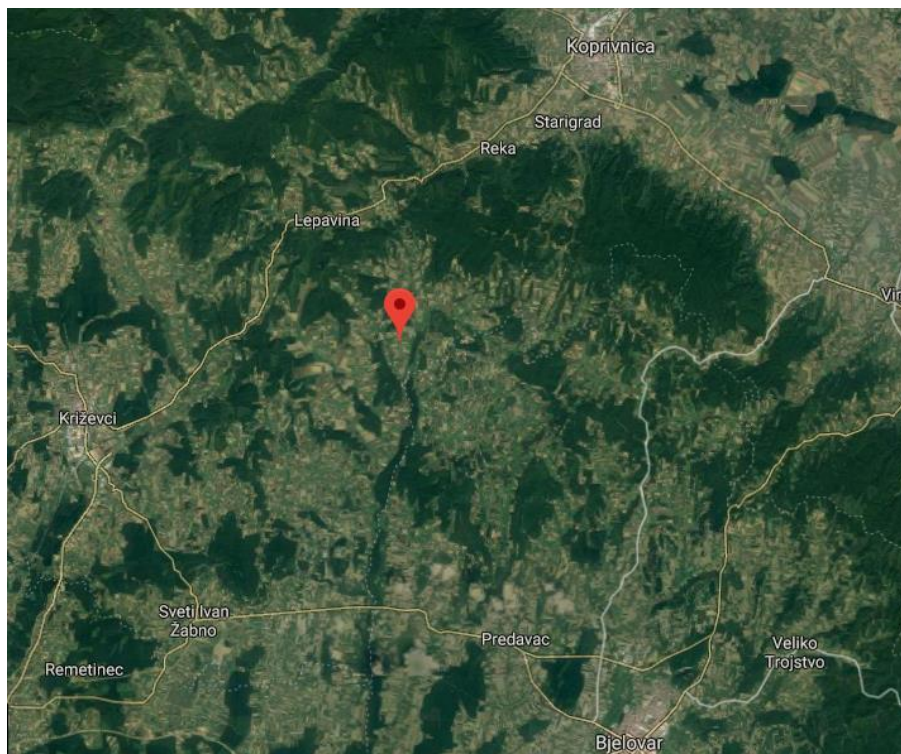


### 3. Materijali i metode

#### 3.1. Obiteljsko poljoprivredno gospodarstvo „Smiljanović Milan“

Diplomski rad izrađen je na obiteljskom poljoprivrednom gospodarstvu „Smiljanović Milan“. Gospodarstvo se nalazi u Ladislavu Sokolovačkom, selu koje se nalazi u općini Sokolovac u Koprivničko-križevačkoj županiji. OPG Smiljanović broji tri člana, a vlasnik je Milan Smiljanović.

Gospodarstvo se bavi proizvodnjom kravljeg mlijeka te tovom vlastite junadi. Na OPG-u se trenutno nalazi 15 krava i 20 grla podmlatka. Na gospodarstvu se obrađuje 25 ha zemlje, od čega je 15 ha u vlasništvu gospodarstva.



Slika 17. Lokacija obiteljskog poljoprivrednog gospodarstva Smiljanović Milan

(Izvor: [www.google.com](http://www.google.com))

Od strojeva, gospodarstvo trenutno posjeduje 3 traktora, trobrazdni okretni plug, sjetvospremač zahvata 2,8 m, sijačicu za kukuruz 4 reda, kultivator za kukuruz 4 reda, sijačicu za sitnozrne kulture radnog zahvata 2,5 m, prskalicu 450 litara zahvata 10 m, polutešku tanjuraču s 28 diskova, prikolicu jednoosovinsku nosivosti 4 t, utovarivač za stajski gnoj, prikolicu za stajski gnoj, okretač za sijeno, sakupljač za sijeno i vilice za transport bala.

Na gospodarstvu se uzgajaju usjevi za potrebe hranidbe stoke, a manji dio se prodaje otkupljivačima. Uzgajaju se: kukuruz, pšenica, pšenoraž, uljana repica, lucerna i talijanski ljulj. Od voluminozne krme OPG Smiljanović sprema kukuruznu silažu, sjenažu i sijeno. Gospodarstvo proizvede oko 80 bala sijena, 100 bala slame, 150 bala sjenaže i oko 150 tona silaže.



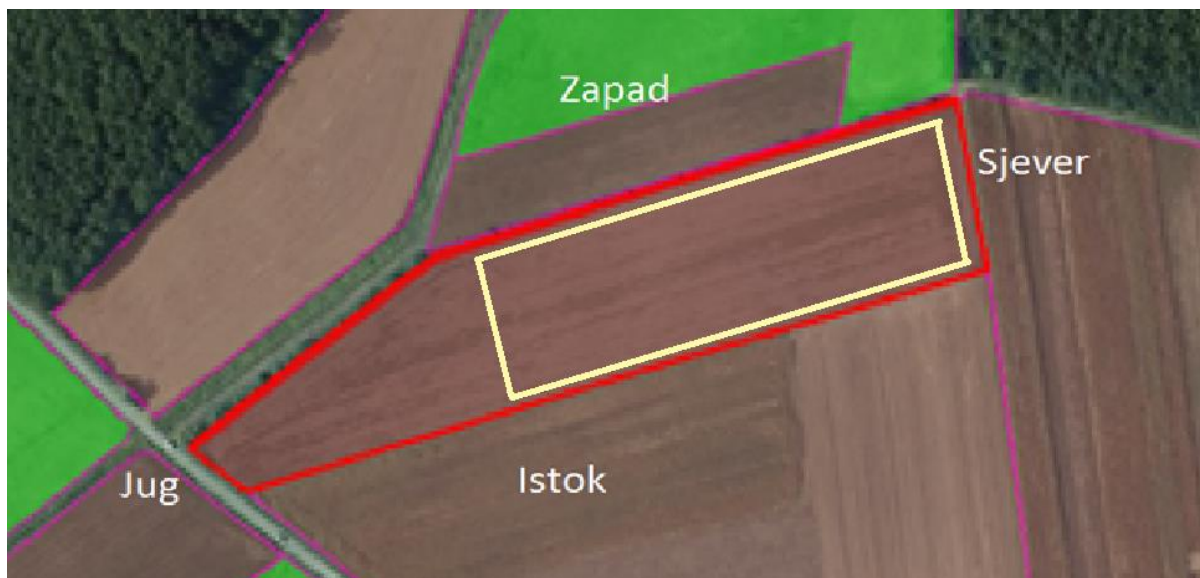
Slika 18. Spremanje kukuruzne silaže na obiteljskom poljoprivrednom gospodarstvu Smiljanović Milan

(Snimio: A. Krnjak)

Gospodarstvo posjeduje gotovo sve strojeve potrebne za proizvodnju i spremanje voluminozne krme. Obzirom da na veličinu gospodarstva nije isplativo kupovanje silažnog kombajna, preše i stroja za omatanje bala to se prilikom spremanja voluminozne krme unajmljuje dio potrebne opreme.

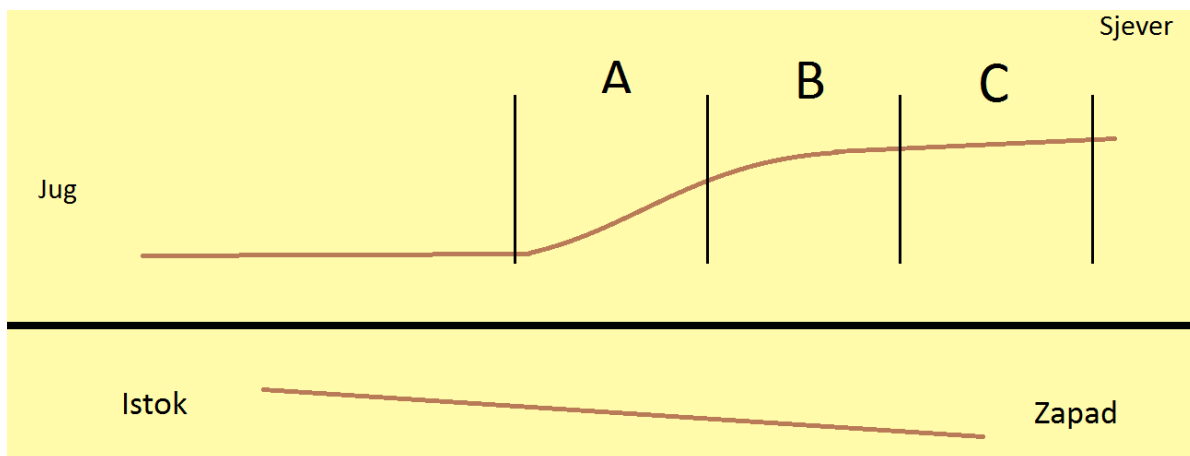
### 3.2. Lokacija pokusa

Parcela na kojoj je proveden pokus naziva se „Povelić“. Nalazi se u mjestu Povelić u katastarskoj općini Ruševac. Parcela je udaljena oko 5 kilometara od sjedišta obiteljskog poljoprivrednog gospodarstva i veličine je 1,9 hektara. Za potrebe pokusa nije korištena cijela parcela zbog nepravilnosti oblika iste, već površina 200 m duljine i 50,4 m širine što iznosi 1,008 ha. Oko parcele napravljen je zaštitni pojas koji se sastoji od 8 redova uz istočni i zapadni rub parcele te 16 redova kukuruza na gornjoj (sjevernoj) uvratini. Površina zaštitnog pojasa, nije uračunata u površinu pokusa radi dobivanja što točnijih podataka o prinosu kukuruzovine.



Slika 19. Položaj parcele i položaj poljskog pokusa

(Izvor: [www.arkod.hr](http://www.arkod.hr))



Slika 20. Shema nagiba parcele

(Izvor: I. Smiljanović)

Na slici 20 prikazana je shema nagiba parcele. Ako se parcela promatra iz smjera juga prema sjeveru nadmorska visina terena je konstantno u blagom porastu, a na sredini parcele dolazi do naglog porasta nadmorske visine. Također ako se promatra iz smjera istoka prema zapadu nadmorska visina terena opada cijelom širinom parcele.

Na slici 20 slovima A,B,C označeni su dijelovi parcele koji su korišteni za pokus i na kojima su uzimani uzorci prije berbe kukuruza. Položaj i nagib parcele važan je u pogledu rasporeda oborina po parceli jer kod većih oborina dolazi do otjecanja vode sa viših dijelova prema nižima.



Slika 21. Izgled parcele, smjer od juga prema sjeveru

(Snimio: I. Smiljanović)

Predkultura na parceli je bio talijanski ljulj sijan u jesen 2017. godine. Početkom svibnja 2018. godine obavljena je košnja talijanskog ljulja i nakon spremanja sjenaže na parcelu je apliciran kruti stajski gnoj te je obavljeno proljetno oranje na dubinu od 25 cm.

### **3.3. Gnojidba, sjetva i njega usjeva**

Prilikom osnovne obrade obavljena je i osnovna gnojidba. Zaorano je 40 tona krutog stajskog gnoja po ha te 100 kg/ha UREE i 150 kg/ha NPK 0-20-30. Dopunska gnojidba u količini od 260 kg/ha s NPK 15-15-15, a obavljena je u redove deponatorima za gnojivo instaliranim na pneumatskoj sijačici.

Sjetva je obavljena 8.5.2018. godine, pneumatskom sijačicom Monosem 4 reda. Sijačica posjeduje deponatore za mineralno gnojivo i deponatore za mikrogranule koji se koriste za aplikaciju insekticida. Korišten je insekticid za suzbijanje zemljišnih štetnika Force 1,5 G proizvođača Syngenta u količini 6 kg/ha. Insekticid je korišten iz razloga jer je predkultura bio talijanski ljulj i postojala je velika vjerojatnost napada žičnjaka na kukuruz u fazi nicanja.

Sjetva je obavljena na razmak od 70 cm između redova, dubinu 4-5cm i na 3 različita sklopa. Planirani sklopovi su bili 60.000, 75.000 i 90.000 biljaka/ha. Potreban broj biljaka u berbi određen je na osnovi literaturnih podataka i podataka iz tvrtke Pioneer. Slični broj biljaka po jedinici površine, navode i Milander i sur. (2016.), u istraživanjima koje su proveli u Nebrasci (SAD) i u Republici Hrvatskoj. Naime navedeni autori istraživali su utjecaj različite gustoće sklopa na prinos zrna i komponente prinosa i u svom istraživanju su hibride kukuruza sijali u sljedećim gustoćama: 65.000, 75.000, 85.000, 95.000, 105.000 biljaka/ha.

Milander i sur. (2017.) citiraju autore Reeves-a i Cox-a (2013.) te Milander-a i sur. (2016.), koji navode da reakcija na prinos zrna kukuruza kada se broj biljaka po jedinici površine povećava iznad  $60.000 \pm 3.000$ /ha, nije konzistentna na svim lokacijama, tipovima tala i među istraživanim hibridima kukuruza.

Tvrtka Pioneer vrši istraživanja na različitim lokacijama u Republici Hrvatskoj o utjecaju gustoće sklopa na prinos zrna različitih hibrida kukuruza kada se hibridi siju u sklopovima od 60.000, 75.000, 90.000 biljaka/ha ([www.pioneer.com](http://www.pioneer.com)).

Budući da su sklopovi bili planirani prema broju biljaka u žetvi, isti su povećani za 10% jer je sjetva obavljena izvan idealnih rokova. Zbog nemogućnosti sjetve na točno određene sklopove zbog same konstrukcije sijačice za kukuruz sklopovi su morali biti prilagođeni sijačici. Sjetva je obavljena na razmak u redu od: 22 cm, 17,5 cm, 14 cm, odnosno 64935 zrna/ha, 81632 zrna/ha i 102041 zrna/ha. Zbog nagiba parcele od istoka prema zapadu i velike vjerojatnosti premještanja vode u sušnom razdoblju sa viših nadmorskih visina prema nižima, takvom terenu je prilagođen i sjetveni sklop biljaka. Sklop sa više biljaka posijan je na najnižem dijelu parcele i obrnuto.



Slika 22. Sjetva kukuruza

(Snimio: Ž. Jukić)

The chart provides instructions for gear selection based on the number of holes in the seed discs and the gearbox. It includes a grid of values for different row spacings (18, 24, 30 cm) and gear settings (A, B, C). A red box highlights the row spacing options for a 18-hole sowing plate.

Number of holes in the seed discs	Selection of the gear box	1	2	3	4	5	6	Einstellung des Getriebekastens											
Number of holes in the seed discs	Selection of gearbox							A	B	C	B	A	B	A	B	A			
18	14→21 cm	12	13	14	16	17,5	18,5	20,5	22	23	24	25,5	27	28,5	29,5	32			
24	14→21 cm	9	10	10,5	11,5	13	14	15,5	16,5	17,5	18	19	20	21,5	22	24			
30	14→21 cm	7	8	8,5	9,5	10,5	11	12	13	14	14,5	15	16	17	18	19,5			
6	14→21 cm	6	6,5	7	8	9	9,5	10	11	11,5	12	12,5	13,5	14	14,5	16			
0	14→21 cm	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	11			

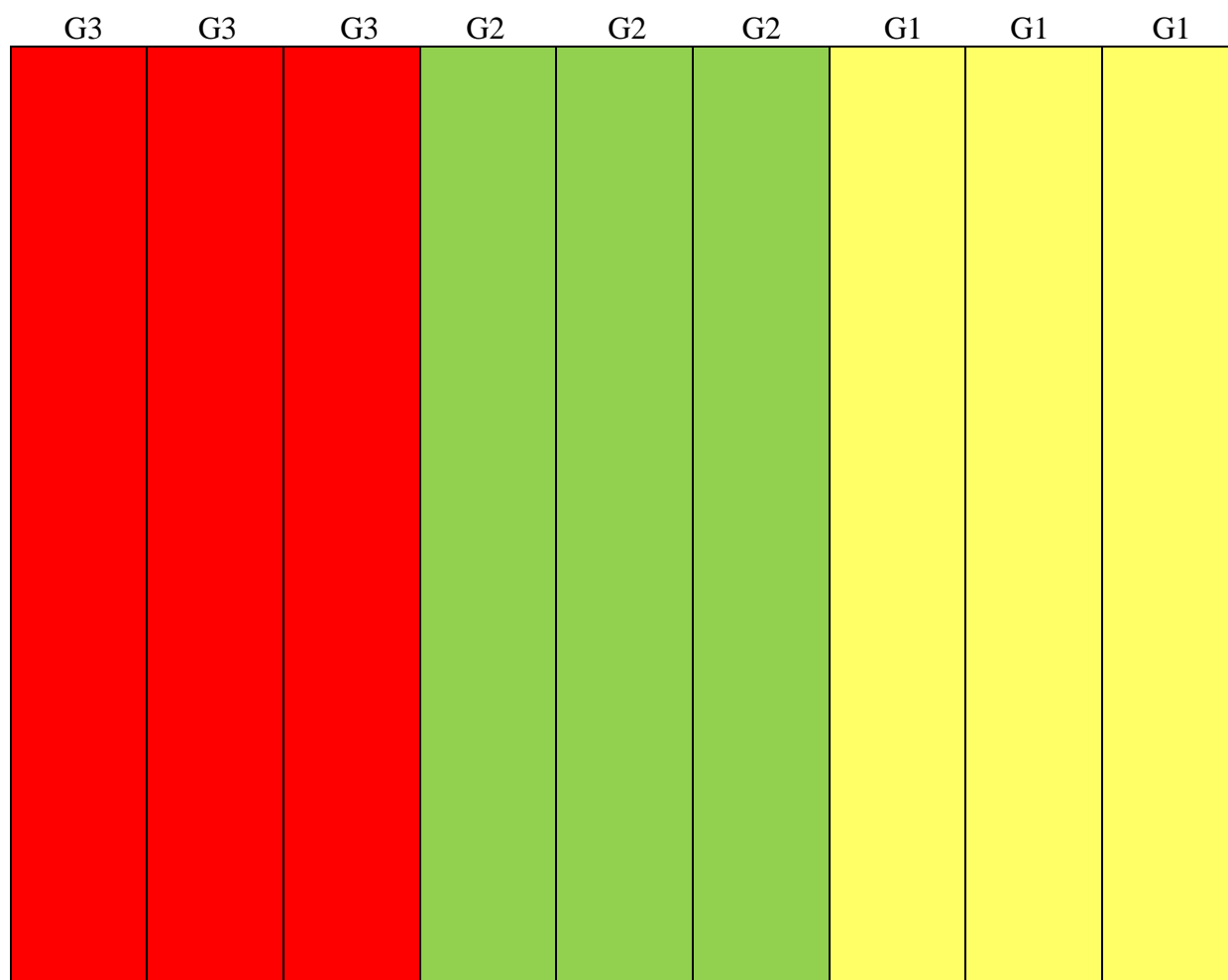
Slika 23. Mogućnosti razmaka zrna u redu korištene sijačice

(Snimio: I. Smiljanović)

Sijačica korištena za sjetvu ima sjetvenu ploču sa 18 rupa. Na slici 23. u stupcu s lijeve strane su navedeni brojevi rupa na sjetvenoj ploči koje se mogu koristiti na sijačici. Navedena sijačica posjeduje samo sjetvene ploče sa 18 rupa pa se ostvarivi razmaci u redu nalaze u prvom redu.

Hibrid korišten u pokusu bio je P9903 tvrtke Pioneer. To je novi hibrid kukuruza s najvišim potencijalom prinosa unutar FAO grupe 300. Izuzetno je otporan na sušu, stabljika je srednje visine, a zrno je odlične kvalitete s brzim otpuštanjem vlage ([www.agroklub.com](http://www.agroklub.com)).

Na slici 24. prikazan je shema sjetve pokusa. Oznakom G1 označeni su dijelovi parcele gdje je posijano približno 64935 zrna/ha. Oznakom G2 označeni su dijelovi parcele gdje je posijano približno 81632 zrna/ha. Oznakom G3 označeni su dijelovi parcele gdje je posijano približno 102041 zrna/ha. Svaka navedena oznaka predstavlja 8 redova kukuruza, ukupno je u svakom sklopu posijano 24 reda.



Slika 24. Shema sjetve poljskog pokusa

U fazi 5. lista kukuruza obavljena je kultivacija i prihrana kukuruza sa 180 kg/ha KAN-a. Zaštita od korova obavljena je u fazi 2. potpuno razvijena lista. Korišten je herbicid Lumax u dozi od 3,5 l/ha, uz utrošak škropiva od 220 l/ha.





Slika 25. Kultivacija kukuruza

(Snimio: I. Smiljanović)

### **3.4. Berba kukuruza**

Berba je obavljena 13. 10. 2018. godine univerzalnim žitnim kombajnom New Holland tx 64 plus sa kukuruznom adaptacijom i adapterom (hederom) za berbu kukuruza sa 5 redova. Kombajn nije u vlasništvu obiteljskog poljoprivrednog gospodarstva. Berba je za potrebe istraživanja obavljena sa 4 reda.



Slika 26. Berba kukuruza

(Snimio: I. Smiljanović)



Slika 27. Kukuruzovina nakon berbe

(Snimio: I. Smiljanović)

Parcela je podijeljena na 3 dijela zbog toga što je sjetva obavljena na 3 različita sklopa. Unutar svakog sklopa primijenjena su 3 različite tehnologije sakupljanja kukuruzovine:

- tehnologija P: prešanje u velike okrugle bale,
- tehnologija S+P: sakupljanje u zbojeve + prešanje u velike okrugle bale,
- tehnologija M+S+P: usitnjavanje (malčiranje) + sakupljanje u zbojeve + prešanje u valjkaste bale.

Takvim načinom podjele dobiveno je 9 dijelova parcele. Na svakoj od tih 9 dijelova parcele određena su tri mjesta na kojima su uzeti uzorci biljaka kukuruza kako bi izračunali srednju vrijednost prinosa kukuruzovine za taj dio parcele (oznake od 1-1 do 3-3 su oznake uzimanja uzoraka prije berbe, slika 27)

G3			G2			G1		
S+P	P	M+S+P	P	M+S+P	S+P	M+S+P	S+P	P
1-3	1-2	1-1	1-3	1-2	1-1	1-3	1-2	1-1
2-3	2-2	2-1	2-3	2-2	2-1	2-3	2-2	2-1
3-3	3-2	3-1	3-3	3-2	3-1	3-3	3-2	3-1

Slika 27. Shema uzimanja uzoraka i sakupljanja kukuruzovine

Uzorci za analizu uzimani su sa površine 2.4 m<sup>2</sup>, 2 reda kukuruza dužine 2 metra. Za analizu su uzeti 4. i 5. red kukuruza iz svake kombinacije sakupljanja u svakom sklopu i to na 3 mjesta.



Slika 28. Nosač s vagom na polju

(Snimio: I. Smiljanović)



Slika 29. Sakupljanje cijele biljke kukuruza za vaganje

(Snimio: I. Smiljanović)

Na odabranim mjestima, netom prije žetve, biljke su ručno odrezane u razini tla i iznesene na rub parcele gdje su obavljena daljnja ispitivanja. Za odabrane uzorke biljaka određeno je slijedeće:

- ukupni broja biljaka/ha,
- broj klipova/ha,
- nadzemna masa (biomasa)/ha,
- masa klipova/ha,
- masa oklaska/ha,
- masa zrna/ha,
- vlaga zrna, oklaska, ostatka nadzemne mase (stabljika + list + metlica),
- svi podaci svedeni su na 14% vlage.

### **3.5. Sakupljanje kukuruzovine**

U ovom diplomskom radu pod pojmom kukuruzovina podrazumijeva se stabljika sa listovima, listovi na klipu i oklasci.

Sakupljanje kukuruzovine obavljeno je 16.10.2018. Berba kukuruza i sakupljanje kukuruzovine na obiteljskom poljoprivrednom gospodarstvu „Smiljanović Milan“ obavljena je na konvencionalan način, odnosno strojevima koje gospodarstvo posjeduje ili za koje plaća najam, a koriste se za stočarsku proizvodnju gospodarstva. Prije samog sakupljanja dio parcele na kojoj je obavljen pokus odvojen je od ostalog dijela parcele, pomoću rotacijskih grablji (slika 30).



Slika 30. Odvajanje kukuruzovine za potrebe pokusa rotacijskim grabljama

(snimio: Ž. Jukić)

### 3.6. Malčiranje

Prilikom berbe kukuruza kukuruzni adapter kombajna odsjeca stabljiku kukuruza na visini 20-30 cm. Prilikom sakupljanja kukuruzovine taj dio stabljike ostaje na polju i ne može se sakupiti sakupljačem i prešom. Da bi sakupili što veći dio kukuruzovine jedna od opcija je malčiranje površine prije sakupljanja i ujedno usitnjavanje kukuruzovine što može biti poželjno u daljnjoj uporabi. Na obiteljskom poljoprivrednom gospodarstvu malčiranje je obavljeno Traktorom Fiatagri F115 i malčerom Ino Elite 245 koji su u vlasništvu gospodarstva. Traktor Fiatagri F115 ima pogon na sva 4 kotača, posjeduje motor sa 6 cilindara snage 85,8 kW, proizveden je 1995. godine i u vlasništvu gospodarstva je jednu godinu. Malčer Ino Elite 245 je zahvata 245 cm, proizveden je 2009. godine, kupljen je novi. Na slici 31. može se vidjeti koji dijelovi parcele su malčirani. Malčerom su napravljena dva prohoda na 8 redova kukuruza, na svakom od 3 sklopa sjetve.



Slika 31. Malčiranje kukuruzovine

(Snimio: I. Smiljanović)

### **3.7. Sakupljanje u zbojeve**

Rotacijskim grabljama je u dva prohoda (8 redova kukuruza) napravljen jedan zboj kukuruzovine (slika 32). Korištene su rotacijske grablje Kuhn GA301 i traktor IMT 540, snage 29 kW, proizveden 1976. godine. Kuhn GA301 zahvata je 2,8 m. Proizveden je 1986. godine i u vlasništvu gospodarstva je od 2003. godine.



Slika 32: Sakupljanje kukuruzovine (nemalčirane) u zbojeve

(Snimio: Ž. Jukić)



Slika 33: Površina tla nakon malčiranja i sakupljanja u zbojeve

(Snimio: Ž. Jukić)



### 3.8. Prešanje u valjkaste bale

Prije prešanja kukuruzovine uzeti su uzorci radi određivanja vlage jer berba kukuruza i sakupljanje kukuruzovine nisu obavljani isti dan.

Strojevi koji su korišteni kod prešanja u valjkaste bale nisu u vlasništvu gospodarstva i uzeti su u najam. Za pogon preše korišten je traktor Massey Ferguson 6290 sa pogonom na sva 4 kotača i 6-cilindarskim motorom snage 105 kW. Traktor je proizveden 2002. godine. Korištena preša je marke Feraboli, model Trotter 125 sa pick-up uređajem radnog zahvata 2,2 m. Ova preša kukuruzovinu preša u valjkaste bale dimenzija 125 x 125 cm. Proizvedena je 2008. godine.

Prešanje je obavljeno na cijeloj pokusnoj parceli i to na dijelovima koji su bili malčirani i sakupljeni u zbojeve, sakupljeni u zbojeve bez malčiranja i prešanje kukuruzovine bez prethodnog sakupljanja i malčiranja. Na dijelovima koji nisu bili sakupljeni u zbojeve prešanje je obavljeno u tri prohoda da bi se pokrila širina od 5,6 m.



Slika 34. Prešanje kukuruzovine bez sakupljanja u zbojeve i malčiranja

(Snimio: Ž. Jukić)



Slika 35. Gubitak na sakupljačkom uređaju balirke nakon malčiranja, sakupljanja u zbojeve i prešanja.

(Snimio: I. Smiljanović)

### **3.9. Manipulacija i vaganje bala**

Nakon prešanja kukuruzovine u valjkaste bale, bale su označene i premještene na rub parcele gdje je kasnije obavljeno vaganje. Za transport bala korišten je traktor IMT 540 sa nosačem za jednu balu.



Slika 36. Bale premještene na uvratinu parcele

(Snimio: Ž. Jukić)



Slika 37. Vaganje bala i zapisivanje podataka

(Snimio: Ž. Jukić)

## 4. Rezultati i rasprava

U poglavlju rezultati i rasprava prikazane su:

- razlike između zadanog i ostvarenog broja biljaka i broja klipova prije berbe,
- razlike u prinosu (masi) zrna i količine kukuruzovine (masa stabljike s listovima + masa oklaska) koje ostaje na polju nakon berbe kukuruza za 3 zadane gustoće sklopa,
- u svima gustoćama sjetve određen je žetveni indeks te odnos mase zrna u odnosu na masu kukuruzovine i
- razlike u učinkovitosti prikupljanja za svaki od 3 zadana načina prikupljanja.

Osim toga, uspoređeni su rezultati ovog istraživanja s objavljenim rezultatima drugih autora.

### 4.1. Zadane i ostvarene gustoće sklopova prije berbe

Neposredno prije berbe određeni su prosječan broj biljaka i broj klipova u svim zadanim gustoćama sklopa i svi dobiveni rezultati prikazani su u tablici 4. Prije berbe u zadanoj gustoći 1 (60.000 biljaka/ha), broj biljaka iznosio je 68.254/ha. To je više od očekivanog broja biljaka u berbi (u sjetvi 66.000 zrna/ha i približno toliko i biljaka u berbi). Pri tome je utvrđeno u prosjeku i 69.841 klipova/ha, što znači da je u prije navedenom ostvarenom sklopu, utvrđeno 1.587 klipova više nego što je bilo biljaka. U zadanoj gustoći sklopa 2 (75.000 biljaka/ha), prije berbe u prosjeku je utvrđeno 80.952 biljke/ha, što je manje nego što je očekivano u berbi (82.500 biljaka/ha). U ovoj ostvarenoj gustoći sklopa, utvrđeno je u prosjeku 80.159 klipova/ha, što je prosječno 793 klipa manje u odnosu na utvrđeni broj biljaka. Prosječni utvrđeni broj biljaka u zadanoj gustoći 3 (90.000 biljaka/ha), iznosio je 99.603/ha, što je malo više nego što je u prosjeku trebalo biti biljaka u berbi (99.000 biljaka/ha). Prosječni broj klipova u ovoj ostvarenoj gustoći sklopa bio je u prosjeku 96.825 što znači da je broj klipova u ovoj ostvarenoj gustoći sklopa, manji za prosječno 2.778 u odnosu na utvrđeni broj biljaka

Tablica 4. Ostvareni broj biljaka i klipova u zadanim gustoćama sklopa prije berbe

Istraživani parametar	GUSTOĆA SKLOPA		
	G1	G2	G3
Zadani broj biljaka u berbi/ha	60.000	75.000	90.000
Zadani broj zrna u sjetvi/ha	66.000	82.500	99.000
Ostvareni broj biljaka u berbi/ha	68.254	80.952	99.603
Ostvareni broj klipova u berbi/ha	69.841	80.159	96.825

#### **4.2. Prinos zrna i masa kukuruzovine u zadanim gustoćama sklopa prije berbe**

Kao što je vidljivo iz tablice 5, prosječna utvrđena ukupna masa stabljike s listovima, nije se značajno razlikovala između ostvarenih gustoća sklopa. Najveća prosječna ukupna masa stabljike i lista u prosjeku je utvrđena u gustoći 3 ali je bila tek neznatno veća u odnosu na istu utvrđenu u gustoći 1. U gustoći 2 utvrđena je najmanja prosječna ukupna masa stabljike i lista (tablica 5). Masa oklaska značajno se razlikovala između ostvarenih gustoća sklopa i bila je značajno manja u gustoći 3 u odnosu na gustoći 1 i gustoću 2. Između gustoća 1 i 2, nije bilo značajne razlike u prosječnoj masi oklaska. Prosječna masa zrna nije se razlikovala između ostvarenih gustoća sklopa i bila je najveća u prosjeku u gustoći 2. Prosječno najveća ukupna nadzemna masa, utvrđena je u gustoći 1, ali pri tome nije bila značajno veća od ukupne nadzemne mase utvrđene u ostvarenim gustoćama sklopa 2 i 3. Prosječna vrijednost žetvenog indeksa nije bila značajno različita između ostvarenih gustoća sklopa, iako je bila najveća u ostvarenoj gustoći sklopa 2 (tablica 5).

Tablica 5: Prosječna ukupna masa stabljike s listovima, masa oklaska i masa zrna kod prosječnog u ostvarenim gustoćama sklopa neposredno prije berbe

Istraživani parametar				LSD	P
	G1	G2	G3		
Masa stabljike s listovima, kg/ha	11.145,3 ± 1.553,1	10.486,9 ± 2.145,2	11.219,7 ± 2.436,6	2.021,50	0,7157
Masa oklaska, kg/ha	<b>1.972,6 a ± 150,6</b>	<b>1.902,1 a ± 181,1</b>	<b>1.698,2 b ± 186,9</b>	<b>168,93</b>	<b>0,0074</b>
Masa zrna, kg/ha	14.244,1 ± 1.123,0	14.422,1 ± 1.461,8	13.523,2 ± 1.899,7	1.486,90	0,4305
Ukupna nadzemna masa (biomasa), kg/ha	27.362,0 ± 1.491,5	26.811,1 ± 3.464,2	26.441,1 ± 3.691,8	2.964,60	0,8135
Nadzemna masa (biomasa) bez mase zrna, kg/ha	13.117,9 ± 1.516,0	12.388,9 ± 2.293,6	12.917,9 ± 2.564,4	2.111,90	0,7649
Žetveni indeks	0,52 ± 0,04	0,54 ± 0,04	0,51 ± 0,04	0,0398	0,3687
Odnos zrno/biomasa	1,10 ± 0,20	1,19 ± 0,18	1,07 ± 0,17	0,1786	0,3827

Ostvareni prinos zrna u ovom istraživanju, sličan je s podacima koji se mogu pronaći u službenim glasilima tvrtke Pioneer. Prema podacima koji se navode za hibrid P9903, u 2016. godini, prinos zrna na bazi 14% vlage, na lokaciji Ladislav Sokolovački u županiji Koprivničko-križevačkoj, bio je 14.631 kg/ha. Prosječni prinos zrna za navedeni hibrid u 2016. godini u Koprivničko-križevačkoj županiji na bazi 14% vlage, bio je 12.816 kg/ha (katalog Pioneer 2016.). Vrijednosti za žetveni indeks dobivene u ovom istraživanju, slične su s vrijednostima koje se mogu pronaći u dostupnoj znanstvenoj ili stručnoj literaturi. Kako navodi Vukadinović (2014.), količina žetvenih ostataka može se približno procijeniti uz pomoć žetvenog indeksa odnosno iz omjera biološkog i merkantilnog prinosa te da se uz prinos zrna kukuruza od 10 t/ha može dobiti i jednaka količina žetvenih ostataka. Vrijednosti za žetveni indeks mogu varirati ali u normalnim klimatskim prilikama kreće se oko 0,50. U godinama kada se pojavi ili izrazita suša ili je godina izrazito vlažna, vrijednosti žetvenog indeksa se mijenjaju i odstupaju od prije navedene vrijednosti (0,50; Pennington 2013.)

Vrijednost žetvenog indeksa za kukuruz navode i Wilcke i Wyatt (2002.), gdje navode da je žetveni indeks za kukuruz 0,50 s time da je uobičajen i odnos između mase zrna i kukuruzovine na bazi suhe tvari 1 : 1. U ovim istraživanjima odnos između mase zrna i mase

kukuruzovine na bazi suhe tvari se kretao od 1,07 do 1,19 : 1 u ovisnosti od ostvarene gustoće sklopa (tablica 5).

Prema dobivenim podacima može se zaključiti da povećanjem broja biljaka/ha dolazi i do povećanja prinosa zrna do određene gustoće, nakon toga prinos zrna se smanjuje. Kako je vidljivo iz tablice 5, iako je došlo do smanjenja prinosa zrna u gustoći 3, masa stabljike s listovima nije se smanjila, nego se naprotiv povećala. Ovakve odnose kada se govori o prinosu zrna prije svega treba pokušati objasniti kroz komponente prinosa. Neke od njih djeluju direktno, a neke indirektno na prinos zrna. Obzirom da navedene komponente nisu bile cilj istraživanja, ovdje će se samo navesti kao čimbenici koji su mogli djelovati na prinos zrna.

Rezultati prikazani u ovom diplomskom radu, razlikuju se od rezultata koje se u istraživanjima dobili Gagro i Herceg (2005.). U trogodišnjim istraživanjima, prije navedeni autori proučavali su četiri hibrida kukuruza za silažu i to: Natali, Volga, Bc492 i Bc4982 i četiri različite gustoće sklopa i to: 70.000, 85.000, 100.000 i 115.000 biljaka/ha. Pokusi su provedeni u periodu 1996. do 1998. godine na području sjeverozapadne Hrvatske.

Na temelju dobivenih rezultata, autori su zaključili da je kod svih hibrida koji su korišteni u istraživanju s povećavanjem gustoće sklopa došlo do povećanja broja biljaka nakon nicanja kao i u berbi te da se povećao i postotak jalovih biljaka. Masa nadzemnog dijela biljaka kod svih istraživanih hibrida bila je najveća u sklopu 100.000 biljaka/ha, dok je najgušći sklop od 115.000 biljaka/ha, kod svih hibrida, dao manji prirod nadzemnog dijela biljke, što znači da je taj sklop za istraživane hibride bio pregust.

### **4.3. Učinkovitost sakupljanja kukuruzovine**

U ovom diplomskom radu korištene su tehnologije konvencionalnog prikupljanja kukuruzovine koje se sastoje od nekoliko prohoda. Prvi prohod koji je obavljen je bila berba kukuruza univerzalnim žitnim kombajnom s adaptacijom za berbu kukuruza. Zatim su obavljena tri različita načina prikupljanja, a svaki način je završavao prešanjem u valjkaste bale koje su premještene na rub parcele i koje su zatim odvučene.

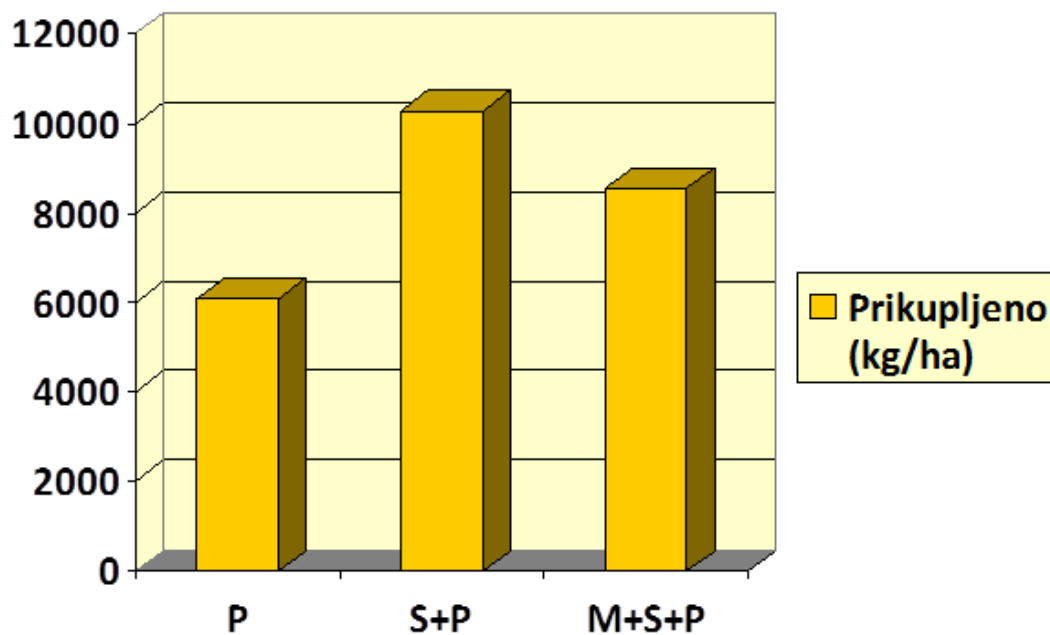
Poznavajući teorijsku količinu ukupne nadzemne mase istraživanog hibrida kukuruza i stvarnu masu bala nakon vaganja, može se odrediti učinkovitost prikupljanja za svaku od tri izabrane tehnologije prikupljanja. U tablici 6 prikazani su rezultati o prikupljenoj nadzemnoj masi za svaku izabranu tehnologiju prikupljanja. Kao što je vidljivo iz tablice 6, između izabranih tehnologija prikupljanja utvrđena je značajna razlika u količini prikupljene nadzemne mase. Značajno više nadzemne mase je prikupljeno tehnologijom koja se sastoji od sakupljanja u zbojeve i nakon toga prešanja (10.282 kg/ha). Ovom tehnologijom sakupljeno je vrlo mnogo mase jer su postojali samo mali gubici na pick-up uređaju.

Tablica 6. Razlika u količini prikupljene nadzemne mase ovisno o primijenjenoj tehnologiji i učinkovitost svake od primijenjene tehnologije prikupljanja

Prešanje	Sakupljanje u zbojeve + prešanje	Malčiranje + sakupljanje u zbojeve + prešanje
Prikupljeno kg/ha		
6.071,6 b ± 790,7	10.282,1 a ± 1106,4	8.553,5 a ± 1152,3
Učinkovitost prikupljanja (%)		
48,95 b ± 10,07	78,20 a ± 2,73	67,71 a ± 11,81

Najmanje mase prikupljeno je jednim prohodom sa prešom, gdje je prikupljena samo masa koju je pick-up uređaj mogao dohvatiti. Kod takvog sakupljanja javljao se problem neravnog terena gdje pick-up uređaj preše zahvaća tlo i može doći do oštećenja mehanizacije i ulaska čestica tla u bale. Navedenim načinom sakupljeno je 6.071,6 kg/ha kukuruzovine (nadzemne mase). Treća tehnologija koja je korištena u istraživanju je malčiranje, zatim sakupljanje malčirane mase u zbojeve i na kraju prešanje u valjkaste bale. Pretpostavka prije istraživanja je bila da će se tom tehnologijom sakupiti najviše mase jer će se na taj način sakupiti i dio stabljike koje ostaje odsječen i povezan s korijenom. Osim što je ta tehnologija najskuplja zbog troškova više prohoda, nije dala najbolje rezultate zbog gubitka sitne mase na pick-up uređaju preše te je sakupljeno 8.553,5 kg/ha kukuruzovine. Količina prikupljene kukuruzovine ovisno o ovisno o primijenjenoj tehnologiji, prikazana je u slici 38.





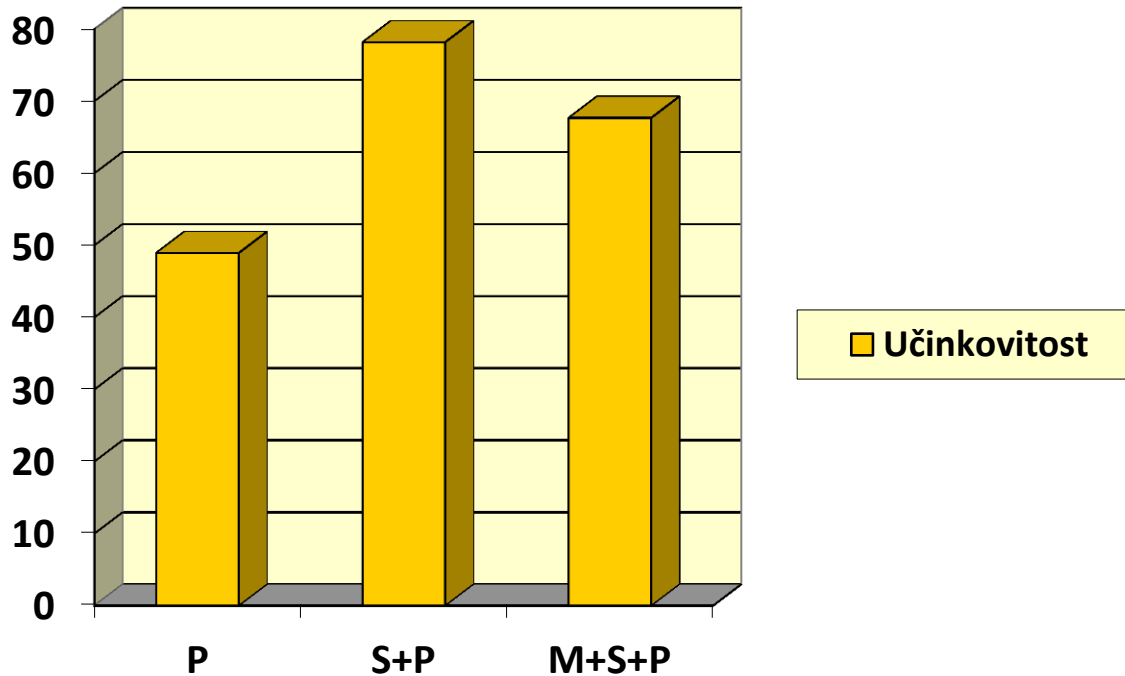
Slika 38. Količina prikupljene kukuruzovine ovisno o primijenjenoj tehnologiji

Slika 39. prikazuje učinkovitost sakupljanja kukuruzovine za svaku primijenjenu tehnologiju i iskazan je u postocima. Učinkovitost za tehnologiju prešanje iznosi 48,95 %, za tehnologiju sakupljanje u zbojeve + prešanje 78,20 % i za tehnologiju malčiranje + sakupljanje u zbojeve + prešanje 67,71 %

Podaci o prikupljenoj količine nadzemne mase (kukuruzovine) koji su dobiveni u ovom diplomskom radu, djelomično se podudaraju sa navodima literature na tu temu. Tako Montross i sur. (2002.) navode da barem 25% kukuruzovine ostaje u polju zbog ograničenja opreme za sakupljanje i da se više od 75% kukuruzovine ni u kojem slučaju ne može prikupiti sa polja.

Montross i sur. (2002.) su u svojim istraživanjima utvrdili sljedeće učinkovitosti prikupljanja: 38% učinkovitost samo za operaciju prešanja, 55% učinkovitost za operacije grabljanja i baliranja i 64% učinkovitost za operacije košenja, grabljanja i baliranja. Schechinger i Hettenhaus (2004.) utvrdili su učinkovitost prikupljanja od 40 do 50% bez operacije grabljanja i 70% učinkovitost sa operacijom grabljanja.

Petrolia (2006.) je utvrdio da je učinkovitost prikupljanja kukuruzovine od 30 % kada je samo kukuruzovina samo prešana, dok je uz korištenje malčera, grablji i balirke (preše) učinkovitost bila veća i iznosila je 40 %.



Slika 39. Učinkovitost prikupljanja izabranih tehnologija

## 5. Zaključak

Na osnovi dobivenih rezultata iz diplomskog rada, može se zaključiti sljedeće:

1. Korištenjem različitih tehnologija prikupljanja nadzemne mase koje su implementirane na OPG Smiljanović prikupljene su značajno različite količine nadzemne mase kukuruzne stabljike i listova s oklascima.
2. Metoda koja se sastojala od malčiranja, zatim sakupljanja malčirane mase u zbojeve i na kraju prešanja ipak nije je ostvarila najbolju učinkovitost. Za ovu tehnologiju koja je i najskuplja i koja se obavlja u više prohoda, pretpostavilo se da će ostvariti i najbolju učinkovitost.
3. Metoda koja se sastojala od sakupljanja kukuruzovine u zbojeve i prešanja, ostvarila je značajno veću učinkovitost od ostale dvije metode prikupljanja.
4. Podaci dobiveni u ovom istraživanju, a koji se odnose na učinkovitost prikupljanja su veći nego što su utvrdili određeni autori, što se može pripisati činjenici da svi autori u svojim istraživanjima nisu koristili istu tehnologiju i opremu te nisu radili istraživanja u istim klimatskim prilikama i pri istim razinama primijenjene agrotehnike.
5. Podaci koji su prikazani u ovom diplomskom radu, a odnose se na žetveni indeks i odnos mase zrna i ostale nadzemne mase, u skladu su s postojećom znanstvenom i stručnom literaturom i mogu se koristiti za izradu određenih proračuna povezanih s iznošenjem kukuruzovine s polja.
6. Istraživanja koja su provedena u okviru ovog diplomskog rada, primjenjiva su i jednostavna za izvođenje na terenu što omogućuje svim zainteresiranima da ista provedu na vlastitim poljoprivrednim površinama uz korištenje navedenih strojeva i opreme.

Za dobivanje još preciznijih podataka o učinkovitosti prikupljanja nadzemnih ostataka različitim tehnologijama prikupljanja nakon berbe kukuruza, potrebno je provesti ista istraživanja na različitim hibridima, u različitim klimatskim prilikama, pri različitim razinama primijenjene agrotehnike, korištenjem različitih strojeva i opreme i svakako kroz dulje vremensko razdoblje.

## 6. Literatura

1. Adams R.S. (1998). Corn stover as feed for cattle. Dairy and Animal Science, Document number 28902108. Penn State University, University Park, PA.
2. Ayers G.E., Buchele W.F. (1982). Harvesting and storing corn plant forage. ASAE paper no. 71-665, American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, MI.
3. Balat M. (2006). Sustainable transportation fuels from biomass materials. Energy Education Science Technology 17: 83 – 103.
4. Bavrka I., Šakić Bobić B., Hadelan L., Jukić Ž., Matković A. Generating cost price for crop residues. Journal of Central European Agriculture.
5. Dobričević N., Pilešić S., Krička T., Miletić S., Jukić Ž. (1999). Energetski potencijali biomase iz poljoprivrede u Republici Hrvatskoj. Krmiva 41(1999), Zagreb 6; 283-289.
6. Dragičević V. Optimizacija ložišta za izgaranje biomase. Doktorska disertacija (2011): Sveučilište u Rijeci, Tehnički fakultet.
7. Fernandez-Rivera S., Klopfenstein T.J. (1989). Yield and quality components of corn crop residues and utilization of these residues by grazing cattle. Journal of Animal Science 67 (2): 597-605.
8. Gagro M. (1997). Žitarice i zrnate mahunarke. Hrvatsko agronomsko društvo, Zagreb
9. Gagro M., i Herceg N. (2005). Utjecaj hibrida i gustoće sklopa na neka svojstva kukuruza za silažu. Izvorni znanstveni rad. Sjemenarstvo 22(2005)1-2  
UDK:633.15;631.526.325(045)=862
10. Glassner D., Hettenhaus, J., Schechinger, T. (1999). Corn stover potential: Recasting the corn sweetener industry. In: Janick, J. (Ed.), Perspectives on New Crops and New Uses. ASHS Press, Alexandria, VA, pp. 74–82.
11. Glassner D.A., Hettenhaus J.R., Schechinger T.M. (1998). Corn Stover Collection Project. BioEnergy '98: Expanding BioEnergy Partnerships
12. Gogerty R. (1996). Crop leftovers: More uses, more value. Resource: Engineering and Technology for a Sustainable World 3(7), 6–9.
13. Graham R.L., Nelson R., Sheenan J., Perlack R.D., Wright L.L. (2007). Current and Potential U.S. Corn Stover Supplies. Agronomy Journal 99: 1-11.

14. Hitzhusen F.J., Abdallah M. (1980). Economics of electrical energy from crop residue combustion with high sulfur coal. *American Journal of Agricultural Economics* 62 (3), 416–425.
15. Huang H., Faulkner D.B., Berger L.L., Eckhoff S.R. (2012). Harvest Date Influence on Dry Matter Yield and Moisture of Corn and Stover. *Transactions of the ASABE*. Vol. 55(2):593-598.
16. Keene J.R., Shinnars K.J., Hill L.J., Stallcop A.J., Wemhoff S.J., Anstey H.D., Bruns A. J., i Johnson J.K. (2013). Single-pass baling of corn stover. *Transactions of the ASABE*. 56(1):33-40.
17. Kiran L. Kadam, James D. McMillan. (2003). Availability of corn stover as a sustainable feedstock for bioethanol production. *Bioresource Technology* 88 (2003) 17–25
18. Krička T., Pilešić S. (1996). Upotreba biomase kukuruza (*Zea mays* L.) u procesu sušenja. Očekivanja u potrošnji energije do 2020. godine, World Energy Council, Hrvatsko energetska društvo 5. forum, Zbornik radova 251-259.
19. Larson E. D. (2008). Biofuel production technologies: status, prospects and implications for trade and development. UN Conference on Trade and Development, New York and Geneva, 2008.
20. Lindstrom, M.J., Gupta, S.C., Onstad, C.A., Holt, R.F., Larson, W.E., (1981). Crop residue removal and tillage: Effects on soil erosion and nutrient in the corn belt. Bulletin no. USDA-ARS 442, US Department of Agriculture (USDA), Washington, DC.
21. Matin A., Krička T., Jurišić V., Voća N., Antonović A., Bilandžija N., Grubor M., Miličević I. (2016). Iskoristivost biomase kukuruza za proizvodnju toplinske energije. Izvorni znanstveni rad. Sveučilište u Zagrebu.
22. Milander J.J., Jukić Ž., Mason, S.C., Galusha T.D., Kmail Z. (2016). Plant population influence on maize yield components in Croatia and Nebraska. *Crop Sci.* 56:1-9.
23. Milander J.J., Jukić Ž., Mason, S.C., Galusha T.D., Kmail Z. (2017). Hybrid maturity influence on maize yield and yield component response to plant populations in Croatia and Nebraska. *Cereal Res. Comm.* 45(2):326-335.
24. Montross M.D., Prewitt R., Shearer S.A., Stombaugh T.S., McNeil S.G., Sokhasanj S. (2002). Economics of collection and transportation of corn stover. ASAE Paper 036081 presented at the Annual International Meeting of the American Society of Agricultural Engineers, Las Vegas, NV. 27 - 31 July 2003. ASAE, St. Joseph, MI.

25. Naik S.N., Goud V.V., Rout P.K., Dalai A.K. (2009). Production of first and second generation biofuels: A comprehensive review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 14 (2010) 578–597.
26. Perlack R.D. i Turhollow A.F. (2003). Feedstock cost analysis of corn stover residues for further processing. *Energy* 28: 1395 – 1403.
27. Petrolia D. R. (2006). The Economics of Harvesting and Transporting Corn Stover for Conversion to Fuel Ethanol: A Case Study for Minnesota. Department of Applied Economics College of Food, Agricultural, and Natural Resource Sciences University of Minnesota, Staff Paper P06-12.
28. Pospišil, A. (2010) Ratarstvo 1. dio. Čakovec: Zrinski d.d.
29. Richey, C.B., Liljedahl, J.B., Lechtenberg, V.L. (1982). Corn stover harvest for energy production. *Transactions of the ASAE (American Society of Agricultural Engineers)* 25 (4), 834–839, 844.
30. Schechinger T. M., Hettenhaus J. (2004). Corn stover harvesting: on corn stover harvest experiences in Iowa and Wisconsin for the 1997-98 and 1998-99 crop years. ORNL/SUB-0404500008274-01. NTIS, Springfield, VA.
31. Shinnars, K.J., Bennett R.G. i Hoffman D.S. (2012). Single and two-pass corn grain and stover harvesting. *Transaction of the ASABE.* 55(2): 341-350.
32. Vukadinović V., Vukadinović V. (2016). Tlo, gnojidba i prinos, Što sve poljoprivrednik mora znati o tlu, usjevu, gnojidbi i tvorbi prinosa. Vlastita naklada, elektroničko izdanje
33. Walsh M.E., Perlack R.L., Turhollow, A., de la Torre Ugarte D., Becker D.A., Graham R.L., Slinsk, S.E., Ray D.E. (2000). Biomass feedstock availability in the United States: 1999 state level analysis. Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN.
34. Wenner H.L. (1992). Dobivanje i konzerviranje krmnog bilja (prijevod Hodak, B.). *Agrotehničar*, 4-6(92), 25-28
35. Wilcke W., Wyatt G. (2002). Grain storage tips: Factors and formulas for crop drying, storage and handling. Univ of Minnesota Extension Service, St. Paul, MN.
36. Wilhelm W.W., Johnoson J.M.F., Hatfield J.L., Voorhees W.B., Linden D.R. (2004). Crop and Soil Productivity Response to Corn Residue Remocval: A Literature Review. *Agronomy Journal*, Vol. 96, No. 1., pp 1-17.

37. Wyman C.E., Hinman N.D. (1990). Ethanol: Fundamentals of production from renewable feedstocks and use as a transportation fuel. *Appl. Biochem. Biotechnol* 24/25, 735.
38. Zimmer R., Košutić S.; Zimmer D. (2009). *Poljoprivredna tehnika u ratarstvu*, Osijek
39. Zrakić M., Hadelan L., Prišenk J., Levak V., Grgić I. Tendencije proizvodnje kukuruza u svijetu, Hrvatskoj i Sloveniji. *Glasnik zaštite bilja* 6/2017.

## Popis internet stranica

1. <<http://agrometal.si/assets/images/Gallignani/Gallignani%20V6.jpg>> (Pristupljeno 5.2.2019.)
2. <<http://wfwelliver.com/Krone/kr-260a.jpg>> (Pristupljeno 5.2.2019.)
3. <<https://strojarstvo-calopek.hr/proizvod/malcer-baticar-profi/>> (Pristupljeno 15.1.2019.)
4. <<https://www.agroklub.com/poljoprivredni-oglasnik/oglas/claas-liner-450-sakupljac-sijena-akcija/17697/>> (Pristupljeno 15.1.2019.)
5. <<https://www.agroklub.com/poljoprivredni-oglasnik/oglas/p9903-nova-generacija-za-novi-uspjeh/26128/>> (Pristupljeno 19.1.2019.)
6. <<https://www.google.com/maps/place/48306,+Ladislav+Sokolova%C4%8Dki/@46.023995,16.6249865,34860m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x47663caa726637bd:0xc448bd6ca785a1c0!8m2!3d46.045302!4d16.717426>> (Pristupljeno 15.1.2019.)
7. <[https://www.poettinger.at/landtechnik/download/003.HR.0814\\_Magazin-2015.pdf](https://www.poettinger.at/landtechnik/download/003.HR.0814_Magazin-2015.pdf)> (Pristupljeno 15.1.2019.)
8. <<https://www.psc-ferencak.hr/index.php?opt=shop&act=catlist&id=352&lang=hr>> (Pristupljeno 19.1.2019.)
9. <[https://www.researchgate.net/figure/Longitudinal-cut-through-a-maize-grain-wwwGeoChemBiocom\\_fig3\\_319289140](https://www.researchgate.net/figure/Longitudinal-cut-through-a-maize-grain-wwwGeoChemBiocom_fig3_319289140)> (Pristupljeno 15.1.2019.)
10. <[www.geochembio.com](http://www.geochembio.com)> (Pristupljeno 19.1.2019.)
11. <[www.miler.hr](http://www.miler.hr)> (Pristupljeno 19.1.2019.)
12. Engineering Research for Agricultural Machinery  
<<http://agriculturalmachineryengineering.weebly.com/prototypes.html>> (Pristupljeno 5.2.2019.)
13. FAO (2014). Food and Agriculture Organization of the United Nations.  
<<http://faostat.fao.org>> (Pristupljeno 15.1.2019.)
14. Gospodarski list (2014) Biomasa – obnovljivi izvor energije.  
<<http://www.gospodarski.hr/Publication/2014/7/biomasa-obnovljivi-izvor-energije/7965#.XGmtI2N7nIU>> (Pristupljeno 15.1.2019.)
15. Hrgović, S. (2007). Osnove agrotehnike proizvodnje kukuruza (Zea mays).  
<<https://hrcak.srce.hr/file/241872>> (Pristupljeno 10.1.2019.)



16. Izvori energije < <http://www.izvorienergije.com/biogoriva.html>> (Pristupljeno 5.2.2019.)
17. Padro, D. (2015.): Strojevi za spremanje sijena i zelene krme, Savjetodavna služba. <<http://www.savjetodavna.hr/savjeti/19/636/strojevi-za-spremanje-sijena-i-zelene-krme/>> (Pristupljeno 5.2.2019.)
18. Pennington, D. (2013.). Harvest index: A predictor of corn stover yield. Michigan State University. <[https://www.canr.msu.edu/news/harvest\\_index\\_a\\_predictor\\_of\\_corn\\_stover\\_yield](https://www.canr.msu.edu/news/harvest_index_a_predictor_of_corn_stover_yield)> (Pristupljeno 11.3.2019.)
19. Pioneer Dupont. Rezultati pokusa 2016. <[https://www.pioneer.com/CMRoot/International/Croatia\\_Intl/Agronomy/trial\\_2016.pdf](https://www.pioneer.com/CMRoot/International/Croatia_Intl/Agronomy/trial_2016.pdf)> (Pristupljeno 11.3.2019.)
20. Poljoprivredna savjetodavna služba AP Vojvodine <[http://www.polj.savetodavstvo.vojvodina.gov.rs/sites/default/files/KOMBAJNI\\_0.pdf](http://www.polj.savetodavstvo.vojvodina.gov.rs/sites/default/files/KOMBAJNI_0.pdf)> (Pristupljeno 5.2.2019.)
21. Savjetodavna služba <<http://www.savjetodavna.hr/adminmax/publikacije/kukuruz.pdf>> (Pristupljeno 19.1.2019.)
22. Vukadinović V. (2014). Zaoravati ili spaljivati žetvene ostatke?. Agroklub. <<https://www.agroklub.com/ratarstvo/zaoravati-ili-spaljivati-zetvene-ostatke/15244/>> (Pristupljeno 11.3.2019.)

## Životopis

Ivan Smiljanović rođen je 13.02.1995. godine u Koprivnici, Republika Hrvatska. Osnovnu školu pohađao je u Sokolovcu, koju je završio s odličnim uspjehom 2009. godine. Srednjoškolsko obrazovanje završio je u Srednjoj gospodarskoj školi Križevci, smjer: poljoprivredni tehničar - opći, s vrlo dobrim uspjehom 2013. godine. Državnu maturu polaže 2013. godine s dobrim uspjehom. Nakon toga upisuje preddiplomski sveučilišni studij na Agronomskom fakultetu u Zagrebu, smjer: poljoprivredna tehnika, koji završava 2016. godine obranom završnog rada na temu: Poljoprivredna tehnika u uzgoju energetskih kultura. Iste godine upisuje diplomski studij, smjer: poljoprivredna tehnika - mehanizacija.