Primjena samokretnih strojeva za izuzimanje, miješanje i raspodjelu silaže

Miličević, Kristian

Master's thesis / Diplomski rad

2021

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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:204:824165

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb

zir.nsk.hr

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet
University of Zagreb
Faculty of Agriculture

PRIMJENA SAMOKRETNIH STROJEVA ZA IZUZIMANJE, MIJEŠANJE I RASPODJELU SILAŽE

DIPLOMSKI RAD

KRISTIAN MILIČEVIĆ

Zagreb, rujan 2021.

Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet
University of Zagreb
Faculty of Agriculture

Diplomski studij:

Poljoprivredna tehnika - Mehanizacija

PRIMJENA SAMOKRETNIH STROJEVA ZA IZUZIMANJE, MIJEŠANJE I RASPODJELU SILAŽE

DIPLOMSKI RAD

KRISTIAN MILIČEVIĆ

Mentor:

prof. dr. sc. Dubravko Filipović

Zagreb, rujan, 2021.

Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture

IZJAVA STUDENTA

O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, **KRISITAN MILIČEVIĆ**, JMBAG 0178111411, rođen 21.07.1997. u Vrpolju, izjavljujem da sam samostalno izradio diplomski rad pod naslovom:

PRIMJENA SAMOKRETNIH STROJEVA ZA IZUZIMANJE, MIJEŠANJE I RASPODJELU SILAŽE

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedina autorica/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 upoznata/upoznat s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana _____ _____

Potpis studenta

Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture

IZVJEŠĆE

O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studenta **KRISTIAN MILIČEVIĆ**, JMBAG 0178111411, naslova

PRIMJENA SAMOKRETNIH STROJEVA ZA IZUZIMANJE. MIJEŠANJE I RASPODJELU SILAŽE

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____ , dana _____ .

Povjerenstvo: potpisi:

1. prof. dr. sc. Dubravko Filipović mentor _____
2. prof. dr. sc. Ante Ivanković član _____
3. izv. prof. dr. sc. Miljenko Konjačić član _____

Zahvala

Zahvaljujem se svom mentoru prof. dr. sc. Dubravku Filipoviću na nesebičnoj pomoći i velikom strpljenju prilikom izrade ovog rada te na mnogim savjetima.

Zahvaljujem se svim profesorima Agronomskog fakulteta u Zagrebu koji su pomogli u stjecanju mog znanja.

Jedno veliko hvala mojoj obitelji koji su vjerovali u mene i uvijek su bili tu kad mi je trebala pomoć, bez njih ovaj cilj ne bi bio ostvaren.

I na kraju hvala mojim prijateljima, kolegama koji su svojim prisustvom na fakultetu uljepšali ovaj dio mog života.

SAŽETAK

Diplomskog rada studenta **KRISTIAN MILIČEVIĆ**, naslova

PRIMJENA SAMOKRETNIH STROJEVA ZA IZUZIMANJE, MIJEŠANJE I RASPODJELU SILAŽE

U hranidbi goveda silaža od usitnjene cijele biljke kukuruza glavna je hrana pri čemu se silaža najčešće sprema u horizontalne silose iz kojih se traktorskim utovarivačima izuzima i ubacuje u prikolice miješalice u kojima se spravlja kompletan obrok, a koje ujedno služe za raspodjelu silaže. Pri takvom postupku se neminovno javljaju određeni količinski i kvalitativni gubici u silaži, a na cijeli postupak se organizacijski gubi dosta vremena. U razvijenim europskim zemljama se na većim farmama primjenjuju samokretni strojevi za izuzimanje, miješanje i raspodjelu silaže kojima se sve obavi jednim strojem i time cijeli postupak znatno ubrzava i osigurava bolja kvaliteta ishrane goveda. Izbor ovakvih strojeva pruža mogućnost za poboljšanje i napredak gospodarstva te gospodarstvo može biti konkurentnije na tržištu jer se smanjuje troškove proizvodnje i potrebno radno vrijeme u govedarskoj proizvodnji. U radu će biti opisani takvi strojevi različitih proizvođača koji nude samokretne strojeve s različitim radnim karakteristikama.

Ključne riječi: silaža, izuzimanje silaže, miješanje silaže, raspodjela silaže, samokretni strojevi

SUMMARY

Of the master's thesis – student **KRISTIAN MILIČEVIĆ,** entitled

APPLICATION OF SELF-PROPELLED MACHINES FOR SILAGE EXTRACTION, MIXING AND DISTRIBUTION

In cattle feeding, silage from chopped whole corn plant is the main food, where silage is usually stored in horizontal silos from which tractor loaders are removed and inserted into mixer trailers in which the complete meal is prepared, which also serve to distribute silage. During such a procedure, certain quantitative and qualitative losses in silage inevitably occur, and a lot of time is lost organizationally during the entire procedure. In developed European countries, larger farms use self-propelled machines for the extraction, mixing and distribution of silage, which are all done with one machine and thus significantly accelerates the whole process and ensures better quality of cattle nutrition. The choice of such machines provides an opportunity for improvement and progress of the economy and the economy can be more competitive in the market because it reduces production costs and working time in cattle production. The paper will describe such machines from different manufacturers that offer self-propelled machines with different working characteristics.

Keywords: silage, silage extraction, silage mixing, silage distribution, self-propelled machines

SADRŽAJ

1.UVOD.....1
1.1.Cilj rada.....2
2.PREGLED LITERATURE.....3
3. KLASIČNI STROJEVI ZA IZUZIMANJE, MIJEŠANJE I RASPODJELU SILAŽE.....7
3.1. Najznačajniji klasični strojevi za izuzimanje, miješanje i raspodjelu silaže.....7
4.SAMOKRETNI STROJEVI ZA IZUZIMANJE, MIJEŠANJE I RASPODJELU SILAŽE.....16
4.1. Upotreba i značaj samokretnih strojeva za izuzimanje,miješanje i raspodjelu silaže.....16
4.2. Inovacije strojeva za silažu.....34
5. RASPRAVA.....40
5.1. Razvoj tehnoloških inovacija u proizvodnji i upotrebi silaže.....40
6. ZAKLJUČAK.....42
7. LITERATURA.....43
8. POPIS SLIKA I TABLICA.....45
9. ŽIVOTOPIS.....47

1. UVOD

Izbor odgovarajućih strojeva za proizvodnju i spremanje silaže specifičan je za pojedino gospodarstvo. Optimalna vrsta i kapacitet strojeva ovise o klimatskim uvjetima, vrsti uzgajane krme, potrebama hranjivih sastojaka životinja, dostupnosti financijskih sredstava, radne snage i drugih resursa. Pri tome je vrlo bitno odrediti količinu posla koji mora biti završen u određenom vremenskom razdoblju, a zatim uskladiti ovaj zahtjev s kapacitetom opreme. U Hrvatskoj se u ishrani goveda najviše koristi silaža od cijele kukuruzne biljke koja se ubire silažnim kombajnom i nakon toga najčešće skladišti u horizontalne silose. Izuzimanje silaže iz silosa se najčešće vrši prednjim traktorskim utovarivačima i utovaruje u različite izvedbe prikolica s ugrađenim sustavima za miješanje i raspodjelu stočne hrane. Pri tim postupcima se javljaju određeni kvalitativni i kvantitativni gubici koji utječu na kvalitetu ishrane, a samim time i na proizvodne rezultate i profitabilnost proizvodnje. Specifični zahtjevi i problemi u hranjenju goveda proizlaze u prvom redu iz raznovrsnosti svojstava hrane. Da bi se stoci osigurale potrebne količine hranjivih tvari potrebno je spremiti, izuzeti, transportirati i razdijeliti raznovrsne količine hrane s obzirom na volumen, masu i sastav. Posljednjih godina i u Hrvatskoj izražena je tendencija hranjenja goveda kompletnim obrocima, što znači da se istovremeno razdjeljuju koncentrati pomiješani sa silažom, sjenažom i drugim komponentama. Na taj način znatno se pojednostavljuje hranjenje goveda, postiže se visoka produktivnost rada i dobri rezultati s obzirom na prirast i proizvodnju mlijeka.

Hranjenje goveda kompletnim obrocima počelo se primjenjivati sredinom prošlog stoljeća u SAD-u i donijelo jei značajne promjene u mljekarskoj proizvodnji. Tadašnji proizvođači mlijeka su počeli hraniti muzne hrane ukupnim mješovitim obrocima (total mixed rations - TMR) s ciljem povećanja proizvodnje mlijeka po kravi. Prednost hranjenja TMR obrocima značilo je veliki iskorak u proizvodnji mlijeka jer je omogućeno da svaki zalogaj hrane ima uravnotežena nutritivna svojstva. Zbog potreba pripreme i raspodjele TMR obroka razvijene su i proizvedene mikser prikolice s horizontalnim pužnicama za miješanje hrane. Dvadesetak godina kasnije na tržištu su se pojavile mikser prikolice koje su imale ugrađene vertikalne pužnice. Primjena mikser prikolica s vertikalnim pužnicama se brzo proširila tijekom novijeg razdoblja zbog učinkovitijeg miješanja hrane i zbog njihovih nižih zahtjeva za potrošnjom energije i na istom principu se temelje i današnje izvedbe mikser prikolica uz određene preinake u proizvodnji, zavisno o proizvođaču.

S ciljem poboljšanja i unaprijeđenja mliječne proizvodnje 1980-tih godina dolazi i do početka proizvodnje i korištenja samokretnih strojeva za izuzimanje, miješanje i raspodjelu silaže. Samokretni strojevi isključuju korištenje više vrsta strojeva u proizvodnji TMR obroka te se njima vrše sve operacije u tom postupku s poboljšanom kvalitetom miješanja i smanjenim gubitcima uz uštedu vremena. Međutim, ovi strojevi zahtijevaju velika financijska ulaganja te zbog toga odvraćaju mnoge poljoprivrednike iako opravdavaju utrošena sredstva u odnosu na postignute rezultate u proizvodnji mlijeka. Iz navedenih razloga se za sada uglavnom koriste na velikim mliječnim farmama.

1.1.Cilj rada

Cilj ovog diplomskog rada je opisati i usporediti različite izvedbe samokretnih strojeva za izuzimanje, miješanje i raspodjelu silaže i usporediti ih s klasičnim strojevima za izuzimanje, miješanje i raspodjelu silaže.

2. PREGLED LITERATURE

Krmno bilje u prirodnom stanju je najjeftinija i najzdravija stočna hrana, ali je zbog klimatskih uvjeta i vegetacije upotreba zelenih krmiva ograničena. Korištenje se može produžiti na cijelu godinu ako se krmiva konzerviraju. Siliranje je konzerviranje vlažnih krmiva spontanim vrenjem pri čemu se iz ugljikohidrata pod utjecajem bakterija stvara mliječna kiselina koja spriječava kvarenje (Ivanković i sur., 2016). Svrha pravljenja silaže je da se osiguraju dovoljne količine stočne hrane za ishranu životinja u razdobljima kada je opskrba zelenom krmom neodgovarajuća, bilo količinski ili kvalitetno. U sjevernoj umjerenoj klimi to je obično zimsko razdoblje, ali u drugim regijama to može biti potrebno kroz veći dio godine ili u slučaju dužeg sušnog razdoblja. Proces siliranja je poznat još od davnih vremena. Postoje slikoviti dokazi koji datiraju od 1500. do 1000. godine prije Krista, a koji prikazuju kako poljoprivrednici u Egiptu pune silos usjevom sličnim sirku. Od tih vremena tehnika siliranja se proširila i naširoko koristila u mediteranskim zemljama, a tek u osamnaestom stoljeću izrada silaže postala je uobičajena praksa i u drugim dijelovima Europe (Mannetje, 2011).

U suvremenom stočarstvu dvadesetog stoljeća razvijene su tehnike žetve i skladištenja silaže kojima se poboljšala učinkovitost procesa fermentacije, a time i hranidbena vrijednost silaže, ali s povećanjem proizvodnje mlijeka po kravi postalo je očito da krave trebaju dodatne hranjive tvari koje su se dodavale kao koncentrati različitim metodama (Coppock i sur., 1981.) Početkom 1950-ih godina, u SAD-u se koncentrirana hrana počinje umješavati u silažu i obavljaju se prva istraživanja o hranidbi kompletnim obrocima koji su nazvani "total mixed rations" (TMR) - ukupni mješoviti obroci, ali ta su istraživanja često objavljivana samo kao sažeci na godišnjim sastancima Američkog udruženja mliječnih znanosti i u njihovim dodatnim publikacijama. Prvi cjeloviti članak o TMR-u objavljen je 1966. godine u časopisu Journal of Dairy Science. Istraživanja su pokazala prednost hranjenja TMR-om za razliku od hranjenja krmnim smjesama dopunjenih koncentratima, jer se njime omogućuje da svaki zalogaj hrane osigura nutritivno uravnoteženu prehranu za sve krave. Takav način hranjenja muznih krava se ubrzo proširio po SAD-u, a kasnije i po cijelom svijetu i danas se većina muznih krava, pogotovo kod većih stada, hrani TMR obrocima (Schingoethe, 2017). Prednosti hranjenja TMR obrocima u odnosu na hranjenje zasebnim komponentama su i minimiziranje sortiranja i odvajanja sastojaka hrane od strane životinja što osigurava da svaki zalogaj ima ujednačenu nutritivno uravnoteženu hranu i mogućnost uključivanja u hranu i neukusnih komponenata (Ferland i sur., 2018.).

U početku su se ukupni mješoviti obroci pripremali u stacionarnim postrojenjima za miješanje, ali se ubrzo pokazala potreba za specijalnim strojevima za miješanje kompletnih obroka i 1960-tih su se na tržištu pojavili takvi strojevi u obliku mikser prikolica koje su do danas ostale dominantna oprema za pripremu i distribuciju TMR obroka na stočnim farmama (Vegricht i sur., 2007). Svrha uvođenja mikser prikolica bila je smanjiti vrijeme za pripremu obroka, osigurati točno vaganje i miješanje TMR obroka i omogućiti brzu distribuciju hrane životinjama i ti strojevi su zadovoljili tu svrhu. Prve mikser prikolice su imale ugrađene

horizontalne pužnice i one su prevladavale do kraja osamdesetih godina prošlog stoljeća kada se na tržištu pojavljuju mikser prikolice s vertikalnim pužnicama koje danas prevladavaju u pripremi i raspodjeli TMR obroka (Ugatti i Ferlito, 2019). Primjena mikser prikolica s vertikalnim pužnicama se brzo proširila tijekom novijeg razdoblja zbog učinkovitijeg miješanja hrane i zbog njihovih nižih zahtjeva za potrošnjom energije (Vegricht J. i sur., 2007).

Mikser prikolice se koriste za pripremu, transport i isporuku kompletnog obroka za muzne krave čime se olakšava organizacija posla i omogućuje skraćivanje vremena hranjenja stoke. Ti strojevi su opremljeni različitim pužnicama i noževima za rezanje koji se mogu montirati u spremnike u horizontanom ili vertikalnom položaju. Različita konstrukcija tih radnih elemenata može utjecati na učinkovitost rezanja i miješanje hranjivih sastojaka. Sustavi vertikalnog miješanja opremljeni su pužnicama različitih oblika koje karakterizira svestranost, jednostavna konstrukcija bez obzira na kapacitet spremnika i nepretjerana fragmentacija i uništavanje strukture krme. Na rubovima spirale pužnice mogu se montirati noževi za rezanje koji omogućuju dodavanje komponenata koje je potrebno rezati kao što je sijeno. S druge strane, sustavi miješanja s horizontalnim pužnicama agresivno djeluju s miješanim komponentama i na taj način osiguravaju visoku učinkovitost miješanja i dobivanje homogene strukture hrane (Kowalik i sur., 2018).

Mikser prikolice su se pokazale uspješne u pripremi TMR-a za muzne krave, a prvenstveno se koriste u sustavima intenzivnog uzgoja muznih krava. Prema rezultatima istraživanja iz 2011. godine provedenih na 250 čeških farmi, za ishranu muznih krava u 87 % staja su se koristile različite vrste mikser prikolica ili miješalica s podnim transporterom (Šistkova i sur., 2015). Među najvažnijim parametrima koji pokazuju učinkovitosti rada mikser prikolica pripadaju izlazni kapacitet stroja i potrošnja goriva. Stručna literatura nudi mnogo općih informacija o radnim karakteristikama različitih vrsta mikser prikolica, ali nedostaju specifični podaci utvrđeni objektivnim mjerenjima u usporedivim terenskim uvjetima. U ispitnom centru njemačkog poljoprivrednog udruženja (Deutsche Landwirtschafts Gesellschaft - DLG) testirano je nekoliko izvedbi mikser prikolica, a u tim ispitivanjima procijenjeno je nekoliko parametara (izlazni kapacitet, zahtjevi snage, ujednačenost distribucije hrane i sl.). Kapacitet ekstrakcije i utovara hrane za životinje varirali su ovisno o vrstama hrane u prilično širokim granicama (16.8-133.8 t/h). Slično, i potrebna maksimalna snaga za pogon je varirala u širokom rasponu (38-74 kW). Nedostaju, međutim objektivne ocjene homogenosti sastava TMR-a i potrošnje goriva, a ti su parametri sami po sebi odlučujući za mnoge poljoprivrednike pri izboru mikser prikolica (Vegricht i sur., 2007).

Daljnji napredak u pripremi TMR obroka predstavljali su samokretni strojevi za izuzimanje, miješanje i raspodjelu koji su se pojavili već početkom 1980-tih godina, ali su ušli u širu upotrebu tek početkom XXI stoljeća i to uglavnom na velikim farmama muznih krava, jer njihova nabava za manje farme nije isplativa zbog visoke cijene. Bez obzira koji strojevi se koriste za pripremu TMR obroka bitan su čimbenik u određivanju kvalitete dobivenog obroka. Izuzimanje silaže iz silosa, utovar i dodavanje ostalih komponenti TMR obroka u spremnik mikser prikolice može se vršiti opremom koja je sastavni dio mikser prikolice,

različitim traktorskim priključcima ili samokretnim utovarivačem, dok se spremnik samokretnih strojeva za izuzimanje, miješanje i raspodjelu silaže puni posebnim mehanizmom koji je sastavni dio tog stroja (Moallem and Lifshitz, 2020).

Kroz TMR obrok muzne krave primaju predodređeni omjer osnovne hrane u obliku silaže i dodatne hrane u obliku koncentrata, uključujući makro i mikro elemente i vitamine, kako bi takva ishrana zadovoljila sve fiziološke potrebe krava. U praksi postoje zapravo tri sastava TMR obroka. Prvi je teoretski sastav obroka koji određuju nutricionisti koji sastavljaju obrok za određene kategorije životinja. Drugi sastav je onaj koji izlazi iz mikser prikolice, a ovisi o točnosti utovara i miješanja pojedinih komponenti, dok je treći sastav TMR-a onaj koju krave zapravo primaju. Mnogo je čimbenika koji utječu na razliku između teoretskog i stvarno primljenog obroka. Na sastav primljenog obroka ne utječu samo točnost utovara, već i vrsta prikolice za miješalicu, redoslijed utovara pojedinih komponenti TMR-a i vrijeme miješanja (Šistkova i sur., 2015).

Primjena TMR obroka u ishrani muznih krava formulirana je tako da se dobije homogen sastav obroka i uravnotežen omjer za sve komponente. Ova vrsta prehrane predviđa izvođenje određenih opercija pomoću odgovarajućih strojeva s uređajima za miješanje komponenata. Današnji moderni strojevi za izuzimanje, miješanje i raspodjelu TMR obroka su proizašli iz evolucije prvih mikser prikolica od kojih se znatno razlikuju po opremljenosti (Costa i sur., 2019). Imaju ugrađeno računalo koje koristi softver za upravljanje koji omogućuju bolju kontrolu ravnoteže hranjivih tvari, a zahvaljujući sustavu ponderiranja, komponente se mogu relativno točno dozirati. Različite vrste memorijskih uređaja omogućile su pohranu bilo do 100 recepata i 24 komponente, a trenutno čak i više (Vegricht i sur,. 2012.). Softver omogućuje sastavljanje pojedinačnih recepata obroka na računalu, kontrolu vremena punjenja i istovara te kontrolu odstupanja između stvarno napunjene količine i programirane količine komponenti.

Može se zaključiti da je dobro funkcioniranje mikser prikolica ili samokretnih strojeva za izuzimanje, miješanje i raspodjelu hrane jedan od osnovnih uvjeta za pravilno pripremanje TMR obroka. Pri tome treba voditi računa o redovitom održavanju tih strojeva zbog potrošnih radnih elemenata i miješanja komponenata hrane s različitim sadržajem suhe tvari. Preporuke za primjenu TMR obroka ukazuju da trebaju sadržavati od 40 do 50% suhe tvari s prihvatljivim malim odstupanjima, ali ne više od 55%. Kad sadrže manje od 40% suhe tvari, krave nerado uzimaju obrok zbog zgrudnjavanja, a ako sadrže više od 50% suhe tvari životinje razvrstavaju hranu i ne dobe predviđeni sastav obroka (Kowalik i sur., 2018). Uz to su homogenost i pravilna distribucija čestica sirovine od primarne važnosti u prehrani muznih krava, ali ovi elementi su često podređeni učinkovitosti mješanja koja se ograničiti razinom utovara te vremenom rezanja i miješanja uz druge čimbenike (Costa i sur., 2019).

Prednost proizvodnje silaže je što puno manje ovisi o vremenskim prilikama od proizvodnje sijena. Međutim, učinkovita proizvodnja precizno usitnjene silaže zahtijeva mnogo veća financijska ulaganja u opremu, u odnosu na troškove povezane s proizvodnjom sijena ili ispašom. Bez obzira na iznos uloženog kapitala, sama kupnja i upotreba skupe

opreme za proizvodnju silaže neće poboljšati kvalitetu stočne hrane ako je krma koja se bere loše kvalitete. Kvalitetna prehrana goveda ne utječe samo na intenzitet proizvodnje, već i na kvalitetu mesa i mlijeka. To je odlučujući vanjski faktor proizvodnje sigurnih, visokokvalitetnih bioloških proizvoda namijenjenih izravnoj prehrani ljudi ili korištenih za proizvodnju hrane (Šistkova i sur., 2015).

3. KLASIČNI STROJEVI ZA IZUZIMANJE, MIJEŠANJE I RASPODJELU SILAŽE

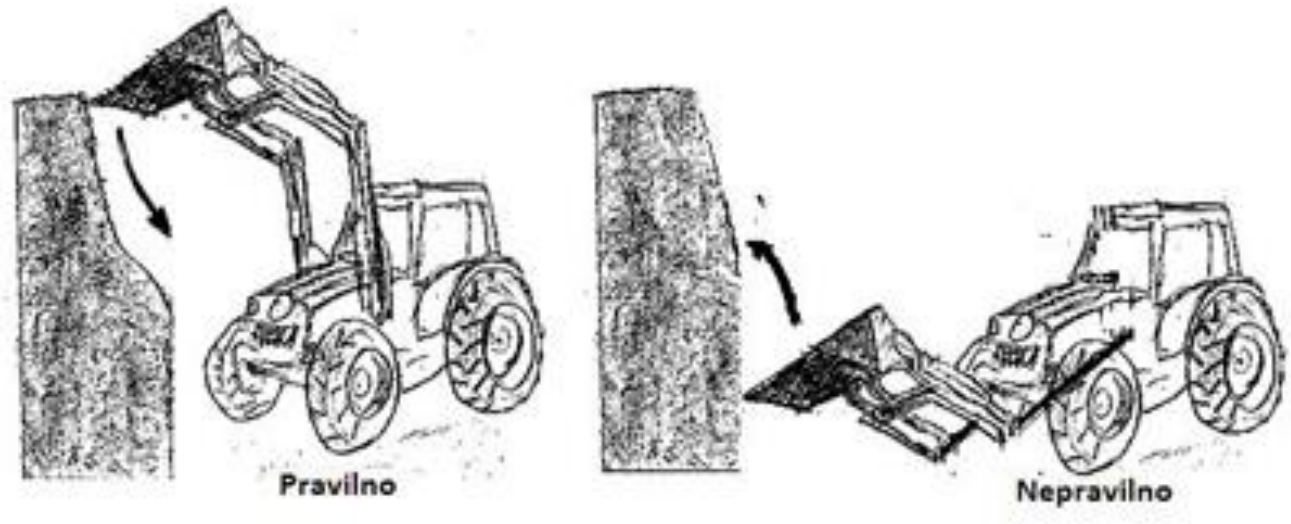
3.1. Najznačajniji klasični strojevi za izuzimanje, miješanje i raspodjelu silaže

Postoje različite vrste strojeva za izuzimanje silaže iz silosa, neki od njih su priključni uređaji pogonjeni pomoću traktora ili samokretni strojevi poput različitih vrsta utovarivača. U početku su se najčešće koristili priključci za trozglobnu poteznicu traktora te se s njima vršilo izuzimanje i prijenos silaže. Na slici broj 3.1. je prikazan izuzimač silaže koji se može koristiti na prednjoj ili stražnjoj trozglobnoj poteznici. Dubine izuzimanja silaže ovise o vrsti i veličini izuzimača, a najčešće su od 70-90 cm.



Slika 3.1. Traktorski priključni stroj za izuzimanje silaže
(Izvor: https://www.agroklub.com)

Prilikom izuzimanja silaže posebno treba se obratiti pozornost da se izbjegne naknadno kvarenje preostale silaže u silosu. Najveća mogućnost kvarenja silaže je pri visokom temperaturama tokom toplijeg dijela godine. Nepravilnim izuzimanjem silaže u silažnu masu ulazi zrak koji potiče neželjeni razvoj plijesni, a time i proizvodnju mikotoksina. Silažu je najbolje izuzimati odozgo prema dolje kako bi se minimalizirala mogućnost kvarenja ostatka silaže. Rezovi prilikom izuzimanja trebaju biti što oštriji, bez nadizanja masa, kako bi se spriječio ulazak zraka. Pokvarenu silažu ne treba koristiti za ishranu stoke već ju je potrebno što prije udaljiti iz skladištenja kako se ne bi proširilo na ostatak silaže.



Slika 3.2. Prikaz pravilnog i nepravilnog izuzimanja silaže
(Izvor: https://www.savjetodavna.hr)

U novije vrijeme se dosta koriste kliješta za izuzimanje silaže na prednjem traktorskom utovarivaču. Izuzimanje je efikasnije i brže od priključka na trozglobnoj poteznici. Radni zahvat kliješta ovisi o jačini traktora, a mogu biti različitih izvedbi. Postoje kliješta s punom donjom stranicom ili s rešetkastim dnom te s mogućnošću izrade ravnog ili nazubljenog noža za odsijecanje silaže. Cijenovno su pristupačni i lako dostupni na tržištu.



Slika 3.3. Kliješta za izuzimanje silaže
(Izvor: https://www.njuskalo.hr)

Najveću efikasnost u izuzimanju silaže od klasičnih strojeva imaju samokretni utovarivači, teleskopski ili zglobni. Pogonjeni su vlastitim motorom te su jako brzi u radu. Zglobni utovarivači imaju prednost radi manevarskog prostora te mogu prolaziti kroz manje objekte i raznositi silažu. Ovakvi strojevi imaju hidrauliču ruku na kojoj su prikopčana kliješta za izuzimanje silaže dok su teleskopski utovarivači većinom namjenjeni za veće objekte. Imaju pogon na sva četiri kotača te su primjenjivi na različitim terenima i uvjetima za rad. Cjenovno su dosta skuplji od samih priključaka koji su navedeni u gornjem dijelu teksta, ali su na dugoročno vrijeme dosta isplativiji te efikasniji.



Slika 3.4. Teleskopski utovarivač s priključkom za izuzimanje silaže
(Izvor: https://www.manitou.com)

Za miješanje i raspodjelu silaže se koriste mikser prikolice pogonjene preko priključnog vratila traktora. Mikser prikolice su namjenjene za pripremu, transport i doziranje stočne hrane direktno u hranidbene stanice. Zapremina sanduka mikser prikolica se proteže od 5 m^3 do 45 m^3, a prema izvedbi uređaja za vožnju su podjeljene na jednoosovinske, dvoosovinske te troosovinske. Veličina mikser prikolice mora biti prilagođena traktoru koji ju pokreće.

Jedan od prvih proizvođača mikser prikolica bila je tvrtka “KEENAN” sa sjedištem u Irskoj čija mikser prikolica ima otvor samo s jedne strane, zapremine je 6 m^3, a uređaj za vožnju je jednoosovinske izvedbe. Prema uputama proizvođača, za rad s ovom prikolicom potreban je traktor snage 70-80 kW. Karakteristično za ovu mikser prikolicu je da ima vodoravno postavljene pužnice za miješanje te jednu pužnicu koja se nalazi na dnu prikolice i služi za pražnjenje.



Slika 3.5. Mikser prikolica KEENAN
(Izvor: htpps://www.amazon.co.uk)

Današnje mikser prikolice su izrađene od visoko kvalitetnog nehrđajućeg čelika, te ovisno od opreme i zapremine imaju ugrađene bočne otvore s obadvije strane te bežičnu vagu za lakše rukovanje i raspodjelu hrane s digitalnim prikazom u kabini traktora. Otvori prikolice se otvaraju i zatvaraju hidrauličnim sistemom komandama iz kabine traktora. Unutar prikolice se nalazi jedna ili više pužnica za miješanje silaže.

Na svjetskom tržištu se nudi dosta mikser prikolica različitih proizvođača. Jedan od njih je JF-STOLL koji je dosta zastupljen i u Republici Hrvatskoj. Neke prednosti ovih prikolica su: upotreba visoko kvalitetnog čelika za sve dijelove prikolice, putežnica s impulsnim miješanjem koja omogućava konstanto kruženje hrane unutar prikolice, bežična vaga, bolja i lakša preglednost iz traktora, te modularni pristup koji omogućava prilagodbu svim korisnicima (vrata lijevo - desno, povišene stranice).



Slika 3.6. Mikser prikolica JF-STOLL VM10-1
(Izvor: https://www.agroklub.com)

Mikser prikolica JF-STOLL VM10-1 je izrađena po najnovijoj tehnologiji kako bi se prilagodila svim korisnicima. TMR tehnologija miješanja hrane osigurava dobivanje potpunog izmješanog obroka (idealna mješavina sjenaže, silaže i koncentrata) koji energetski zadovoljava sve preživače. Prikolica je zapremnine 10 m^3 s mogućnošću nadogradnje. Jedan obrok je dovoljan za ishranu 55-65 muznih krava. Mikser prikolica je opremljena digitalnom vagom s glavnim terminalom za praćenje utovara/istovara te bežičnom jedinicom za drugi stroj za praćenje unosa pojedinih komponenata obroka.

Karakteristike ove mikser prikolice su sljedeće:

- brzina okretaja rotora pužnice 33 o/min,
- min. potrebna snaga traktora (kW): 58,
- potpuno pražnjenje stroja pomoću hidrauličnih vrata,
- opcija pražnjenja lijevo i desno,
- visina istovara: 0,78 m,
- rukovanje funkcijama prikolice iz kabine traktora,
- hidraulične kočnice,
- širina 1,90 m,
- podesivo kopčanje na traktor donje/gornje poteznice s fiksnim okom.



Slika 3.7. Prikaz pužnica unutar sanduka mikser prikolice
(Izvor:htpps://www.pagliari.it)

Slika broj 3.7. prikazuje pužnice unutar sanduka mikser prikolice talijanskog proizvođača Pagliari. Broj pužnica ovisi o veličini prikolice te tako isto i broj noževa na pužnici koji može varirati od 7-14 ovisno o izboru korisnika. Pužnice se također izrađuju od nehrđajućeg čelika, a okreću se u kontra smjeru te tako omogućuju kvalitetno miješanje i sječkanje silaže. Noževi na pužnici mogu biti ravni ili nazubljeni te se lako mogu mijenjati.

U ponudi mikser prikolica na tržištu također možemo i pronaći samoutovarne prikolice. Jedna od njih je mikser prikolica "BVL V mix 8" koja ima zapremninu 8 m^3. Posjeduje uređaj za vlastito izuzimanje silaže s postavljenim kamerama i programabilnom vagom. Teret je raspoređen na jednoj osovini te je istovar moguć na lijevu i desnu stranu.



Slika 3.8. Samoutovarna mikser prikolica BVL V mix 8
(Izvor: www.agroklub.com)

Jedan od najpoznatijih proizvođača mikser prikolica je francuska tvrtka KUHN koja na tržištu ima najveću ponudu mikser prikolica od 5 m^3 do 45 m^3 te su razvili najsuvremeniji sustav miješanja silaže "Euromix". Mikser prikolice mogu imati vertikalne ili horizontalne pužnice i različiti broj osovina. Kuhn je razvio model "Euromix" koristeći dugogodišnje iskustvo u dizajnu, razvoju i primjeni mikser prikolica radi ostvarenja sljedećih ciljeva:

- efikasno usitnjavanje cijelih bala i vlakana na optimalnu duljinu,
- osiguravanje savršeno izbalansiranih obroka za zdravije stado,
- brzi postupak miješanja radi očuvanja kvalitete krme,
- prilagođavanje količine svake komponente obroka potrebama životinja.

Kompaktne dimenzije i veliki izbor sustava za hranjene odgovraju svim vrstama proizvodnih jedinica odnosno malih, uskih ili skučenih staja. Geometrija spremnika i veliki otvor na modelima s jednom ili dvije pužnice "Euromix" prikolice osigurava olakšano punjene spremnika te lakše manevriranje u manjim prostorima.



Slika 3.9. Mikser prikolica Kuhn
(Izvor: https://www.kuhn.fr)

Jedna od najvećih mikser prikolica na svjetskom tržištu je SILOKING zapremnine 45 m^3. Razvijena je za potrebe velikih farmi odnosno 1000 muznih krava ili više. Masa prikolice je raspoređena na 3 osovine te tako smanjuje opterećenje tla na poljoprivrednom imanju pri dolasku do objekta, a osim toga pruža i veliku udobnost pri vožnji po cestama. Tri vertikalne pužnice omogućavaju brzo i homogeno miješanje hrane što dodatno štedi vrijeme i utrošak goriva. Mikser prikolica je opremljena bočnim izlazima na lijevu i desnu stranu kako bi mogla vršiti raspodjelu hrane u objektu. Bežična vaga prikazuje težinsko stanje na okviru prikolice kako bi u svakom trenutko bilo vidljivo.



Slika 3.10. Troosovinska mikser prikolica Siloking TrailedLine System 1000+ 4535
(Izvor: https://www.siloking.com)

4. SAMOKRETNI STROJEVI ZA IZUZIMANJE, MIJEŠANJE I RASPODJELU SILAŽE

4.1. Upotreba i značaj samokretnih strojeva za izuzimanje, miješanje i raspodjelu silaže

Samokretni strojevi predstavljaju značajan tehnološki napredak u poljoprivredi jer su izvedeni kao kompaktni strojevi koji mogu obavljati izuzimanje, miješanje te u konačnici i raspodjelu silaže. Ovakvi strojevi su pogonjeni vlastitim motorom, izvedeni su s dvije ili više osovina, te su samoutovarni. Samoutovar se obavlja pomoću prednje glodalice koja se nalazi ispred kabine stroja te je pomična ili rezača silaže na stražnjem dijelu spremnika za silažu. Nakon miješanja silaža se može raspodjeljivati pomoću bočnih izlaza s lijeve i desne strane ili stražnjeg izlaza.

Prednosti koje nude ovi kompaktni strojevi su:

- kvalitetnije izuzimanje hrane,
- veća preciznost u manevriranju sa strojem,
- završetak kompletnog rada u kraćem vremenu,
- smanjenja potrošnja i utrošak goriva,



Slika 4.1. Shematski prikaz samokretnog stroja za izuzimanje, miješanje i raspodjelu silaže (Izvor: https://www.sgariboldi.it)

Slika 4.2. prikazuje samokretni stroj njemačkog proizvođača BVL, model VMix-Drive. Profilirana glodalica s jakim zubima služi za utovar silaže, a može izuzimati i valjkaste i četvrtaste bale kao i ostale vrste silaže. U spremniku se nalazi pužnica za miješanje opremljena s noževima za rezanje silaže. Veličina pužnice treba biti u skladu s veličinom zapremnine spremnika. Noževi na pužnici su lako premjestivi te se mogu prilagođavati ovisno o vrsti hrane koja se miješa. Kako bi se hranjenje moglo nadgledati, unutar kabine operater ima cjelokupni prikaz stroja u radu čime se isključuje mogućnost pogrešnog rada pri uporabi stroja. Troškovi hranjenja iznose više od polovice direktnog troška poljoprivrednog poslovanja, te se stoga preporučuje korištenje ovakvih strojeva na poljoprivrednim gospodarstvima.



Slika 4.2. Samokretni stroj za izuzimanje, miješanje i raspodjelu silaže BVL V-mix Drive (Izvor: https://www.bvl-group.de)

Samokretni strojevi talijanske tvrtke Sitrex imaju inovativni funkcionalni dizajn koji kombinira jednostavnost korištenja i visoke performanse, a prilagođavaju se svim potrebama uzgajivača. U ponudi imaju samokretne strojeve za izuzimanje, miješanje i raspodjelu zapremine 11 m^3 do 20 m^3 s jednom pužnicom za miješanje i zapreminu 17 m^3 do 30 m^3 s dvije pužnice za miješanje hrane. Glavne prednosti strojeva ovog proizvođača su kompaktnost, potpuno hidrostatski pogon, rezač visokih performansi koji omogućuje utovar različitih vrsta materijala, lako dostupna kabina s velikom staklenom površinom i ergonomskim komandama, te jednostavno održavanje stroja.

Strojevi dolaze u izvedbi s pogonskim 4-cilindričnim motorom Volvo ili 6-cilindričnim motorom John Deere snage 129 - 168 kW. Kabina je opremljena panoramskim staklom, grijanim retrovizorima, kamerom za vožnju unatrag te upravljačkom pločom osjetljivom na dodir.



Slika 4.3. Samokretni stroj za izuzimanje, miješanje i raspodjelu silaže Sitrex Premium (Izvor: htpps://www.sitrex.com)

Još jedna od talijanskh firmi, Storti, nakon dugog niza godina proučavanja je izbacila na tržište samokretni stroj za izuzimanje, miješanje i raspodjelu silaže modela Dobermann. Prema njihovim navodima ovaj model nudi najveću udobnost i jednostavnost korištenja stroja. Upravljačka palica s komandama je integrirana u naslon za ruku, a ostale komande su također lako dostupne, a kupac može odabrati sjedalo po želji.



Slika 4.4. Samokretni stroj za izuzimanje, miješanje i raspodjelu silaže Storti Dobermann (Izvor: https://www.storti.com)



Slika 4.5. Unutrašnjost kabine samokretnog stroja Storti Dobermann (Izvor: https://www.storti.com)

Maksimalna visina izuzimanja ovog stroja iznosi 5,70 metara dok je zahvat glodalice 1,80 metara. Glavna karakteristika ovog modela je specifičan proces miješanja. Pogon pužnica u spremniku se odvija mehanički sa suhom spojkom uz odabir dviju brzina vrtnje,

dok postoji i treća brzina koja se koristi za pražnjenje. Ovaj direktan prijenos omogućava uštedu energije jer nema hidrauličnih motora i crpki zbog kojih stroj gubi na učinkovitosti.

Storti Dobermann dolazi u izvedbi s jednom ili dvije pužnice, ovisno o kapacitetu spremnika koji može biti od 13 m^3 do 33 m^3. Brzina kretanja ovih strojeva je lako prilagodljiva zbog opremljenosti sporim reduktorom, a maksimalna transportna brzina iznosi 40 km/h. Pražnjenje spremnika se odvija pomoću transportera koji može vršiti pražnjenje s lijeve i desne strane, a smješten je na stražnjem dijelu stroja. Ovisno o veličini spremnika, tvrtka u ponudi ima modele s 4-cilindričnim i 6-cilindričnim motorom.



Slika 4.6. Shematski prikaz prijenosa Storti Dobermann
(Izvor: https://www.storti.com)

Francuski proizvođač Kuhn na tržište plasira samokretne strojeve za izuzimanje, miješanje i raspodjelu silaže zapremnine od 14 m^3 do 27 $m^{3.}$ pogonjene motorom jačine 165 kW, a zahvat glodalice je 2 metra. Glodalica je smještena ispred kabine stroja te ubacuje silažu u spremnik pomoću utovarnog transportera koji se pogoni pomoću hidrauličnog motora. Miješanje se izvodi s dvije okomite pužnice čija brzina vrtnje se može podesiti u rasponu 0-50 o/min kako bi se prilagodilo željenom usitnjavanju hrane. Stroj je opremljen s transporterom za pražnjenje koji je smješten između kabine i spremnika te omogućava pražnjenje s lijeve i desne strane. Takav smještaj transportera za izbacivanje nudi dobru preglednost rukovatelju stroja. Usporedne karakteristika triju modela samokretnih strojeva za izuzimanje, miješanje i raspodjelu silaže proizvođača Kuhn prikazane su u tablici 4.1.

Tablica 4.1. Usporedba karakteristika različitih modela proizvođača Kuhn

Model	14.2 CS	16.2 CS	18.2 CS
Zapremina (m^3)	14	16	18
Način miješanja	Dvije vertikalne pužnice		
Visina (m)	2,74	2,96	3,21
Širina (m)	2,50	2,50	2,50
Duljina (m)	9,80	9,75	9,60
Snaga motora (kW)	165		
Snaga prilikom izuzimanja (kW)	118		
Brzina miješanja (min^{-1})	od 0 do 50		
Prednji i zadnji pneumatici	445/45R19.5		

(Izvor: https://www.kuhn.fr)



Slika 4.7. Samokretni stroj za izuzimanje, miješanje i raspodjelu silaže Kuhn SPW 22 pri izuzimanju silaže
(Izvor: www.kuhn.fr)

U kabini stroja je smješten "CCI terminal" koji zaslonom u boji osjetljivim na dodir centralizira cijeli niz informacija o radu stroja i vaganju hrane. Prilikom pogleda na zaslon, rukovatelj ima prikaz svih informacija o trenutnom stanju stroja koje su potrebne za rad. Ovaj sustav također može upravljati podatcima bitnim za održavanje stroja te servisnim intervalima.



Slika 4.8. Zaslon samokretnog stroja za izuzimanje, miješanje i raspodjelu silaže Kuhn (Izvor: https://www.kuhn.fr)

Nizozemska tvrtka Trioliet ima u ponudi nudi već duže vrijeme samokretne strojeve za izuzimanje, miješanje i raspodjelu silaže. Novi model ovog proizvođača "Triotrac" dolazi u izradi s teleskopskom glodalicom koja omogućava izuzimanje silaže do 6 metara visine, a zahvat glodalice iznosi 1,85 metara. Zbog teleskopske glodalice i bolje preglednosti vozača, kabina je podesiva po visini, za razliku od drugih proizvođača kod kojih je fiksna. Unutar kabine ima prikaz kamere za vožnju unatrag. Triotrac-ov sustav za izuzimanje može se koristiti za izuzimanje skladištene silaže kao i za valjkaste ili četvrtaste bale. Spremnik za miješanje ovog proizvođača je zapremine 10 m^3 do 24 m^3 te se u njemu nalaze dvije vertikalne pužnice pogonjene hidrauličim motorom i promjenjive brzine. Pražnjenje je moguće obaviti na prednjem ili stražnjem dijelu spremnika na bočnoj strani.



Slika 4.9. Samokretni stroj za izuzimanje, miješanje i raspodjelu silaže Trioliet Triotrac (Izvor: https://www.trioliet.com)

Usporedne karakteristika triju modela samokretnih strojeva za izuzimanje, miješanje i raspodjelu silaže proizvođača Trioliet prikazane su u tablici 4.2.

Tablica 4.2. Usporedba karakteristika različitih modela "Triorac" proizvođača "Trioliet"

Modeli Triotrac	1700	2000	2400
Kapacitet (m^3)	17	20	24
Ukupna duljina (m)	9,70	10,20	10,25
Ukupna visina (m)	2,92	2,95	3,30
Ukupna širina (m)	2,44		
Visina rezanja (m)	6,00		
Širina rezanja (m)	1,85		
Dubina rezanja (m)	0,35		
Snaga motora (kW)	120		
Kapacitet rezervoara (l)	275		
Brzina u načinu rada (km/h)	0-20		
Transportna brzina (km/h)	0-40		

(Izvor: https://www.trioliet.com)

Zanimljiv primjerak samokretnog stroja dolazi također iz nizozemske tvrtke „Trioliet". Model „Smartrac" izgledom podsjeća na klasičnu izvedbu traktora, a ustvari je kompaktni stroj za izuzimanje, miješanje i raspodjelu silaže. Ovaj stroj, za razliku od drugih, ima punjenje sa stražnje strane, dok sve ostale izvedbe imaju punjenje s prednje strane.

Teleskopski sustav za rezanje izrezuje hranu te je transportira u komoru za miješanje. „Smartrac" je u mogućnosti ubaciti u komoru bilo koju vrstu hrane, žitarice, valjkaste ili četvrtaste bale ili skladištenu silažu. Opremljen je s vertikalnom pužnicom za miješanje s noževima postavljenim po obodu pužnice. Noževi se samooštre, a poseban oblik rezultira većom čvrstoćom i poboljšanim vijekom trajanja. Pražnjenje se odvija pomoću poprečne transportne trake koja ispušta hranu lijevo ili desno. Opremljen je mehaničkim mjenjačem u kombinaciji s elektro-hidrauličnim hodom unatrag te postoje 24 stupnja prijenosa naprijed i 12 stupnjeva prijenosa unatrag. Maksimalna transportna brzina iznosi 25 km/h, a stroj je opremljen s hidrauličnim kočnicama na svakom kotaču.

Neke prednosti ovog modela su:

- mala potrošnja goriva,
- kapacitet spremnika 10 m^3 i 12 m^3,
- pogodan za niske staje, maksimalna visina 2,70 metara,

- veća nosivost zbog teleskopskog načina utovara,
- kompaktan i lako upravljiv.



Slika 4.10. Trioliet Smartrac prilikom izuzimanja silaže i punjenja spremnika
(Izvor: https://www.trioliet.com)

Talijanski proizvođač Sgariboldi je plasirao na tržište samokretni stroj za izuzimanje, miješanje i raspodjelu silaže Grizzly, model 6100. Samokretni strojevi ovog modela su dostupni s kapacitetom spremnika od 10 m^3 do 18 m^3, a postoje opcije s jednom ili dvije pužnice za miješanje. Stroj pokreće 4-cilindrični motor postavljen u središnjem položaju radi vidljivosti, snage 129 kW. Ovakav tip stroja je pogodan za mala i srednja gospodarstva te idealne dimenzije dopuštaju lagodnu upravljivost i u uskim područjima. Opremljeni su najsuvremenijom tehnologijom koja je smještena u kabini radi dostupnosti rukovatelju stroja.

Model Sgariboldi Grizzly 8100 ima zapreminu spremnika od 18 m^3 do 30 m^3 te se pokreće pomoću 6-cilindričnog motora snage 210 kW. Karakterstika ovog modela je da ima automatsku transmisiju koja razvija brzinu kretanja do 40 km/h.



Slika 4.11. Samokretni stroj za izuzimanje, miješanje i raspodjelu silaže Sgariboldi Grizzly za vrijeme izuzimanja hrane
(Izvor: https://www.sgariboldi.it)

Jedan od najvećih svjetskih proizvođača samokretnih strojeva za izuzimanje, miješanje i raspodjelu silaže je tvrtka Siloking koja potječe iz Njemačke sa sjedištem u Bavarskoj pokrajini. Navedena tvrtka u ponudi ima jedan od najvećih takvih strojeva zapremine spremnika 32 m^3. Oslonjen je na tri osovine od kojih su prednja i stražnja aktivne. Stroj je većih dimenzija od ostalih konkurenata te je namjenjen za veća gospodarstva i velike farme, odnosno za hranidbu 1000 i više mliječnih krava. Izuzimanje se vrši pomoću glodalice visokoh performansi na makismalnoj visini od 5,5 metara. Široki transportni kanal osigurava transport hrane izravno u spremnik za miješanje. Miješanje se provodi s 3 pužnice koje su postavljene okomito. Pražnjenje se može vršiti s obje bočne strane te s prednje ili stražnje strane spremnika. Učinkovita tehnologija pražnjenja nudi ispuštanje hrane u staju u roku od 90 sekundi čime se štedi vrijeme. Maksimalna transportna brzina ovog stroja iznosi 40 km/h. Pogonjen je 6-cilindričnim Volvo motorom snage 210 kW. Izbor ovog stroja nudi veliku uštedu na vremenu radi svojih performansi rada, ali i smanjenje troškova održavanja stroja jer je proizvođač povećao standardni interval održavanja s 500 radnih sati na 1000.



Slika 4.12. Samokretni stroj za izuzimanje, miješanje i raspodjelu silaže Siloking SelfLine System 1000+ 3225
(Izvor: https://www.siloking.com)

U ispitnom centru njemačkog poljoprivrednog udruženja (Deutsche Landwirtschafts Gesellschaft - DLG) provedeno je ispitivanje dvaju modela samokretnih strojeva proizvođača Siloking: Compact 1612-13 i Premium 2215-19, a rezultati ispitivanja su prikazani u tablicama 4.3, 4.4. i 4.5.

Tablica 4.3. Učinak izuzimanja silaže samokretnih strojeva Siloking

	Compact 1612-13	Premium 2215-19
Učinak rezača silaže	max. 962 kg/min	max. 947 kg/min
Silaža trave	max. 1,269 kg/min	max. 1,324 kg/min
Silaža kukuruza	max. 3,255 kg/min	max. 3,521 kg/min
Širina izvlačenja	2,00 m	2,00 m
Najveća visina izvlačenja	3.26 m	4,15 m
Najveća dubina vađenja	0,10 m	0,10 m
Gubitci pražnjenja	niski	niski

(Izvor: DLG-Test Report 6418 i DLG-Test Report 6395)

Tablica 4.4. Učinak rezača silaže samokretnog stroja Siloking Premium 2215-19

	Struktura hrane						Gubitci
	U izuzimaču silaže			Nakon rezanja silaže			-
Veličina čestica	>19mm	>8mm	<8mm	<19mm	<8mm	>8mm	-
Silaža trave	78	14	7	73	17	10	5%
Utovar silaže	93	3	3	87	6	6	6%

(Izvor: DLG-Test Report 6418)

Tablica 4.5. Učinak rezača silaže model Compact 1612-13

	Struktura hrane						Gubitci
	U izuzimaču silaže			Nakon rezanja silaže			-
Veličina čestica	>19mm	>8mm	<8mm	<19mm	<8mm	>8mm	-
Silaža trave	74	15	10	67	18	14	7%
Utovar silaže	89	7	13	84	9	6	5%

(Izvor: DLG-Test Report 6395)

Tvrtka SEKO, sa sjedištem u Italiji, ima široku ponudu i asortiman raznih strojeva za poljoprivrednike koje izbacuju na tržište od 1985. godine. Kad su u pitanju samokretni strojevi za izuzimanje, miješanje i raspodjelu silaže, model TIGER VM konkurira na tržištu ostalim proizvođačima visokim učinkom izuzimanja i miješanja hrane.

Samokretni stroj TIGER VM je moderno dizajniran za rad na farmama više sati dnevno. Položaj svih glavnih komponenti je postavljen tako da se osigura najveća produktivnost i visoka razina udobnosti za rukovatelja. Dolazi u 6 izvedbi sa zapreminom spremnika od 12 m^3 do 30 m^3. Glodalica je smještena ispred kabine stroja kako bi rukovatelj imao bolju preglednost prilikom izuzimanja silaže. Zahvat glodalice iznosi 1,8 metara, a maksimalna visina izuzimanja 4,8 metara. Za miješanje su zadužene dvije vertikalno postavljene pužnice koja dolaze u većim oblicima s povećanjem zapremine spremnika. Pražnjenje se može vršiti iza kabine stroja ili na stražnjem dijelu spremnika.

Svi modeli ovog proizvođača su opremljeni snažnim i ekološko prihvatljivim motorima proizvođača “Perkins” snage 129 kW. Karakteristično za ove modele je da imaju ugrađen prigušivač buke kako bi rad bio ugodniji kako za muzne krave tako i za rukovatelja. Dolaze u izvedbi s automatskim podmazivanjem svih ležajeva na stroju pomoću uljne crpke kapaciteta 5 litara. Spremnik goriva od 220 litara omogućava dugotrajan rad.



Slika 4.13. Samokretni stroj TIGER VM proizvođača SEKO
(Izvor: https://www.sekoindustries.com)

Tablica 4.6. Usporedba karakteristika različitih modela VM SELF proizvođača SEKO

Model	VM SELF 140	VM SELF 160	VM SELF 200	VM SELF 240
Kapacitet (m^3)	14	16	20	24
Duljina (m)	7,76	7,95	8,51	8,73
Širina (m)	2,36	2,36	2,42	2,48
Visina (m)	2,78	2,82	2,80	3,00
Masa praznog stroja (kg)	10800	11100	12400	13300
Način izuzimanja	prednja glodalica zahvata 1,80 metara			
Snaga motora (kW)	129			
Brzina kretanja (km/h)	0-25			

(Izvor: https://www.sekoindustries.com)

Proizvođač poljoprivrednih strojeva Faresin aktivno djeluje od 1973. godine u Italiji sa sjedištem u pokrajini Vicenza. Tvrtku je osnovao današnji predsjenik tvrtke Sante Faresin te danas posluje s podružnicama u još par europskih zemalja. Samokretni stroj za izuzimanje, miješanje i raspodjelu silaže ove tvrtke je Leader Ecomode.



Slika 4.14. Samokretni stroj LEADER Ecomode proizvođača Faresin
(Izvor:https://www.truck1.eu)

Donja strana glodalice osigurava izvrsno čišćenje površina na kojima se odvijaju izuzimanje silaže, sprječavajući razbacivanje u okolinu. Standardno je ugrađen hidraulički kontrolirani zaštitni poklopac. Postoje dvije vrste noževa na glodalici koji se mogu postaviti u dva različita položaja kako bi izuzimanje bilo više ili manje učinkovito. Zahvat glodalice je 2,00 metara, dok je maksimalna visina izuzimanja 5,90 metara.



Slika 4.15. Prikaz noževa na glodalici samokretnog stroja proizvođača Faresin
(Izvor: htpps://www.faresinindustries.com)

Miješanje u spremniku se postiže s dvije okomite pužnice na kojima su postavljeni noževi za usitnjavanje hrane. Samokretni strojevi LEADER ECOMODE su u mogućnosti prilagoditi brzinu u različitim fazama utovara u odnosu na fazu miješanja, tako da je na kraju punjenja gotovi obrok spreman za distribuciju.

Za izradu dijelova takvih strojeva koristi se certificirani čelik visoke kvalitete. Debljina čelika koji se koristi za okvir spremnika iznosi 15 ili 20 mm, debljina dna spremnika je 25 mm, a pužnica do 20 mm. Različiti dostupni položaji istovara omogućuju distribuciju obroka u najrazličitijim vrstama staja. Na zahtjev je dostupan hidraulični klizni transporter do 400 mm. Da bi se zajamčilo dobro miješanje i pravilan odnos komponenata potrebno je točno vaganje što jamče 4 mjerne stanice koje osiguravaju točnost u svim vremenskim uvjetima. Uz Leader Ecomode moguće je maksimizirati performanse stroja uz ograničenje potrošnje goriva (do 20% manja od Leader standarda). S verzijama Ecomode rukovatelj ne mora brinuti o odabiru ispravnog broja okretaja motora, jer električni sustav stroja obavlja svih 10 funkcija, osiguravajući tako uvijek snagu potrebnu za rad.

Verzija Leader Ecomode uključuje automatsko upravljanje hidrostatskim prijenosom u tri načina rada: do 8 km/h s većom osjetljivošću u kretanju tijekom izuzimanja, do 20 km/h tijekom miješanja i kretanja na farmi i do 40 km/h za tijekom cestovne vožnje. U verziji Leader Standard, hidrostatski pogon ima dva načina upravljanja: do 8 km/h za utovar i do 30 km/h za cestovnu vožnju.

Još jedan samokretni stroj vrijedan za spomenuti je svakako Megamix 21 W kojeg proizvodi tvrtka RHM sa sjedištem u Izraelu. Kod tog stroja se neposredno ispred spremnika za miješanje nalazi poprečni transporter koji raspodjeljuje hranu s obje strane stroja. Vrata se podižu hidraulički kako bi izmiješana hrana mogla izlaziti na transporter i na bilo koju stranu stroja. Stroj je opremljen magnetima koji se postavljaju tako da uhvate bilo koji metalni predmet. Kabina ima dovoljno prostora za rukovatelja i dobar pogled na radne postupke.

Glavna upravljačka palica, smještena s desne strane sjedala, namijenjena je radu glodalice, ali postoji i veliki zaslon za prikaz masa pojedinih komponenti obroka, plus zaslon spojen na stražnju kameru. Kako je motor postavljen straga, razina buke u kabini je niska. Opremljen je motorom njemačkog proizvođača Deutz snage 153 kW, a zapremina spremnika ovog modela iznosi 21 m^3.



Slika 4.16. Samokretni stroj RMH Megamix 21 W
(Izvor: https://www.rmhservice.com)

Kanadska tvrtka Supreme proizvodi samokretne strojeve izrađene po mjeri sa zapreminama spremnika u rasponu od 10 m^3 do 30 m^3. Model SPSL30T nudi kvalitetno miješanje izuzimajući hranu izravno iz silosa ili u obliku valjkastih ili četvrtastih bala. Stroj za miješanje SPSL30T se može programirati da unosi samo ono što je potrebno, automatski smanjujući opterećenje, brzinu i zaustavljanje stroja kada se postigne željena količina. SPSL30T izrađen je s istim kvalitetnim komponentama i dizajnom koji se mogu naći u drugim Supreme modelima.

Značajke ovog samokretnog stroja su:

- 3 raspona kretanja prema naprijed: 0-4 km/h • radni 0-20 km/h • cestovni 0-40 km/h,
- podesivi broj okretaja pužnice od 0-45 o/min,
- glodalica s 3 brzine izuzimanja,
- FPT motor snage 181 kW,
- hidrostatski prijenos,
- automatski diferencijal,
- upravljanje na sva 4 kotača,
- dijagnostički sustav,
- elektronički sustav vaganja s 4 točke,
- prednji i stražnji podesivi hidro-pneumatski ovjes,

- grijana ogledala,
- sustav automatskog podmazivanja,



Slika 4.17. Samokretni stroj SPSL30T proizvođača Supreme
(Izvor: https://postequip.com)

Talijanski proizvođač „Pagliari“ u ponudi ima samokretne strojeve s dvije i tri osovine, kapaciteta spremnika od 10 m^3 do 30 m^3. Karakteristično za ovaj stroj je da ima u ponudi glodalicu zahvata 2,20 metara, što je u odnosu na ostale proizvođače najveći zahvat. Na strojevima manjih kapaciteta glodalica je zahvata 1,80 ili 2,00 metara. Spremnik za miješanje hrane je izgrađen od nehrđajućeg čelika, kao i glodalica, što omogućava duži vijek trajanja. Pogon na sve kotače i zračni ovjes podvozja omogućava pristup teže savladivim terenima u raznim vremenskim uvjetima. Miješanje se provodi s dvije okomite pužnice na kojima su postavljeni noževi koji su lako zamjenjivi. Pražnjenje se vrši s bočnih strana te je smješteno odmah iza kabine stroja. Kabina je klimatizirana te opremljena zračnim sjedalom.

Tablica 4.7. Usporedba karakteristika različitih modela talijanskog proizvođača PAGLIARI

Model	THV218SE	THV220SE	THV222SE	THV224SE	THV230SE
Kapacitet (m^3)	18	20	22	24	30
Broj osovina (n^0)	2	2	2	2	3
Duljina (m)	8,50	8,70	8,90	9,20	10,60
Širina (m)	2,40	2,55	2,55	2,55	2,85
Visina (m)	2,80	2,90	3,10	3,80	3,30
Snaga motora (kW)	125	147	154	184	202
Širina glodalice (m)	1,80	1,80	2,00	2,00	2,20

(Izvor: https://www.pagliari.it)



Slika 4.18. Samokretni stroj Pagliari THV 2.24
(Izvor https://www.pagliari.it)

Prva talijanska tvrtka koja je osmislila miješalicu s vlastitim pogonom početkom 1980-tih je „Bravo SRL“. Danas ova tvrtka ima zanimljivu ponudu samokretnih strojeva za izuzimanje, miješanje i raspodjelu silaže. Model „Rotomix“ je jedini u ponudi na svjetskom tržištu sa zatvorenim bunkerom za miješanje hrane.

Izuzimanje se vrši glodalicom koja se nalazi ispred stroja te silažu ubacuje u zatvoreni rotirajući bunker u kojem se nalazi vodoravno postavljen spiralni nož u suprotnom smjeru vrtnje od bunkera. Vrtnjom bunkera se vrši miješanje hrane te se uz pomoć senzora postavljenih u podnožju bunkera prikazuje količina hrane koja se nalazi u bunkeru. Pražnjenje je jedino moguće sa stražnje strane stroja. Najmanji model „Rotomix“ u ponudi je zapremine spremnika13 m^3. Unutarnji dio bunkera je magnetičan te može hvatati metalne elemente iz hrane koji mogu biti smrtonosni za životinje. Ovakav sustav miješanje hrane omogućava miješanje s manjim utroškom energije. Ovaj proizvođač ujedno nudi trenutno na svjetskom

tržištu najveći samokretni stroj zapremine spremnika 40 m^3 koji se preporuča za velike proizvođače mlijeka te zahtijeva veći prostor zbog manevriranja strojem.



Slika 4.19. Samokretni stroj Bravo Rotomix RTX 7.500
(Izvor: https:www.bravosrl.it)

Njemački proizvođač „Strautmann“ na tržište dolazi s ponudom samokretnih strojeva koje odlikuju visoka kvaliteta izrade i napredna tehnologija sa zapreminama spremnika u rasponu od 11 m^3 do 20 m^3. Zahvat glodalice izvedbe Verti-Mix 1702 SF je 2,00 metra s 114 noževa postavljenih u spiralnom obliku. Elevator za ubacivanje hrane u spremnik se nalazi naprijed, na sredini stroja, te se pogoni hidraulički. Ovaj sistem ubacivanja hrane se može prilagoditi načinu rada jer ima opciju odabira brzine kretanja elevatora. Za miješanje hrane su zadužene pužnice s noževima koji su izrađeni od magnetičkog materijala te prilikom miješanja mogu hvatati metalne primjese koje mogu naštetiti kravama u procesu hranjenja. Pražnjenje je moguće obavljati istodobno s obje strane, a smješteno je iza kabine stroja. Po narudžbi kupca moguće je doplatiti stražnji elevator kao dodatni sustav pražnjenja.

Stroj dolazi u standardnoj izvedbi s maksimalnom brzinom kretanja 25 km/h, ali moguće i naručiti izvedbu s maksimalnom brzinom od 40 km/h. Za vrijeme izuzimanja stroj ima brzinu 0-7 km/h, a za vrijeme pražnjenja moguće se kretati brzinom 0-15 km/h.



Slika 4.20. Samokretni stroj Strautmann Verti-Mix 1702 SF pri izuzimanju silaže
(Izvor: https://www.strautmann.com)

4.2. Inovacije strojeva za silažu

Najznačajnija inovacija na području samokretnih strojeva za izuzimanje, miješanje i raspodjelu silaže je robotizirani stroj nizozemskog proizvođača Schuitmaker koji je dizajnirao i plasirao na tržište takav stroj pod nazivom „INNOVADO“ s ciljem unaprijeđena mljekarstva. Ovaj stroj pruža potpuno automatsko hranjenje od mjesta skladištenja hrane pa sve do goveda u staji. Budući da mliječne krave proizvode više mlijeka pod hranjenjem svježom krmom, ovaj stroj nudi neke prednosti u odnosu na prijašnje načine hranjenja:

- bolja učinkovitost hranjenja,
- manje preostale hrane kroz često hranjenje,
- veća aktivnost unutar staje,
- bolje blagostanje i zdravlje mliječnih krava,
- štedi vrijeme i rad,
- može se koristiti u svim stajama i na različitim terenima,

Innovado je automatski stroj koji neovisno vozi od silosa do staje bez vozača. Opremljen je suvremenim motorom s unutarnjim izgaranjem koji zadovoljava ekološke kriterije u kombinaciji s električno-hidrauličkim sustavom. Motor je zadužen za pokretanje hidrauličnih pumpi koje pokreću različite hidraulične funkcije kao i pogon na sva četiri kotača i pogon pužnice za miješanje i rezanje silaže. Stroj je opremljen navigacijskim sustavom te sustavom za praćenje okoliša i senzorima za osjet kretanja što omogućuje korištenje stroja bez vozača.



Slika 4.21. Robotizirani stroj Schuitmaker Innovado
(Izvor: https://www.sr-schuitmaker.nl)

Komunikacija sa strojem se može ostvarivati i bežično. Prilagođavanja obroka te vaganje silaže odvija se preko računala. Prilikom kretanja stroja kroz staju laseri prepoznaju prepreke ako se nalaze na putu njegovog kretanja. Ako se ljudi ili životinje približe stroju, on se automatski zaustavlja. Laser nakon nekoliko sekundi provjerava okruženje te ako je i dalje ometano, odmah šalje signal poljoprivredniku kako bi se prepreka otklonila. Osim lasera stroj je opremljen i gumbom za potpuno zaustavljanje koje se može upotrijebiti u bilo kojem trenutku.

U procesu izuzimanja silaže iz silosa, stroj koristi metodu rezanja koja čuva strukturu hrane. Okomito reže sloj po sloj te ostavlja glatko lice silaže s vrlo niskim rizikom od povećanja temperature unutar hrane te ograničava gubitak hrane na apsolutni minimum. Maksimalna radna visina rezanja ovog stroja iznosi 4,8 metara. Napredni sustav vaganja brine se o točnoj količini hrane te izuzimanje prestaje kada se napuni spremnik zapremnine 8 m^3. Komora za miješanje ima dvije okomite pužnice i sustav za vaganje kako bi se obavilo pravilno miješanje hrane. Za ravnomjernu raspodjelu hrane potrebno je odrediti duljinu ograde te s tom mjerom stroj sam izračunava koliko hrane treba dozirati te izbaciti iz spremnika, a može izbacivati hranu s obje strane.



Slika 4.22. Rezač stroja Schuitmaker Innovado
(Izvor: https://www.sr-schuitmaker.nl)

U inovaciji strojeva za izuzimanje, miješanje i raspodjelu silaže talijanski proizvođač „Supertino“ je dao u ponudu električni model „Electra“. Ovaj stroj se bazira na potpunoj elektronici s ciljem dobivanja niza prednosti u odnosu na strojeve pogonjene dizelskim motorima. Prema navodima proizvođača izbor ovog stroja donosi do 50% uštede za poljoprivrednike. Stroj dolazi u izvedbi zapremine spremnika od 12 m^3 do 30 m^3. Glavne prednosti ovog stroja su:

- snaga električnog motora 150-180 kW,
- dvosatna autonomija,
- vrijeme punjena 3 sata,
- veliko smanjenje razine buke,
- značajno smanjeni troškovi održavanja,
- nulta emisija CO_2 i drugih onečišćujućih tvari,
- veća dobrobit rukovatelja i životinja.



Slika 4.23. Električni samokretni stroj Supertino Electra 2
(Izvor: https://www.supertino.it)



Slika 4.24. Prikaz električnih baterija proizvođača Supertino
(Izvor: https://www.supertino.it)

Potpuno električni model „E-silokamm 4200“ dolazi od njemačkog proizvođača „Siloking“. Svi pogoni i hidrauličke jedine su pogonjene električki pomoću standardne baterije 48V, 465Ah. Baterija omogućuje rad u trajanju od 2 sata nakon svakog ciklusa punjenja, a puniti se može električnom energijom iz javne mreže ili energijom dobivenom od obnovljivih izvora koja može biti dostupna po niskim cijenama.

Ovakvi strojevi se nude u izvedbi sa zapreminom spremnika od 3,6 m^3 do 4,2 m^3. Samoutovar se vrši pomoću teleskopskog češlja koji se nalazi na stražnjem dijelu stroja, dok se miješanje provodi u spremniku. Raspodjela hrane se može istodobno obavljati s obje strane te se zbog svoje konstrukcijske izvedbe može koristiti na manjim gospodarstvima. Dolazi u zglobnoj izvedbi koja zahtijeva manji prostor za manevriranje te je lako upravljiv.

Kompletno zatvorena kabina omogućava veliku udobnost i smanjenu buku za rukovatelja strojem. Sve funkcije jednostavne su za upotrebu putem jednoručne ergonomske upravljačke palice. Višenamjenski zaslon nalazi se u izravnom vidnom polju rukovatelja te prikazuje sve funkcije stroja.

Tablica 4.8. Usporedba električnih modela E-Silokamm proizvođača Siloking

Model	EA 3600	DA 3600	EA 4200	DA 4200
Duljina (m)	5,30			
Širina (m)	2,10	2,25	2,30	2,45
Visina (m)	2,50			
Visina izuzimanja (m)	3,50			
Zapremnina (m^3)	3,60	3,60	4,20	4,20
Masa praznog stroja (kg)	4000	4100	4100	4200
Stražnji pneumatik	10.0/75-15.3			

(Izvor: htpps://www.siloking.com)



Slika 4.25. Električni samokretni stroj Siloking E-Silokamm 4200
(Izvor: https:www.siloking.com)

Nakon mnogo godina istraživanja, francuska tvrtka Kuhn je ponudila uvid u projekt svog robota za hranjenje pod nazivom Aura. Aura je autonomni robot koji ima spremnik za miješanje zapremine 3 m^3 s dvije okomite pužnice. Automatski se puni prednjom rukom na kojoj se nalazi glodalica za izuzimanje silaže. Glodalica se može pomicati s lijeva na desno te tako omogućava veću količinu izuzimanja iz stacioniranog položaja. Prema navodu iz tvrtke Kuhn robot može raditi posao 24 sata dnevno te tako može nahraniti 300 krava. Dizelski motor snage 57 KS omogućuje kretanje stroja na četiri rotirajuća kotača koji osiguravaju mali radijus okretanja te mogućnost vožnje naprijed-natrag i dijagonalno manevriranje na malim površinama. Ovaj robot je tek u probnoj fazi proizvodnje, a stvarno lansiranje na tržište se očekuje u 2023. godini (www.dairlyglobal.net).



Slika 4.26. Robot za izuzimanje, miješanje i raspodjelu silaže Kuhn Aura
(Izvor: https://www.dairyglobal.net)

5. RASPRAVA

Samokretni strojevi za izuzimanje, miješanje i raspodjelu silaže nude mnoge različite prednosti u odnosu na klasične vučene mikser prikolice. Ne postoji mnogo strojeva potrebnih za obavljanje više poslova na farmi od mikser prikolica i bilo bi logično imati jednu namjensku samokretnu jedinicu koja se ne oslanja na potrebu za traktorom za vrijeme hranjenja. Mikser prikolica također treba dodatni traktor s izuzimačem silaže i utovarivačem koji služi za punjenje spremnika za miješanje. Osim toga, proizvodnja mlijeka i mesa sada je veća nego ikad, pa je ukupno vrijeme potrebno za hranjenje nekoliko različitih kategorija stoke važno razmotriti, osobito kada se vikendom isplaćuju velika plaćanja prekovremenog rada za obavljeni posao. Međunarodna tržišta polako su prihvatila ove strojeve, a mnogi poljoprivrednici u inozemstvu potvrđuju njihovo uspješno korištenje. Neki su čak smanjili vrijeme hranjenja za 15%. S obzirom da mnogi poljoprivrednici provode nekoliko sati dnevno hraneći stoku, smanjenje vremena provedenog na ovoj aktivnosti za 15% vrlo je isplativo. U Izraelu i Italiji, na primjer, broj samokretnih strojeva nadmašuju broj vučenih jedinica za raspodjelu hrane (Nel i Massyn, 2014).

Predviđanja i očekivane koristi temeljile su se na ispitivanjima hranjenja u Izraelu, koja su pokazala da je grupa muznih krava hranjenih samokretnim strojem za izuzimanje, miješanje i raspodjelu hrane proizvela 3 kg više mlijeka u odnosu na grupu krava hranjenih vučenom mikser prikolicam u potpuno istom stadu s istim sastavom hrane i istim rukovateljem strojem. Do ovog povećanja došlo je kao rezultat veće točnosti miješanja koja je postignute samokretnim strojem. Ova vrsta stroja ostvaruje i veću točnost utovara, što znači bolju kvalitetu hrane, konzistenciju mješavine i manje rasipanja hrane (približno 2 do 5%), jer utovarna ruka nema gubitaka tijekom procesa utovara. Osim toga, smanjuje troškove rada jer samokretni stroj radi manje sati kako bi nahranio isti broj krava. To znači smanjenje troškova goriva u usporedbi s kombinacijom traktora i utovarivača, ali i zbog bolje učinkovitosti miješanja i smanjenog vremena miješanja (Moallem i Lifshitz, 2020).

Jedan od razloga za kupnju samokretnog stroja za izuzimanje, miješanje i raspodjelu silaže je i smanjeno kvarenje i rasipanje silaže. To je veliki plus jer većina poljoprivrednika koji koriste silažu nastoje smanjiti gubitke u silaži. Kod izuzimanja silaže samokretnim strojem ostaju ravne plohe silaže, a u spremniku se može dogoditi vrlo malo kvarenja. Rasipanje se također smanjuje praćenjem težine silaže u spremniku. Čim se zabilježi potrebna težina, izuzimanje silaže iz silosa i punjenje spremnika prestaje (Nel i Massyn, 2014). Gubici tijekom istovara i hranjenja ovise o trajanju izloženosti silaže zraku, temperaturi okoline i aerobnoj stabilnosti silaže. Budući da ulazak zraka u silažu s lica istovara ovisi o gustoći silaže, konsolidaciju silaže treba održavati tijekom istovara, a tehnologija korištena za istovar u velikoj mjeri utječe na taj čimbenik (Muck i sur., 2003.).

Kod klasičnog izuzimanja silaže, gubitci su mnogo veći u odnosu na samokretne strojeve. Klasično izuzimanje se provodi s više strojeva te zahtijeva više vremena za rad. Prilikom izuzimanja s traktorskim utovarivačem ili nekom drugom vrstom utovarivača,

najviše dolazi do gubitka silaže jer je potrebno napuniti mikser prikolicu. Prilikom transporta silaže od silosa do mikser prikolice može doći do raspršivanja silaže u krugu gospodarstva. Za ovakav način izuzimanja su potrebna dva stroja, jedan za pogon mikser prikolice, a drugi za utovar silaže. Ovakav način izuzimanja se može obaviti i s jednim strojem što onda oduzima mnogo više vremena. Dok se doveze mikser prikolicu na mjesto utovara, treba je stacionirati te s tim istim traktom onda vršiti utovar silaže.

Brzina punjena mikser prikolica ovisi o zapremnini, zahvatu kliješta za izuzimanje silaže te spretnosti rukovatelja prilikom rada na utovarivaču. Ovakav proces izuzimanja iziskuje više vremena i rada dok kod korištenja samokretnih strojeva prilikom kupnje imamo dostupne specifikacije rada. Mikser prikolice i izuzimanje traktorskim utovarivačem su glavni strojevi pri upotrebe silaže za hranjenje goveda u Republici Hrvatskoj. Ovakvi strojevi se mogu kupiti po pristupačnim cijenama što si naši poljoprivrednici mogu priuštiti. Mikser prikolice su pogodne za manje staje i manja gospodarstva jer opravdavaju uložena financijska sredstva.

Samokretni strojevi za izuzimanje, miješanje i raspodjelu silaže su u novije vrijeme dosta zastupljeni u mljekarskoj proizvodnji. Kompaktan stroj koji obavlja sve radnje prilikom hranjenja goveda još nije zastupljen u Republici Hrvatskoj radi nemogućnosti kupnje financijskim sredstvima. Ovakvi strojevi su zastupljeni na većim gospodarstvima s većom proizvodnjom mlijeka te je kupovina isplativa samo u slučaju hranjenja 200 i više krava. Trenutno se na tržištu nalazi širok asortiman ponude samokretnih strojeva različitih proizvođača. Odabir stroja je specifičan za svako pojedino gospodarstvo, a prilikom kupnje novog stroja, nabavna cijena se kreće od 100.000,00 Eura pa nadalje. Kako su samokretni strojevi već nekoliko godina zastupljeni, po nekim pristupačnijim cijenama mogu se kupiti rabljeni strojevi koji bi mogli zadovoljiti potrebe gospodarstva manje platežne moći.

6. ZAKLJUČAK

Razvoj i inovacije strojeva mogu donijeti velike prednosti na poljoprivrednom gospodarstvu te se tako korištenjem samokretnih strojeva za izuzimanje, miješanje i raspodjelu silaže može postići veća produktivnost mlijeka kod krava, ostvariti bolja kvaliteta ishrane, te smanjiti kvarenje i rasipanje hrane. Samokretni strojevi također imaju prednost zbog uštede goriva, vremena i potrebne radne snage. Primjenom samokretnih strojeva se automatski isključuje upotreba utovarivača i mikser prikolica na gospodarstvu, a time i traktora za njihov pogon. Smanjuju se i potrebni radni sati na farmi budući da se samokretnim strojem za izuzimanje, miješanje i raspodjelu silaže nahrani isti broj goveda za manje vremena u odnosu na pripremu i raspodjelu hrane korištenjem vučenih i nošenih strojeva.

Istraživanja su pokazala kako se primjenom samokretnog stroja može utjecati na homogenost TMR obroka jer se može pripremiti obrok sa znatno manjim odstupanjima od zadanog sastava koji je homogeniji i po kemijskom sastavu od ostalih načina pripreme hrane.

Rezultati samokretnog stroja su zavidni u odnosu na klasično izuzimanje, štedi se vrijeme, smanjeni su gubitci i poboljšan način miješanja. Izuzimanje se provodi direktno iz silosa u spremnik tako da nema transporta silaže prilikom kojeg nastaju gubitci. Imaju način rada da prilikom samoutovara silaže odmah može početi i proces miješanja što rezultira s boljom homogenosti smjese. Različita istraživanja su pokazala da krave hranjene samokretnim strojevima proizvode više mlijeka od načina hranjena klasičnim izuzimanjem. Ovakav pripremljen TMR obrok je bolje izmiješan te je u svakom zalogaju dostupna jednaka nutritivna vrijednost.

7. LITERATURA

1. Coppock, C.E., Bath, D.L., Harris Jr., B. (1981). From feeding to feeding systems. Journal of Dairy Science, 64 (6), 1230-1249.
2. Costa, A., Agazzi, A., Perricone, V., Savoini, G., Lazzari, M., Nava, S., Tangorra, F.M. (2019). Influence of different loading levels, cutting and mixing times on total mixed ration (TMR) homogeneity in a vertical mixing wagon during distribution: A case study. Italian Journal of Animal Science, 18 (1), 1093-1098.
3. DLG (2008). Test Report 6395: Self-propelled vertical feed mixer wagon SILOKING SelfLine 4.0. Compact 1612-13. DLG Test Center, Gross-Umstadt, Germany.
4. DLG (2008). Test Report 6418: Self-propelled vertical feed mixer wagon SILOKING SelfLine 4.0. Premium 2215-19. DLG Test Center, Gross-Umstadt, Germany.
5. Ferland, M.C., Guesthier, M.A., Cue, R.I., Lacroix, R., Burgos, S.A., Lefebvre, D., Wade, K.M. (2018). Effect of feeding system and grain source on lactation characteristics and milk components in dairy cattle. Journal of Dairy Science, 101 (9), 8572-8585.
6. Ivanković, A., Filipović, D., Mustać, I., Mioč, B., Luković, Z., Janječić, Z. (2016). Objekti i oprema u stočarstvu. Udžbenik Sveučilišta u Zagrebu Agronomskog fakulteta, Stega tisak, Zagreb.
7. Kowalik, I., Grzes, Z., Rybacki, P., Michalski, T. (2018). Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering, 63 (2), 124-128.
8. Mannetje L. (2011) Silage for Animal Feed. Encyclopedia of Life Support Systems, Vol. VIII, Biotechnology.
9. Moallem, U., Lifshitz, L. (2020). Accuracy and homogeneity of total mixed rations processed through trailer mixer or self-propelled mixer, and effects on the yields of high-yielding dairy cows. Animal Feed Science and Technology, 270,114708.
10. Muck, R.E., Moser, L.E., Pitt, R.E. (2003). Postharvest plant factors affecting ensiling. U: Buxton, D.R., Muck, R.E., Harrison, J.H. (ur.). Silage Science and Technology. Madison: American Society of Agronomy, 251-304.
11. Nel, C., Massyn, R. (2014). Meals on wheels. The Dairy Mail, 21 (2), 93-97.
12. Schingoethe, D.J. (2017). A 100-year review: Total mixed ration feeding of dairy cows. Journal of Dairy Science, 100(12), 10143-10150.
13. Šistkova, M., Pšenka, M., Kaplan, V., Potešil, J., Černin, J. (2015). The effect of individual components of total mixed ration (TMR) on precision dosing to mixer feeder wagons. Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences, 5 (1), 60-63.
14. Ugatti, A., Ferlito, J. (2019). Forage distribution and TMR evolution. 29th Club of Bologna Members Meeting, Hannover, Session 3, 1-7.
15. Vegricht, J., Milaček,, P., Ambrož, P., Machalek, A. (2007). Parametric analysis of the properties of selected mixing feeding wagons. Research in Agricultural Engineering, 53 (3), 85-93.

Web izvori:

1. https://www.agroklub.com
2. htpps://www.amazon.co.uk
3. https://www.bravosrl.it
4. https://www.bvl-group.de
5. https://www.dairyglobal.net
6. https://www.en.wikipedia.org
7. htpps://www.faresinindustries.com
8. https://www.kuhn.fr
9. https://www.manitou.com
10. https://www.njuskalo.hr
11. https://www.pagliari.it
12. https://www.postequip.com
13. https://www.rmhservice.com
14. https://www.savjetodavna.hr
15. https://www.sekoindustries.com
16. https://www.sgariboldi.it
17. https://www.siloking.com
18. https://www.sitrex.com
19. https://www.sr-schuitmaker.nl
20. https://www.storti.com
21. https://www.strautmann.com
22. https://www.supertino.it
23. https://www.trioliet.com
24. https://www.truck1.eu
25. https://www.wieserconcrete.com

8. POPIS SLIKA I TABLICA

Slika 3.1. Traktorski priključni stroj za izuzimanje silaže
Slika 3.2. Prikaz pravilnog i nepravilnog izuzimanja silaže
Slika 3.3. Kliješta za izuzimanje silaže
Slika 3.4. Teleskopski utovarivač s priključkom za izuzimanje silaže
Slika 3.5. Mikser prikolica KEENAN
Slika 3.6. Mikser prikolica JF-STOLL VM10-1
Slika 3.7. Prikaz pužnica unutar sanduka mikser prikolice
Slika 3.8. Samoutovarna mikser prikolica BVL V mix 8
Slika 3.9. Mikser prikolica Kuhn
Slika 3.10. Troosovinska mikser prikolica Siloking TrailedLine System 1000+ 4535
Slika 4.1. Shematski prikaz samokretnog stroja za izuzimanje, miješanje i raspodjelu silaže
Slika 4.2. Samokretni stroj za izuzimanje, miješanje i raspodjelu silaže BVL V-mix Drive
Slika 4.3. Samokretni stroj za izuzimanje, miješanje i raspodjelu silaže Sitrex Premium
Slika 4.4. Samokretni stroj za izuzimanje, miješanje i raspodjelu silaže Storti Dobermann
Slika 4.5. Unutrašnjost kabine samokretnog stroja Storti Dobermann
Slika 4.6. Shematski prikaz prijenosa Storti Dobermann
Slika 4.7. Samokretni stroj za izuzimanje, miješanje i raspodjelu silaže Kuhn SPW 22 pri izuzimanju silaže
Slika 4.8. Zaslon samokretnog stroja za izuzimanje, miješanje i raspodjelu silaže Kuhn
Slika 4.9. Samokretni stroj za izuzimanje, miješanje i raspodjelu silaže Trioliet Triotrac
Slika 4.10. Trioliet Smartrac prilikom izuzimanja silaže i punjenja spremnika
Slika 4.11. Samokretni stroj za izuzimanje, miješanje i raspodjelu silaže Sgariboldi Grizzly za vrijeme izuzimanja hrane
Slika 4.12. Samokretni stroj za izuzimanje, miješanje i raspodjelu silaže Siloking SelfLine System 1000+ 3225
Slika 4.13. Samokretni stroj VM SELF proizvođača SEKO
Slika 4.14. Samokretni stroj LEADER Ecomode proizvođača Farensin
Slika 4.15. Prikaz noževa na glodalici samokretnog stroja proizvođača Farensin
Slika 4.16. Samokretni stroj RMH Megamix 21 W
Slika 4.17. Samokretni stroj SPSL30T proizvođača Supreme
Slika 4.18. Samokretni stroj Pagliari THV 2.24
Slika 4.19. Samokretni stroj Bravo Rotomix RTX 7.500
Slika 4.20. Samokretni stroj Strautmann Verti-Mix 1702 SF pri izuzimanju silaže
Slika 4.21. Robotizirani stroj Schuitmaker Innovado
Slika 4.22. Rezač stroja Schuitmaker Innovado
Slika 4.23. Električni samokretni stroj Supertino Electra 2
Slika 4.24. Prikaz elekričnih baterija proizvođača Supertino
Slika 4.25. Električni samokretni stroj Siloking E-Silokamm 4200
Slika 4.26. Robot za izuzimanje, miješanje i raspodjelu silaže Kuhn Aura

Tablica 4.1. Usporedba karakteristika različitih modela proizvođača Kuhn
Tablica 4.2. Usporedba karakteristika različitih modela „Triotrac“ proizvođača „Trioliet“
Tablica 4.3. Učinak izuzimanja silaže samokretnih strojeva Siloking
Tablica 4.4. Učinak rezača silaže samokretnog stroja Siloking Premium 2215-19
Tablica 4.5. Učinak rezača silaže model Compact 1612-13
Tablica 4.6. Usporedba karakteristika modela VM SELF proizvođača SEKO
Tablica 4.7. Usporedba karakteristika različitih modela talijanskog proizvođača PAGLIARI
Tablica 4.8. Usporedba električnih modela E-Silokamm proizvođača Siloking

ŽIVOTOPIS

Kristian Miličević je rođen 21.7.1997. u Posušju (Bosna i Hercegovina). Pohađao je Srednju školu Fra Grge Martića u Posušju, opća Gimnazija. Agronomski fakultet u Zagrebu upisuje u srpnju 2016. godine. Ak. god. 2018./2019. godine završava preddiplomski studij, smjer Poljoprivredna tehnika. Diplomski studij Poljoprivredna tehnika na Agronomskom fakultetu u Zagrebu završava 2021. godine u rujnu, usmjerenje Mehanizacija.