



# **PRIPRAVA IN SPRAVILO KAKOVOSTNE MRVE**



# **PRIPRAVA IN SPRAVILO KAKOVOSTNE MRVE**

Ljubljana 2020

Publikacija je plod dela na projektu Tehnološke rešitve za pridelavo kakovostnega sena, ki sta ga financirala ARRS in Ministrstvo za kmetijstvo in okolje v okviru CRP »Zagotovimo.si hrano za jutri«. Pri pripravi publikacije smo sodelovali strokovnjaki treh organizacij.



Univerza v Ljubljani  
Fakulteta za strojništvo



Univerza v Mariboru

Fakulteta za kmetijstvo  
in biosistemske vede

|                        |                                                                   |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| dr. Branko Lukač       | Kmetijski inštitut Slovenije                                      |
| dr. Jože Verbič        | Kmetijski inštitut Slovenije                                      |
| dr. Viktor Jejčič      | Kmetijski inštitut Slovenije                                      |
| mag. Tomaž Poje        | Kmetijski inštitut Slovenije                                      |
| Mag. Ben Moljk.        | Kmetijski inštitut Slovenije                                      |
| dr. Anastazija Gselman | Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Univerza v Mariboru |
| dr. Janez Benedičič    | Fakulteta za strojništvo, Univerza v Ljubljani                    |

### Lektoriranje slovenskega jezika:

### Oblikovanje naslovnice:

### Uredil

/

### Izdal in založil:

Kmetijski inštitut Slovenije  
Ljubljana, Hacquetova ulica 17

Publikacija bo izšla v elektronski obliki in bo objavljena na spletnih strani Kmetijskega inštituta Slovenije <http://www.kis.si>

### ISBN

## Kazalo vsebine

|                                                                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| PREDGOVOR.....                                                                                                                | 7  |
| 1      TRENUTNO STANJE IN PRIDELAVI SENA V SLOVENIJI .....                                                                    | 8  |
| 2      ISKANJE TEHNOLOŠKIH REŠITEV ZA DOSUŠEVANJE S SODOBNIMI SUŠILNIMI<br>NAPRAVAMI IN DOSEGANJE BOLJŠE KVALITETE SENA. .... | 13 |
| 2.1    Preučevanje sistemov sušilnih naprav.....                                                                              | 13 |
| 2.2    Toplota za sušenje.....                                                                                                | 16 |
| 2.3    Energija iz biomase.....                                                                                               | 17 |
| 2.4    Energija iz plina in fosilnih goriv .....                                                                              | 17 |
| 2.5    Geotermalna energija .....                                                                                             | 18 |
| 2.6    Energija iz proizvodnje bioplinarn.....                                                                                | 20 |
| 2.7    Energija pri proizvodnji elektrike iz lesnega plina .....                                                              | 20 |
| 2.8    Sončna energija.....                                                                                                   | 21 |
| 2.9    Toplotna črpalka .....                                                                                                 | 22 |
| 2.10   Ogled dobre prakse v Nemčiji in Švici .....                                                                            | 23 |
| 2.11   Priprava merilne verige za preizkus.....                                                                               | 23 |
| 2.12   Izvedba preizkusa.....                                                                                                 | 24 |
| 2.13   Parametri preizkusa.....                                                                                               | 24 |
| 2.14   Rezultati meritev v letu 2017 .....                                                                                    | 24 |
| 2.14.1 Kmetija: Kukenberger.....                                                                                              | 26 |
| 2.14.2 Kmetija: Demšar .....                                                                                                  | 27 |
| 2.14.3 Kmetija: Jemc .....                                                                                                    | 30 |
| 2.14.4 Ugotovitve meritev na podlagi meritev v 2017 .....                                                                     | 31 |
| 2.15   Rezultati meritev v letu 2018.....                                                                                     | 32 |
| 2.15.1 Kmetija: Janko Verbič .....                                                                                            | 34 |
| 2.15.2 Kmetija: Toni Kukenberger .....                                                                                        | 35 |
| 2.15.3 Kmetija: Demšar .....                                                                                                  | 37 |
| 2.15.4 Kmetija: Matej Bogataj.....                                                                                            | 41 |
| 2.15.5 Ugotovitve na podlagi poskusov v 2018.....                                                                             | 42 |
| 2.16   Izdelava tehnoloških načrtov/rešitev.....                                                                              | 42 |
| 2.17   Tehnološka rešitev brez paše .....                                                                                     | 43 |
| 2.18   Tehnološka rešitev s pašo .....                                                                                        | 43 |

|        |                                                                                                               |    |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.19   | Tehnološka rešitev seno-silaža.....                                                                           | 44 |
| 2.20   | Tehnološka navodila za sušenje.....                                                                           | 45 |
| 2.20.1 | Temeljne informacije (splošno): .....                                                                         | 45 |
| 2.20.2 | Temeljne informacije (rinfuza): .....                                                                         | 47 |
| 2.20.3 | Temeljne informacije(sušenje valjastih bal): .....                                                            | 48 |
|        | V zadnji fazi sušenja rastline počasneje oddajajo vodo. ....                                                  | 50 |
|        | Končna faza sušenja.....                                                                                      | 51 |
|        | Na koncu samo »hladno« prezračevanje! .....                                                                   | 51 |
| 2.20.4 | Navodila za nadzor sušenja .....                                                                              | 51 |
| 2.21   | Zaključek .....                                                                                               | 51 |
| 3      | ISKANJE OPTIMALNIH TEHNOLOŠKIH REŠITEV ZA SUŠENJE SENA NA TLEH.<br>.....                                      | 53 |
| 3.1    | Uvod.....                                                                                                     | 53 |
| 3.2    | Metodologija .....                                                                                            | 53 |
| 3.3    | Rezultati merjenja porabe goriva pri različnih delovnih operacijah pri spravilu sena....                      | 54 |
| 3.4    | Energetska analiza spravila sena.....                                                                         | 60 |
| 3.5    | Metodologija .....                                                                                            | 61 |
| 3.6    | Zaključek .....                                                                                               | 65 |
| 4      | MEHANSKE IZGUBE PRI SPRAVILU SENA.....                                                                        | 67 |
| 4.1    | Poskus 1 - Meritve izgub pri sušenju krme na tleh in v kombinaciji z dosuševanjem s<br>toplotno črpalko ..... | 67 |
| 4.2    | Poskus 2 - Meritve izgub pri sušenju krme na tleh zaradi različnih delovnih vrtljajev strojev<br>.....        | 67 |
| 4.3    | Vzorčenje za določevanje izgub .....                                                                          | 68 |
| 4.4    | Vpliv sestave ruše na izgube pridelka zaradi drobljenja .....                                                 | 69 |
| 4.5    | Vpliv števila vrtljajev priključne gredi traktorja pri delu s stroji na izgube pridelka .....                 | 69 |
| 4.6    | Ovrednotenje vpliva različnih tehnoloških rešitev sušenja krme na izgube zaradi drobljenja<br>.....           | 70 |
| 4.7    | Podrobni opis izvedbe poskusov.....                                                                           | 72 |
| 4.8    | Poskus 1 - vpliv različnega števila vrtljajev priključne gredi traktorja pri delu s stroji..                  | 72 |
| 4.9    | Poskus 2 – sušenje na tleh.....                                                                               | 72 |
| 4.10   | Poskusa 3 in 4 – Sušenje na tleh in prevetrovanje s toplim zrakom izpod strehe .....                          | 73 |
| 4.11   | Rezultati .....                                                                                               | 73 |
| 5      | DINAMIKA SUŠENJA GOSPODARSKO POMEMBNIH TRAV S TRAJNEGA<br>TRAVINJA. ....                                      | 78 |
| 5.1    | Sušenje krme na tleh .....                                                                                    | 79 |

|       |                                                                                                                       |     |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5.2   | Material in metode dela .....                                                                                         | 80  |
| 5.2.1 | Lokacija in postavitve poskusa .....                                                                                  | 80  |
| 2.2   | Izvedba in meritve v poskusu .....                                                                                    | 82  |
| 5.2.2 | Vremenske razmere v času izvajanja poskusa .....                                                                      | 85  |
| 5.2.3 | Statistične analize.....                                                                                              | 87  |
| 5.3   | REZULTATI POSKUSOV .....                                                                                              | 87  |
| 5.3   | Dinamika sušenja rastlin v letu 2017 .....                                                                            | 87  |
| 5.3.1 | Termin med 17. 5. 2017 in 19. 5. 2017.....                                                                            | 87  |
| 5.4   | Dinamika sušenja rastlin v letu 2018 .....                                                                            | 91  |
| 5.4.1 | Termin med 7. 5. 2018 in 10. 5. 2018.....                                                                             | 91  |
| 5.5   | Zaključek .....                                                                                                       | 94  |
| 6     | KAKOVOST IN HRANILNA VREDNOST NA RAZLIČNE NAČINE PRIDELANEGA SENA.....                                                | 95  |
| 6.1   | Kakovost različno skladiščene mrve.....                                                                               | 95  |
| 6.2   | Material in metode dela .....                                                                                         | 95  |
| 6.3   | Hranilna vrednost na različne načine skladiščene krme .....                                                           | 96  |
| 6.4   | Mikrobiološki rezultati.....                                                                                          | 97  |
| 6.5   | Zaključek .....                                                                                                       | 100 |
| 7     | SPREMEMBE VSEBNOSTI SUROVIH BELJAKOVIN IN NETO ENERGIJE ZA LAKTACIJO MED PRIPRAVO SENA.....                           | 101 |
| 7.1   | Določitve sestave in neto energijske vrednosti vzorcev .....                                                          | 101 |
| 7.2.1 | Hitrost sušenja krme na travnikih .....                                                                               | 101 |
| 7.2.2 | Spremembe vsebnosti surovih beljakovin (SB) in neto energije za laktacijo (NEL) med sušenjem na travniku .....        | 102 |
| 7.2.3 | Spremembe vsebnosti surovih beljakovin (SB) in neto energije za laktacijo (NEL) med sušenjem sena na sušilnicah ..... | 104 |
| 7.2.4 | Zaključek .....                                                                                                       | 105 |
| 8     | VPLIV DODATKA ZA SENO NA SESTAVO IN NETO ENERGIJSKO VREDNOST SENA SKLADIŠČENEGA V VALJASTIH BALAH .....               | 106 |
| 9     | EKONOMIKA RAZLIČNIH NAČINOV PRIDELAVE SENA .....                                                                      | 111 |
| 9.1   | Material in metode .....                                                                                              | 111 |
| 9.2   | Rezultati in ugotovitve .....                                                                                         | 114 |
| 9.3   | Razprava .....                                                                                                        | 119 |



## PREDGOVOR

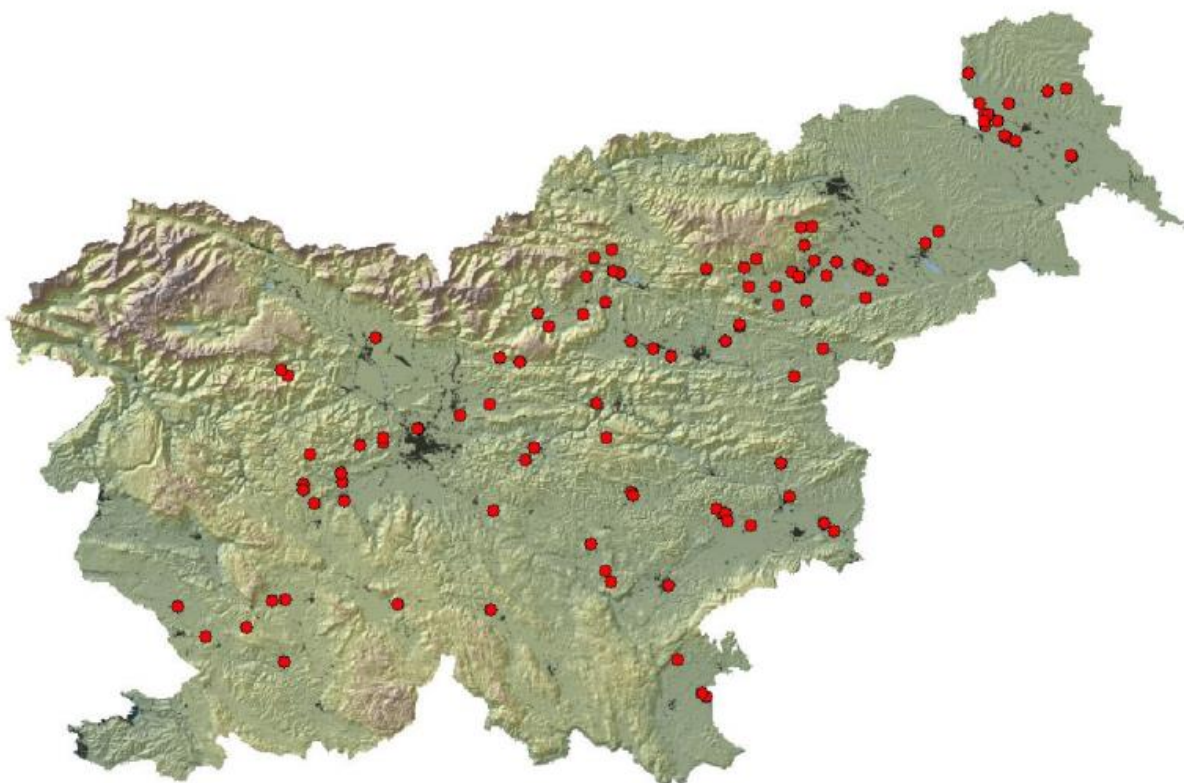
Sušenje travniške krme je ena najstarejših metod priprave krme za prežvekovalce za obdobje mirovanja vegetacije. Prizadevanje ljudi da bi krmo posušili v čim krajšem času pa najbrž stara kot sušenje zelene krme samo. Z razvojem kmetijske tehnike in mehanizacije v preteklosti se je izpopolnil način priprave in sušenja sena. Kmetije se lahko danes poslužujejo prezračevanja s hladnim zrakom, toplim zrakom in nenazadnje zmanjšanje potrebe po fizični delovni sili oziroma izboljšanju storilnosti pri košnji, obračanju, spravilu in sušenju sena. V vsakem primeru je smiselno, da izkoristimo sončno energijo pri sušenju krme na tleh, da prihranimo potrebno energijo za dosuševanje. V 60. in 70. letih prejšnjega stoletja so bili aktualni tudi poskusi z alternativnimi načini venenja krme kot je termična obdelava in dodajanje različnih soli, ki pa so z razmahom siliranja zamrle.

Sušenje travniške krme je način konzerviranja kjer želimo zmanjšati vsebnost vode iz 70 do 85 % kolikor vsebujejo rastline ob košnji na 15 % ali manj. Toliko je namreč sme vsebovati dobro osušena mrva, pri kateri med procesom skladiščenja ne pride do kvarjenja. Osnova za uspešno pripravo kakovostne krme je dovolj dolgo obdobje sončnega vremena, ki omogoča izparevanje vode ter ustrezno ravnanje s krmo med procesom sušenja, ki ne povzroča drobljenja in izgub nežnih delov rastlin oziroma naj bi bile izgube čim manjše. Ker v Sloveniji se daljša obdobja stabilnega sončnega vremena za sušenje na tleh vzpostavijo, šele ko so trave ostarele je to za pridelavo kakovostne krme prepozno. Na kmetijah kjer se ukvarjajo nekoliko ukvarjajo intenzivno s prirejo mleka je siliranje različno uvele travniške prevzelo primat nad sušenjem mrve. Kljub temu pa se je sušenje mrve v Sloveniji zaradi naravnih danosti in velikosti kmetij ohranilo bolj kot v drugih evropskih državah. Tako danes tako v Sloveniji travniško krmo samo sušijo na eni tretjini kmetij, na eni tretjini kombinirajo siliranje in sušenje. V zadnjem času je kljub številnim prednostim procesu siliranja opaziti več zanimanja za različne procese sušenja travniške krme. Tako pri nas kot v sosednjih alpskih državah sušenje mrve ponovno pridobiva na pomenu. K temu so pomembno prispevale naraščajoče povpraševanje po senenem mleku in delno tudi vpeljevanje operacij kmetijsko okoljsko podnebne programa kot je ukrep opustitev silaže (TRZ\_II\_OSIL). Pravočasno pokošeno in ustrezno spravljeno seno je lahko dober vir beljakovin. Vendar se pri pridelavi kakovostne mrve se številne kmetije srečujejo s težavami, povezanimi košnjo v ustreznem razvojnem stadiju, samim pristopom sušenja tleh in na sušilnih napravah. Namen priročnika je seznaniti kmetovalce možnimi pristopi pri sušenju in z novo sodobno kmetijsko tehniko za dosuševanje sena ter predvsem njeno smotrno uporabo.

Priročnik verjetno ne daje vseh informacij, kljub temu verjamemo da podaja odgovore na ključna vprašanja, ki se porajajo kmetovalcem ob soočenju z različnimi izvedbami sodobnih sušilnic in traktorskih priključkov za pripravo krme.

## 1 TRENUTNO STANJE IN PRIDELAVI SENA V SLOVENIJI

Cilj tega sklopa je analizirati vzorce sena ter jih primerjati s stanjem v preteklih obdobjih, ter predlagati korake za izboljšanje trenutnega stanja. V tem delovnem sklopu smo preučili kakovost krme na Slovenskih kmetijah in pridobili vpogled v dejansko kvaliteto sena na slovenskih kmetijah. V ta namen smo zbrali 159 vzorcev mrve iz 128 kmetij (Slika 1). Zbrane vzorce smo posušili pri 60 °C v prezračevani sušilni omari in zmleli z mlinom skozi 1 mm sito. Z NIR spektrometrom smo suhim in zmletim vzorcem posneli spektre na valovnem območju od 400 do 2500 nm. S pomočjo umeritvenih enačb smo ocenili vsebnost surovih beljakovin (SB), vlakninastih frakcij (SVI, NDF, ADFos), pepela in surovih maščob. S posebno NIRS umeritveno enačbo, ki smo jo izdelali na podlagi *in vitro* meritev, smo vzorcem določili tudi količino plina, ki bi se razvila pri inkubaciji vzorcev z vampovim sokom (Menke in Steingass, 1987, Blümmel in Ørskov, 1993). Na podlagi tako določene kemijske sestave in enačb nemškega Združenja za prehransko fiziologijo (GfE, 2008) smo izračunali še vsebnosti presnovljive energije (ME) in neto energije za laktacijo (NEL). Enačbe regresijskih premic smo izračunali s pomočjo MS-Excel 2010 ©V povprečju 1,4 vzorca na kmetijo. Vzorce smo analizirali s pomočjo bližnje infrardeče spektroskopije (NIRS).

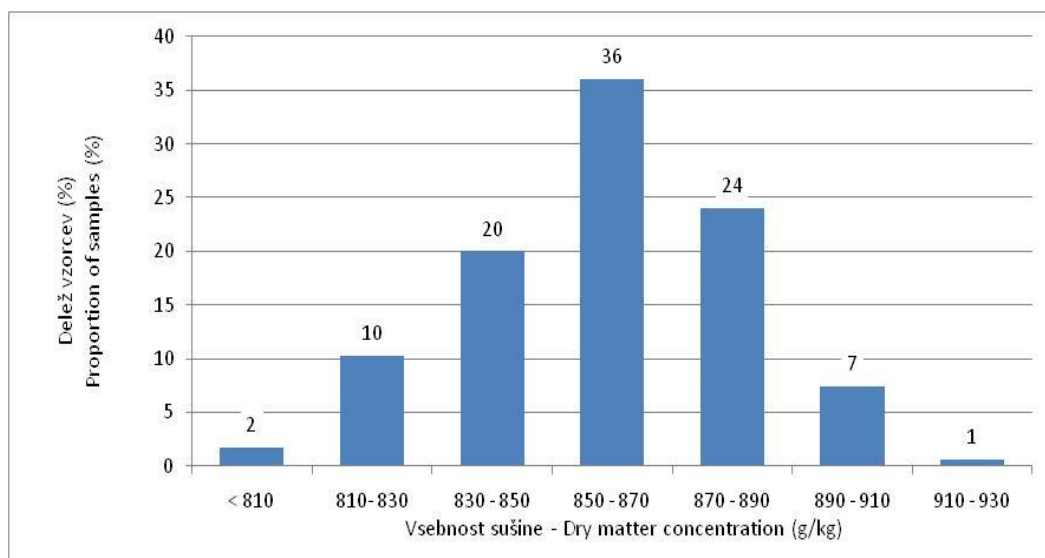


Slika 1: Razporeditev izbranih kmetij (n= 128), kjer smo konec leta 2016 vzorčili mrvo.



Pri spravilu mrve je vsebnost sušine en izmed ključnih dejavnikov, ki pomembno vpliva na kemično sestavo in energijsko vrednost krme. Priporočljivo je, da mrva za skladiščenje vsebuje več kot 85 % sušine (Čop, 2005). V Sloveniji še zmeraj večino mrve posušimo na tleh, za kar je potrebno vsaj 30 ur intenzivnega sončnega obsevanja (Rohweder in sod., 1983).

To v naših pridelovalnih razmerah pomeni 3 do 4 dni ugodnega vremena. Primerno vsebnost sušine (> 850 g na kg) je vsebovalo 68 % vzorcev mrve, obenem pa je bila le ta v precejšnjem razponu (759 do 911 g na kg; grafikon 2). Velika vsebnost beljakovin v krmi je pomemben dejavnik, posebej v rejah z visoko produktivnimi molznicami. Večina krme z izjemo četrte košnje je vsebovala manj SB od priporočenih vrednosti (140 do 150 g SB na kg sušine; Peyraud in Astigarraga, 1998). Kljub odtenek višjim vsebnostim SB tudi v Avstriji ne dosegajo omenjenega kriterija (Resch, 2013). Vzorci mrve so v povprečju vsebovali 309 g SVI na kg sušine (preglednica 3). Zgolj 9,7 % vzorcev prve košnje in 32 % zbranih vzorcev druge in naslednjih košenj je vsebovalo manj kot 290 oziroma 280 g SVI na kg sušine, kolikor znašajo največje priporočene vsebnosti SVI. Kakovostna mrva prve košnje bi naj vsebovala 5,6 MJ NEL na kg sušine, otava oziroma krma naslednjih košenj pa 5,4 MJ NEL na kg sušine (Verbič in sod., 2011). Čeprav se je glavnina vzorcev nahaja v območju od 5,3 do 6,1 MJ NEL na kg sušine so omenjeni kriterij izpolnili le vzorci tretje in četrte košnje (preglednica 2). Rezultati analiz krme kažejo da je vsebnost NEL pri mrvi v povprečju 11,7 % manjša kot pri travnih silazah (preglednici 2 in 3).



Grafikon 1: Porazdelitev vzorcev mrve, analiziranih v letu 2016, glede na vsebnost sušine (n=159).

Odlične mrve so primerljive z dobrimi travnimi silazami, zaostajajo pa za zelo dobrimi (– 0,30 MJ NEL na kg sušine) ali odličnimi silazami (–0,49 MJ NEL na kg sušine). Zelo izrazita je velika variabilnost v kakovosti. Povprečje najboljšega (10 % najboljših analiziranih vzorcev) in najslabšega (10 % najslabših vzorcev) kakovostnega razreda se razlikuje za 1,94 MJ NEL na kg sušine.

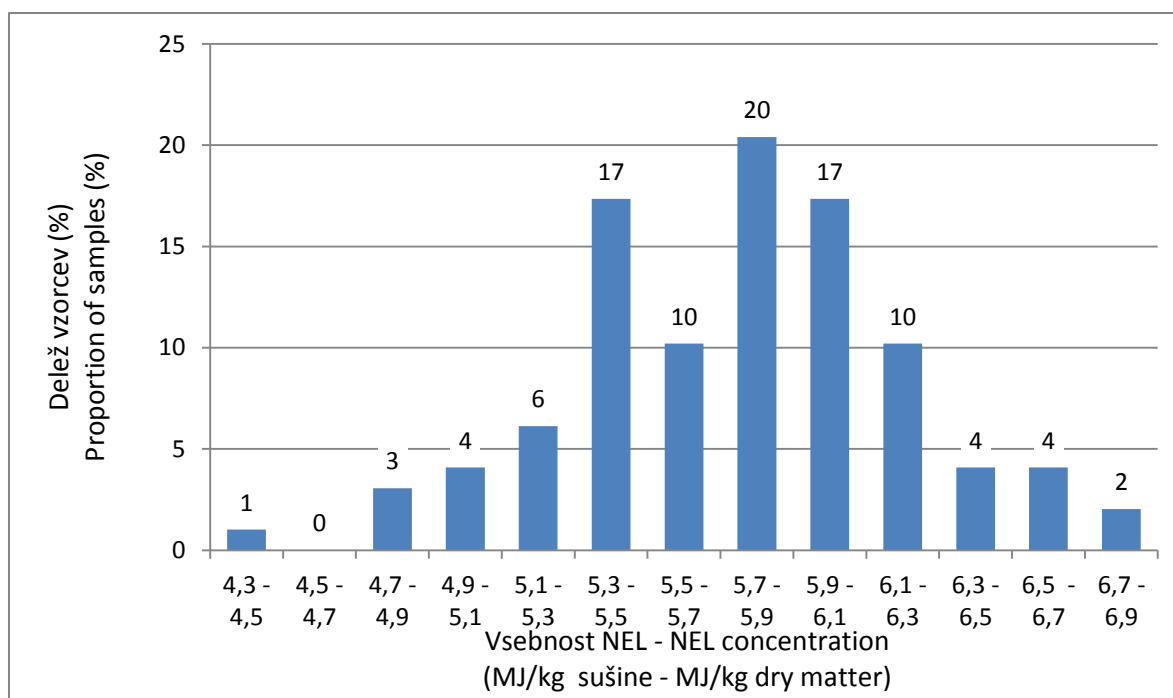
Preglednica 1: Sestava in energijska vrednost vzorcev mrve (n=159).

|                                                           | Sušina | Surove beljakovine | Surova vlaknina | Pepel | NEL          |
|-----------------------------------------------------------|--------|--------------------|-----------------|-------|--------------|
|                                                           | g/kg   | g/kg sušine        |                 |       | MJ/kg sušine |
| Povprečje/                                                | 858    | 106                | 309             | 85    | 5,07         |
| Kakovostni razred glede na stanje v Sloveniji v letu 2016 |        |                    |                 |       |              |
| Odlično                                                   | 836    | 166                | 258             | 91    | 6,01         |
| Zelo dobro                                                | 847    | 147                | 267             | 87    | 5,79         |
| Dobro                                                     | 859    | 115                | 297             | 86    | 5,29         |
| Zadovoljivo                                               | 860    | 91                 | 325             | 78    | 4,91         |
| Slabo                                                     | 866    | 73                 | 345             | 89    | 4,31         |
| Zelo slabo                                                | 869    | 58                 | 360             | 87    | 4,07         |

\*Kakovostni razredi so bili oblikovani glede na vsebnost NEL.

Odlično – povprečje zgornje desetine vzorcev, Zelo dobro - povprečje zgornje četrte vzorcev, Dobro – povprečje druge četrte vzorcev, Zadovoljivo – povprečje tretje četrte vzorcev, Slabo – povprečje spodnje četrte vzorcev, Zelo slabo – povprečje spodnje desetine vzorcev.

Za razliko s travnimi silažami, ugotavljamo da pride pri senu redko do onesnaženja krme z zemljo. Kar se tiče onesnaženosti mrve z zemljo je le ta manjša kakor v Švici (106 g na kg sušine, Wyss, 2015). Onesnaženost najboljših mrv četrte košnje (preglednica 4) bi verjetno lahko zmanjšali, vendar tudi trenutne vsebnosti pepela niso kritične oziroma so povsem primerljive z Avstrijskimi rezultati (Resch 2013).

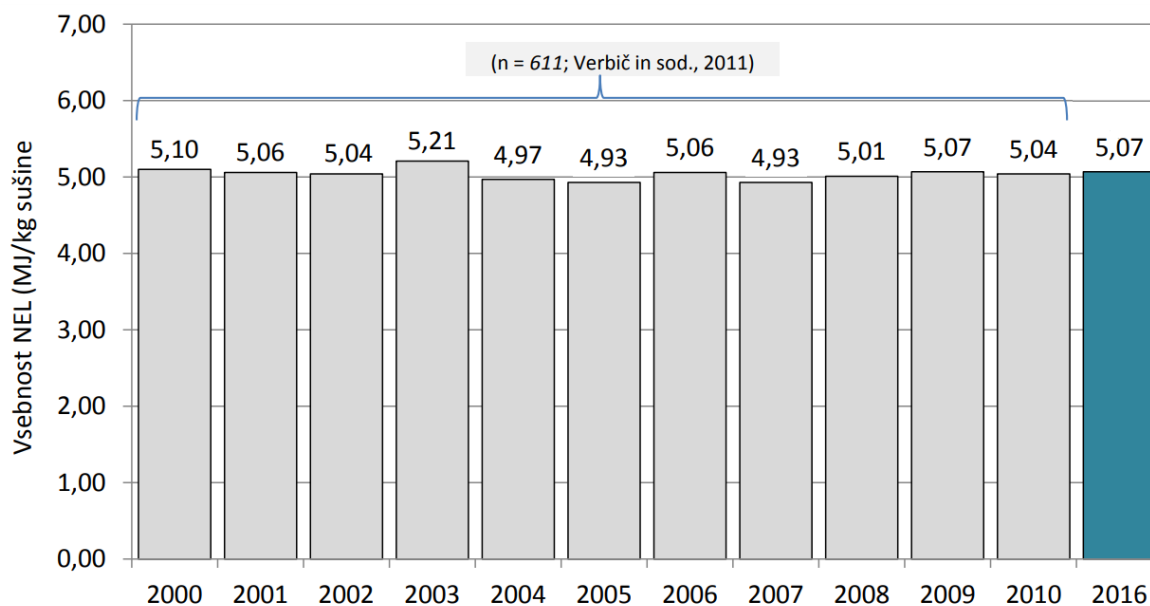


Grafikon 2: Porazdelitev vzorcev mrve, analiziranih v letu 2016, glede na vsebnost neto energije za laktacijo (NEL) (n=159).

Preglednica 2: Sestava in energijska vrednost vzorcev mrve ob prvi in naslednjih košnjah (n=159)

|                      | Sušina | Surove beljakovine | Surova vlaknina | Pepel | NEL          |
|----------------------|--------|--------------------|-----------------|-------|--------------|
|                      | g/kg   | g/kg sušine        |                 |       | MJ/kg sušine |
| Prva košnja (n=72)   | 864    | 85                 | 327             | 82    | 4,80         |
| Druga košnja (n=46)  | 857    | 116                | 295             | 84    | 5,24         |
| Tretja košnja (n=33) | 855    | 132                | 294             | 88    | 5,39         |
| Četrta košnja (n=8)  | 827    | 162                | 263             | 105   | 5,74         |

Rezultati kakovosti mrve so delno v skladu z ugotovitvami Verbiča in sod. (2011), ki kažejo na stagnacijo kakovosti mrve, saj je povprečna vrednost NEL za mrvo povsem enaka povprečni vrednosti v letu 2009 oziroma zgolj za 0,02 MJ NEL boljša v primerjavi vrednostmi za celotno obdobje 2000 do 2010 (Grafikon 3).



Grafikon 3: Povprečna neto energija za laktacijo (NEL) v vzorcih mrve od leta 2000 naprej.

S kakovostjo pridelane mrve v Sloveniji vsekakor ne moremo biti zadovoljni. V preteklosti se je kakovost krme že občutno izboljšala npr. v obdobju 1978 -1998 za 4 %, v zadnjih 16 letih pa ni opaziti trenda, ki bi nakazoval izboljšanje. Na podlagi pridobljenih podatkov z anketnimi listi ugotavljamo, da sta je glavni razloga za to prepozna košnja deloma pa verjetno neugodna botanična sestava travne ruše. V Sloveniji namreč večino sena posušimo na tleh, ker je zato potrebno več dni stabilnega in lepega vremena veliko kmetij zamakne prvo košnjo trajnega travinja v junij ali ponekod celo začetek julija, ko je hranilna vrednost krme že slabša kakor v fazi latenja vodilnih trav v travni ruši.

## **2 ISKANJE TEHNOLOŠKIH REŠITEV ZA DOSUŠEVANJE S SODOBNIMI SUŠILNIMI NAPRAVAMI IN DOSEGANJE BOLJŠE KVALITETE SENA.**

Cilj tega sklopa je proučitev in optimizacija različnih tehnologij sušenja iz vidika procesa sušenja v realnem kmetijskem okolju z upoštevanjem specifik kmetijskega gospodarstva. Izdelava tehnoloških načrtov tipičnih in smotrnih sušilnih naprav za Slovenske razmere. Izdelava tehnoloških navodila za sušenje krme na sušilnih napravah.

Ključno raziskovalno področje v delovnem sklopu je sušenje krme na sušilnih napravah. V okvir delovnega sklopa so bile izvedene sledeče aktivnosti:

- Preučevanje literature s področja sušenja krme in opredelitev sistemov sušilnih naprav.
- Priprava merilne verige za preizkus
- Izvedba preizkusa dve vegetativni leti
- Izdelava tehnoloških načrtov
- Izdelava tehnoloških navodil
- 

### **2.1 Preučevanje sistemov sušilnih naprav**

Sušenje sena se ponovno uveljavlja na slovenskih kmetijah, še posebej tistih, ki svoje izdelke tržijo neposredno končnim potrošnikom. Razlog, zakaj so v preteklosti v dobršni meri opustili ta način konzerviranja krme, je nedvomno v velikih izgubah pri sušenju na tleh in nerazvitih sistemih sušenja na sušilnih napravah za večje količine krme.

Bistvo procesa sušenja je, da v krmi zmanjšamo vsebnost vlage na skladiščno vrednost. Seno je dovolj suho za skladiščenje, če vsebuje vsaj 86 % sušine. Voda, ki se nahaja v celicah in v medceličnem prostoru, prehaja na površino rastline. Pri gibanju zraka ob površini rastline se voda uparja (izhlapeva) do nasičenosti plasti zraka, ki potuje ob rastlini. Zrak je nasičen z vodno paro – vlago, ko doseže relativno vlažnost 100 %. Relativna vlažnost se meri v odstotkih, absolutna vlažnost pa se običajno podaja v g vode na kilogram zraka. Mejne vrednosti absolutne vlažnosti zraka so odvisne od temperature zraka (Preglednica 3). Pri temperaturi 20 °C lahko 1 kg zraka sprejme 14,7 g vode, pri 25 °C pa 20,1 g vode, kar pomeni 37 % več. Sušenje pri višjih temperaturah je zato hitrejše.

Preglednica 3: Absolutna in relativna vlažnost zraka pri različnih temperaturah.

| <b>T zraka [°C]</b> | <b>Relativna vlažnost [%]</b> | <b>Absolutna vlažnost [g vode/kg zraka]</b> |
|---------------------|-------------------------------|---------------------------------------------|
| <b>20</b>           | 65                            | 11,0                                        |
| <b>20</b>           | 100                           | 14,7                                        |
| <b>25</b>           | 65                            | 15,0                                        |
| <b>25</b>           | 100                           | 20,1                                        |

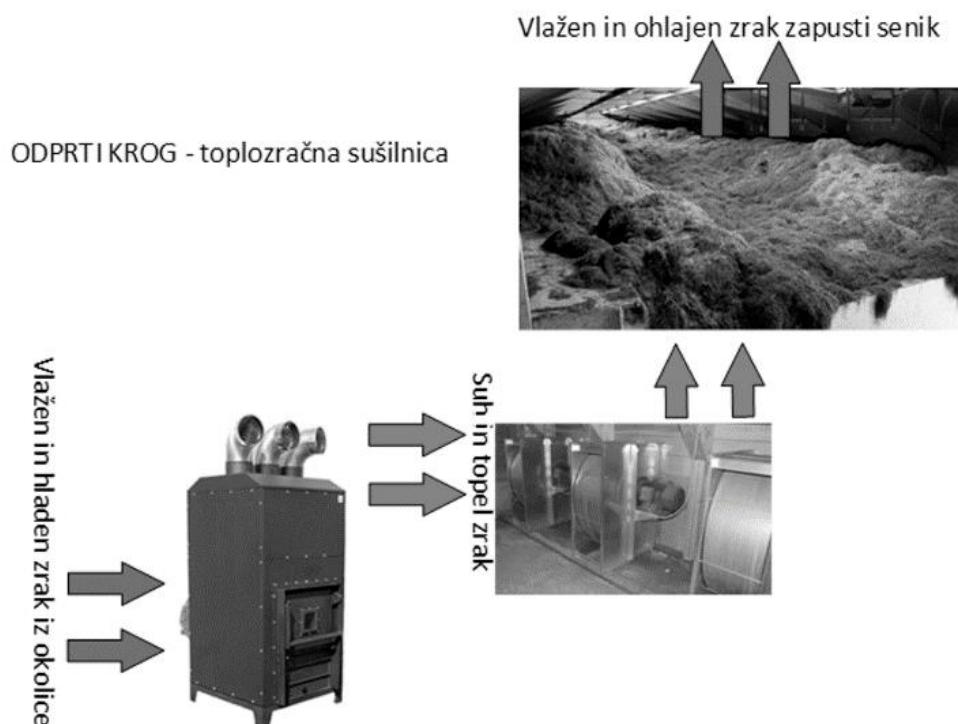
Uporaba sistemov sušenja v praksi je pokazala, da lahko pri prevetrovanju s hladnim zrakom upoštevamo povprečen odvzem 1 g vode na m<sup>3</sup> zraka, pri uporabi sončne strehe 2 g vode na m<sup>3</sup> zraka in pri sušenju s toplotno črpalko tudi do 5 g vode na m<sup>3</sup> zraka.

Osnovni princip sušenja krme je tako pogojen z zagotavljanjem zadostnega pretoka zraka skozi krmo. Tehnološki princip sušenja sena v komori je tako sestavljen v osnovi iz ventilatorja, ki zagotavlja pretok zraka in boksa z rešetko, ki omogoča, da zrak enakomerno prehaja skozi krmo in jo suši. Osnovni princip velja za vse v nadaljevanju predstavljene tehnologije sušenja krme.

V osnovi ločimo sušenje v odprtem zračnem krogu in sušenje v zaprtem zračnem krogu. Sušenje v zaprtem zračnem krogu je sušenje s toplotno črpalko, medtem ko so vsa ostala sušenja (biomasa, plin, toplota iz bioplinarn...) v odprtem zračnem toku.

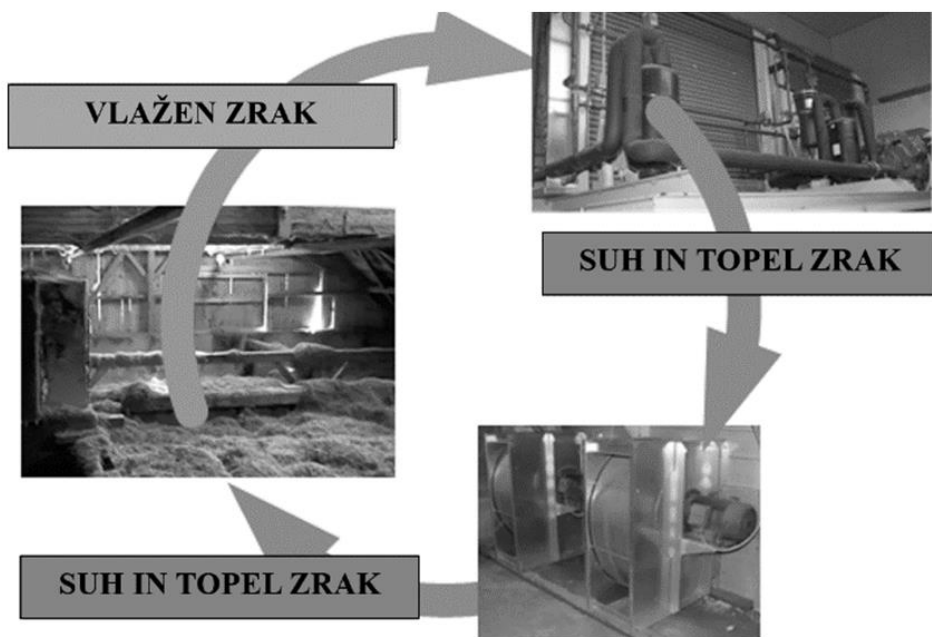
Pri odprtem zračnem toku (Slika 2) zrak sesamo iz okolice in ga preko enega izmed prej omenjenih načinov segrevamo in s tem osušimo ter nato vpihavamo v sušilni boks ali bale. Zrak se pri potovanju skozi krmo navlaži in ohladi, nato pa odvajamo iz sušilne komore v okolico. Slaba stran tovrstnega sušenja je v tem, da v mrzlih spomladanskih ali jesenskih nočeh vedno dogrevamo zunanji zrak z nizko temperaturo. Če je zunanja nočna temperatura 5 °C in segrevamo zrak za 15 °C, temperatura vstopa zraka v boks ne bo višja kot 20 °C. Glede na zgornje ugotovitve je sposobnost zraka za odvzem vlage na 1 m<sup>3</sup> pri nižji temperaturi nižja kot pri višjih temperaturah (Tabela 1).





Slika 2: Odprt zračni tok (vir: skica Janez Benedičič).

Zaprta zračni tok (Slika 3) je značilen za kondenzacijske sušilnice. Zrak kroži od ventilatorjev preko sena kjer se navlaži do toplotne črpalke, ki ga razvlaži in segreje, ter nato ponovno do ventilatorjev. Krog potovanja zraka je tako zaprt in sklenjen. Takšen sistem ni odvisen od zunanjega vremena in zunanje temperature. Učinek sušenja je večji, saj praviloma tudi pri nizkih zunanjih temperaturah in pravilno dimenzioniranem sistemu temperatura vpihanega zraka v seno ni nižja kot 25 °C do 30 °C, kar pomeni večjo možnost odvežam vode iz krme (Preglednica 1).



Slika 3: Zaprt zračni tok (vir: skica Janez Benedičič).

## 2.2 Toplota za sušenje

Z razvojem tehnologij segrevanja zraka in poznavanjem mehanizma adiabatskega sušenja so se poleg hladnega prevetrovanja in prevetrovanja z ogretim zrakom izpod kritine razvili tudi sistemi prevetrovanja s toplim zrakom, ki jih delimo glede na vir energije:

- biomasa: kot vir toplote se uporablja biomasa (drva, peleti, sekanci, žagovina),
- kurilno olje,
- plin
- geotermalna energija
- energija iz bioplinarn
- energija od proizvodnje lesnega plina
- energija iz proizvodnje bioogljja
- sončna energija
- toplotna črpalka

Biomasa, kurilno olje in plin z gorenjem proizvajajo toploto. V primeru toplozračnih peči – termogenov toplota prehaja direktno na zrak. V primeru peči za segrevanje vode pa se ta preko toplovoda transportira do sušilne naprave, kjer preko toplotnega izmenjevalca ogreva zrak (slika 4).



Slika 4: Sistem sušenja z uporabo toplotnega izmenjevalca – dogrevanje z biomaso ali s toploto iz bioplinarne (mobilna sušilnica) (foto Janez Benedičič).

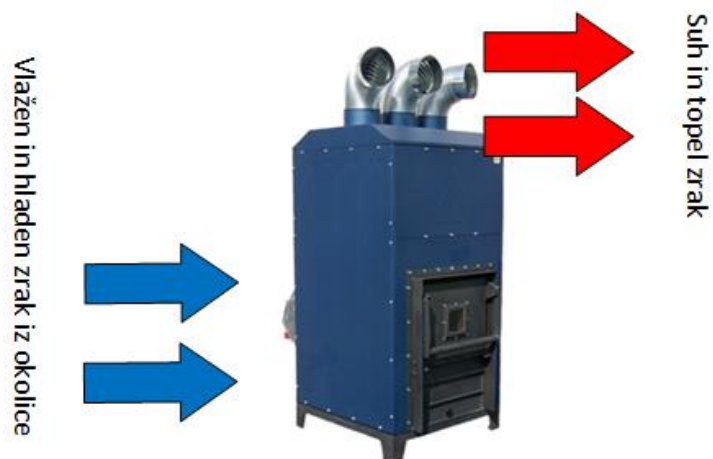
### 2.3 Energija iz biomase

Pridobivanje toplote iz biomase poteka s kurjenjem. To lahko poteka s kurjenjem drva, sekance, peletov, briketov, žaganja in drugih lesnih ostankov. V največji meri se uporabljajo sekanci, saj je potreba po toploti večja (moči kurilnih naprav od 50 kW do 300 kW), kar pomeni, da potrebujemo avtomatski način dovajanja goriva. Glede na način prenosa toplote na zrak pa razlikujemo dva principa:

- neposreden prenos na zrak v peči – termogenu
- posreden prenos v peči: najprej segrevamo vodo, ta toploto prenaša do izmenjevalca toplote, ki je postavljen pri ventilatorju. Zrak kroži skozi izmenjevalec in se tako ogreva

### 2.4 Energija iz plina in fosilnih goriv

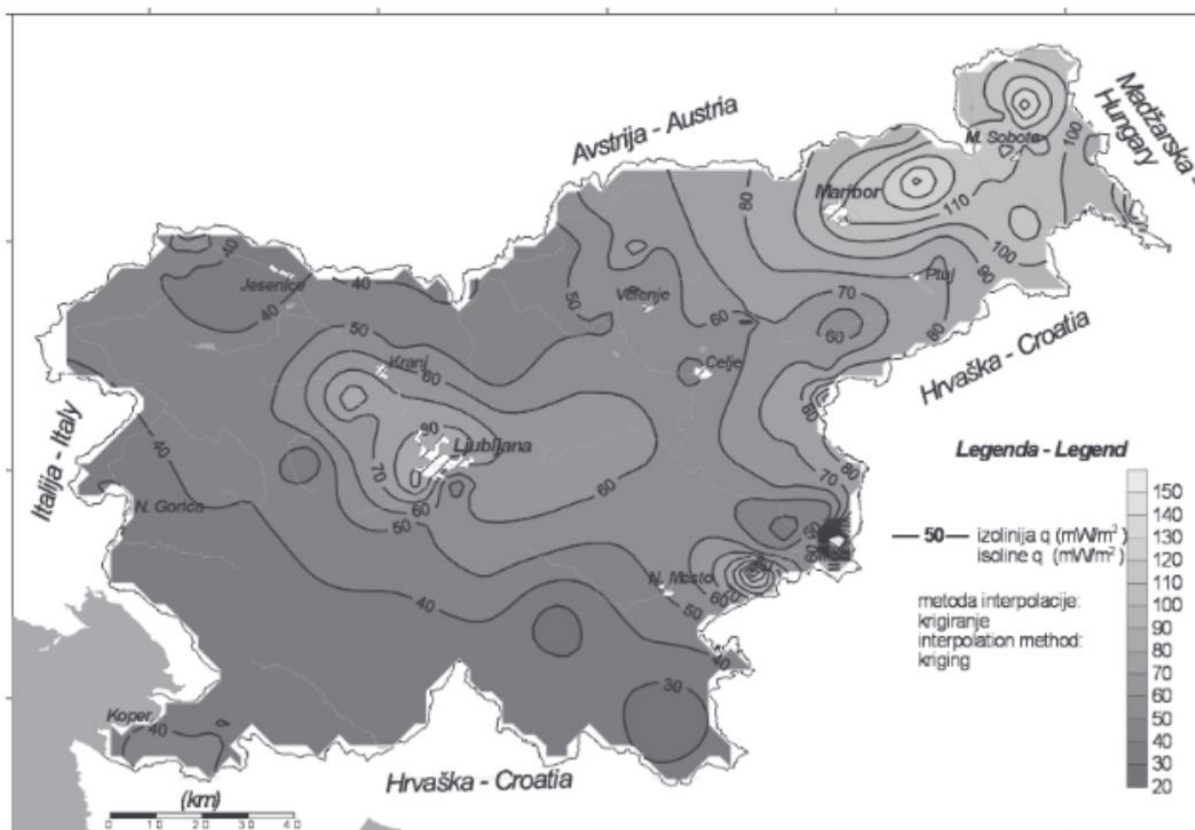
V večini primerov se energija iz plina in fosilnih goriv pridobiva neposredno z gorenjem v izgorevalni komori, katera potem ogreva tok zraka ki prehaja ob komori. Te naprave imenujemo termogeni (slika 5). Plinski in oljni gorilci pa so lahko nameščeni na klasičnih kurilnih napravah in ti potem ogrevajo preko klasičnega ogrevalnega sistema.



Slika 5: Termogen (toplozračna peč) za sušenje (foto Janez Benedičič).

## 2.5 Geotermalna energija

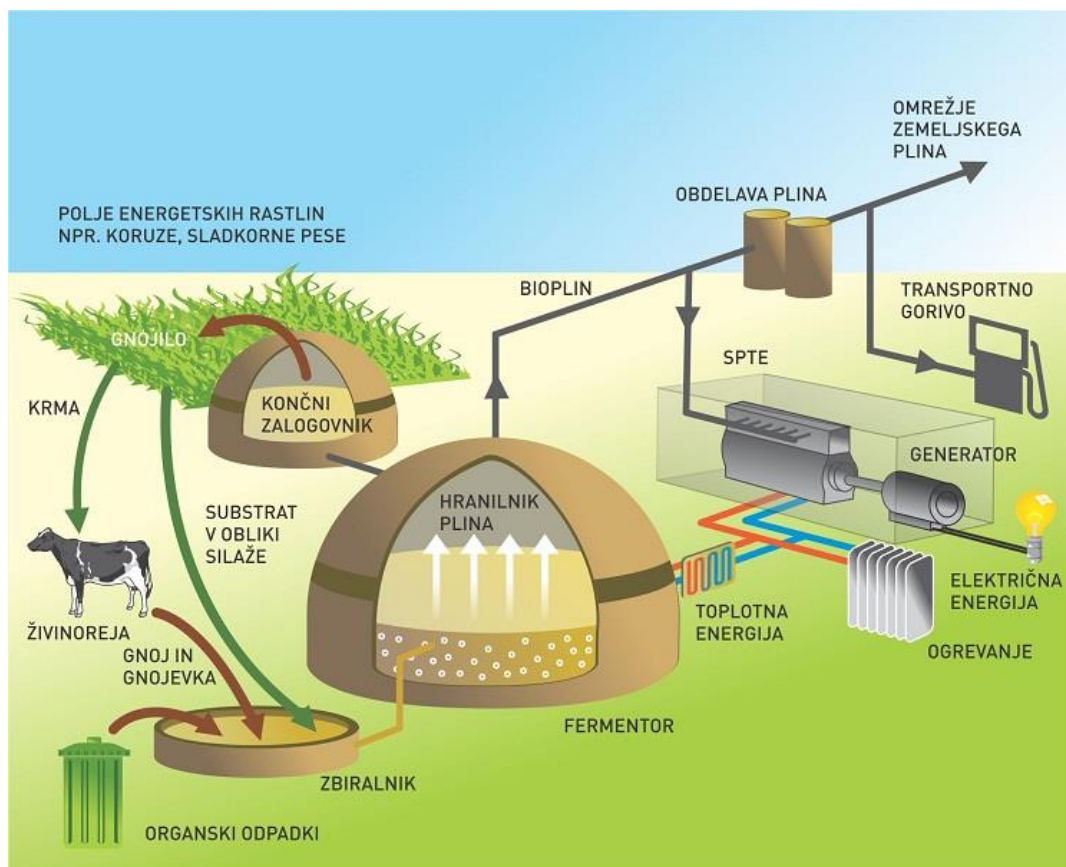
Ta se uporablja lahko na področjih, ki so bogata z geotermalno energijo. Stroški takšnega sistema so precejšnji, saj potrebujemo vrtino z geotermalno vodo. V Sloveniji je takšno področje le v Prekmurju.



Slika 6: Termalni potencial v Sloveniji (vir: <https://alpeadriagreen.wordpress.com/2009/11/30/geotermalna-energija-%E2%80%93-potencial-v-slovenskem-prostoru-in-odprta-vprasanja-o-njeni-rabi/>)

## 2.6 Energija iz proizvodnje bioplinarn

Toplota pri proizvodnji bioplina nastaja kot stranski produkt in se lahko v poletnem času s pridom izkorišča za sušenje sena. Odpadne toplote je lahko več kot 50 %, odvisno od sistema in njegove tehnološke dovršenosti.

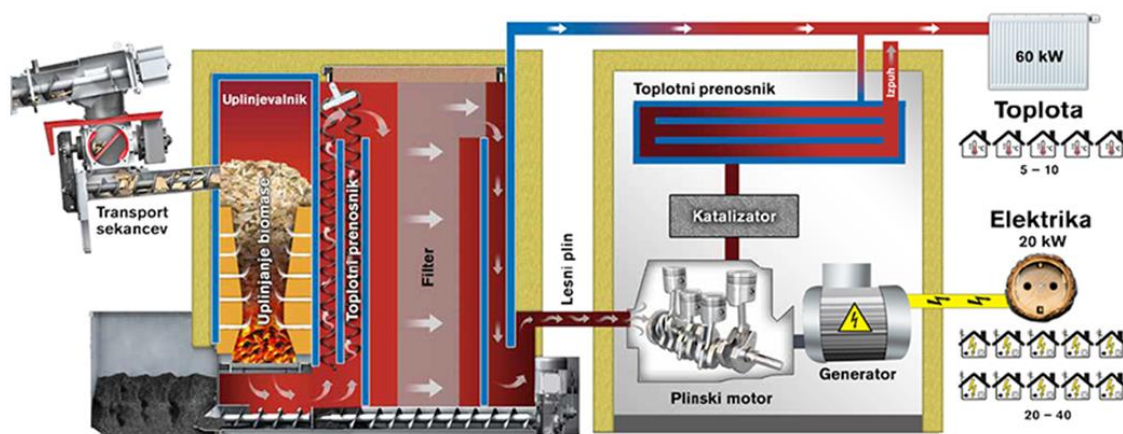


Slika 7: Shema bioplinarne (vir: <https://eucbeniki.sio.si/nit4/1315/index1.html>).

## 2.7 Energija pri proizvodnji elektrike iz lesnega plina

V zadnjem času se pojavlja vedno več kogeneracij s proizvodnjo elektrike iz lesnega plina. Enako kot pri bioplinarnah je toplota stranski proizvod, ki se lahko uporabi za sušenje sena. Investicija v bioplinarno ali v elektrarno na lesni plin je velika. Iz 0,9 kg suhega lesa pridobimo 1 kWh elektrike in 2 kWh toplote.

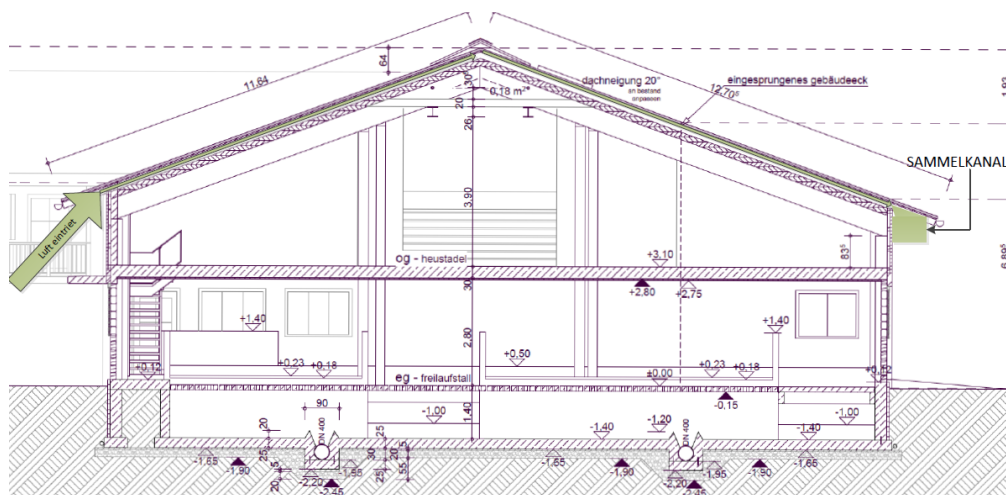




Slika 8: Shema kogeneracije – piroliza (vir: <https://www.mitraka.com/izdelki/kogeneracija-na-lesni-plin-hargassner>).

## 2.8 Sončna energija

Pri sušenju sena uporabljamo sončno energijo za ogrevanje zraka pod strešno kritino. Pod strešno kritino je narejen ožji kanal, ki zagotavlja prehod toplote iz strešne kritine na zrak, med tem ko zrak potuje pod celotno streho. Na drugi strani strehe se zrak zbira v zbirnem kanalu in potuje do ventilatorja, ki ga potem vpihava v kup sena ali bale.



Slika 9: Prerez hleva z nakazanim vstopom zraka pod streho in zbirnim kanalom na levi strani - kmetija Obermüler – Nemčija (vir: Janez Benedičič).

Izkoristek sončne strehe je odvisen od kritine, orientacije strehe in naklona. V spodnjih tabelah so prikazani izkoristki.



Preglednica 4: Izkoristki sončne energije (v %) pri strehah glede na različen nagib oziroma na naklon.

| <b>Orientacija strehe</b> | <b>Nagib/naklon strehe</b> |            |            |            |            |
|---------------------------|----------------------------|------------|------------|------------|------------|
|                           | <b>10°</b>                 | <b>20°</b> | <b>30°</b> | <b>40°</b> | <b>50°</b> |
| 0 južna                   | 98                         | 100        | 99         | 96         | 89         |
| 30                        | 97                         | 99         | 98         | 94         | 88         |
| 60                        | 95                         | 94         | 92         | 89         | 83         |
| 90 zahod/vzhod            | 91                         | 88         | 84         | 79         | 72         |
| 120                       | 88                         | 81         | 73         | 65         | 57         |
| 150                       | 86                         | 76         | 65         | 52         | 39         |
| 180 Sever                 | 85                         | 74         | 62         | 47         | 32         |

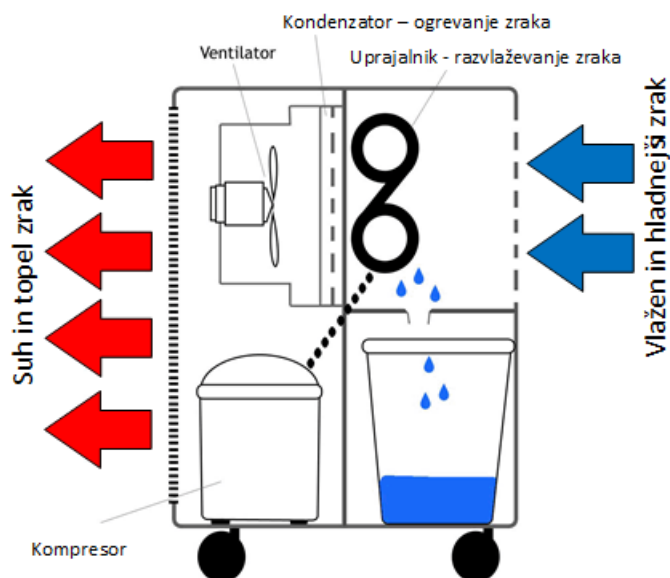
Najboljši izkoristek ima pločevinasta kritina. Sicer podatki za prozorno streho kažejo boljši izkoristek, vendar se moramo zavedati, da prozorna streha z leto izgubi prozornost in se s tem tudi zmanjša izkoristek. Izkoristek tako lahko pade pod izkoristek betonske kritine. V tabeli so prikazani posamezni izkoristki kritin.

Preglednica 5: Izkoristki sončne energije pri različnih vrstah kritine.

| <b>Vrsta kritine</b> | <b>Izkoristek [%]</b> |
|----------------------|-----------------------|
| Prozorna streha      | 58                    |
| Pločevina            | 52                    |
| Eternit plošče       | 42                    |
| Opečnati strešniki   | 37                    |

## 2.9 Toplotna črpalka

Toplotna črpalka upravlja dvojno funkcijo. Zrak razvlažuje in segreva. Zrak, ki v procesu sušenja prihaja iz sušilnega boksa vstopi v toplotno črpalko, kjer se razvlaži in ponovno segreje. Energijo za segrevanje zraka toplotna črpalka v svojem procesu pridobi pri razvlaževanju iz zraka, ki izstopa iz sušilnega sena.



Slika 10: Princip delovanja toplotne črpalke za sušenje sena (skica Janez Benedičič).

## 2.10 Ogled dobre prakse v Nemčiji in Švici

Obiskali smo kmetijo Petra Obermüler-ja na Bavarskem in kmetijo Erwina Niederbergerja v Švici. Kmetija Petra Obermüler-ja redi v povprečju 18 krav molznic in ima kondenzacijsko sušilno napravo. Velikost boksa je 62 m<sup>2</sup>. Za transport pokošene krme v sušilni boks uporablja stropno dvigalo. Kmetija vso krmo suši. Celoten proces sušenja poteka tako, da običajno v dopoldnevu prvega dneva kosi, v popoldnevu prvega ali drugega dneva (odvisno od vremenske napovedi in temperatur) vozi krmo na sušilno napravo. Po sušenju na sušilni napravo krmo balirajo v velike kvadratne bale ter skladišči.

Kmetija Niederberger redi 30 krav rjave pasme v izključno seneni prireji. Krmo sušijo v kondenzacijski sušilnici v kombinaciji s sončno streho. Za izbiro načina sušenja skrbi avtomatika. Način procesa priprave krme za sušenje imata oba kmeta enaka, s tem da pri Niederbergerju krmo sušijo v dveh boksih imajo pa še dva pomožna boksa kjer jo dodatno skladiščijo.

## 2.11 Priprava merilne verige za preizkus

Ključna aktivnost delovnega področja bo merjenje porabe energije pri sušenju z različnimi sistemi. Vsak sistem ima določene specifične, zato snujemo modularno merilno verigo. Sestavljena bo iz sledečih modulov:

- Modul za merjenje vhodnih parametrov (masa vnesene krme, njena vlažnost in kvaliteta)
- Modula za merjenje izhodnih parametrov (kvaliteta, vlažnost, nepravilnosti v posušeni krmi)

- Modul merjenja porabe električne energije
- Modul merjenja porabe toplotne energije

Definirali smo opremo, parametre in postopek meritve vhodnih parametrov. Ti so:

- Merjenje vlažnosti krme
- Merjenje kvalitet krme
- Merjenje mase pripeljane krme na sušilno napravo

Definirali smo opremo, parametre in postopek meritve izhodnih parametrov. Ti so:

- Merjenje vlažnosti krme
- Merjenje kvalitet krme
- Preverjanje nepravilnosti v pripeljani krmi
- Beleženje časa sušenja

Ves čas sušenja smo beležili porabljenno električno energijo za vse naprave, ki so neposredno vključene v sušenje. Pri izvedbah, kjer so bili v sušenje vključene peči na biomaso smo merili tudi porabo toplote

## 2.12 Izvedba preizkusa

### 2.13 Parametri preizkusa

Kmet kot investitor se odloča za uvedbo določene tehnologije tudi na podlagi predvidenega izboljšanja produktivnosti, uvedbe novih izdelkov ali zmanjšanja stroškov. Poleg dodane vrednosti pri trženju novih izdelkov je stroškovni vidik eden izmed pomembnejših pri uvedbi tehnologije sušenja na kmetiji ali kmetijskem podjetju. Stroški sušenja so bili eden izmed spremljanih parametrov preizkusa. Izražen bo v obliki porabljene energije glede na izločeno vodo. Manjša je poraba energije na enoto izločene vode učinkovitejše in cenejše je sušenje. Naslednji parameter, ki smo ga spremljali je masa izločene vode. Osnovni cilj sušenja je izločiti čim več vode iz rastlin in s tem rastlino posušiti. Intenzivnost sušenja je mogoče definirati v masi izločene vode na časovno enoto. Čim večja je ta, tem hitreje in učinkovitejše je sušenje. Pretok zraka je bil predhodno nastavljen na dve vrednosti in sicer spodnjo vrednost  $0,85 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} \text{ m}^{-2}$  in zgornjo vrednost  $0,13 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} \text{ m}^{-2}$ .

### 2.14 Rezultati meritev v letu 2017

Za merjenje porabe energije v letu 2017 smo izbrali več različnih kmetij. Izkazalo se je, da imajo kmetije precej različno tehnično dovršene sisteme sušenja, ki nedvomno vplivajo na ekonomičnost sušenja, kar se je pokazalo tudi pri rezultatih. Vključene so bile sledeče kmetije:

- Kmetija Pr'Jemc (sušenje z Biomaso)
- Kmetija Kukenberger (sušenje s sončno streho in/ali toplotno črpalko)
- Kmetija Pr'Demšarji (sušenje s sončno streho in/ali toplotno črpalko)
- Kmetija Verbič (sušenje s hladnim zrakom)

Preglednica 6: Povzetek opravljenih meritev v letu 2017.

| <b>Tehnologija sušenja</b>       | <b>Sodobnost naprave</b>                        | <b>Kmetija</b> | <b>Povprečna vlažnost (v %)</b>                 | <b>Zaporedna košnja</b> | <b>Poraba kWh na kg sušine</b>                                               | <b>Količina za sušenje [kg sušine]</b> |
|----------------------------------|-------------------------------------------------|----------------|-------------------------------------------------|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Hladen zrak                      | Brez prilagoditev in kontrole                   | Verbič         | 14,3                                            | Druga                   | 0,027                                                                        | 3397                                   |
| Sončna streha                    | Nastavljanje pretoka zraka                      | Kukenberger    | 27,0                                            | Tretja                  | 0,155                                                                        | 3395                                   |
| Sončna streha                    | Merjenje pretoka in nastavljanje pretoka zraka  | Demšar         | 45,0                                            | Druga                   | 0,043                                                                        | 1677                                   |
| Sončna streha + toplotna črpalka | Merjenje pretoka in nastavljanje pretoka zraka  | Demšar         | 35,3                                            | Prva                    | 0,063                                                                        | 5341                                   |
| Toplotna črpalka                 | Merjenje pretoka in nastavljanje pretoka zraka  | Demšar         | 32,7                                            | Tretja                  | 0,153                                                                        | 3022                                   |
| Sončna streha + toplotna črpalka | Merjenje pretoka in nastavljanje pretoka zraka. | Demšar         | 37,0 (polovica krme je bila bolj vlažna > 47,0) | Tretja                  | 0,310                                                                        | 1428                                   |
| Biomasa                          | Brez prilagoditev in kontrole                   | Jemc           | 20,0                                            | Druga                   | 0,085 kWh/kg SS - električna energija<br>1,63 kWh/kg SS – porabljena toplota | 1766                                   |

### 2.14.1 Kmetija: Kukenberger

Opis: Kmetija se nahaja v okolici Trebnja na Dolenjskem. Redijo povprečno 25 krav molznic rjave pasme. Živali krmijo izključno s senom, v poletnem času pa so tudi na paši. Kmetija vso krmo posuši na kondenzacijski sušilni napravi. Za sušenje uporablja tudi sončno streho. Ima dva sušilna boksa vsak velikosti 62 m<sup>2</sup>.

Predlagane izboljšave: Uvedba merjenja pretoka zraka za optimalnejše sušenje

Preglednica 7: Način sušenja krme in poraba električne energije v poskusu na kmetiji Kukenberger.

|                                                            |                                                        |
|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Košnja                                                     | druga – otava; tretja - lucerna                        |
| Datum košnje                                               | 5.07.2017                                              |
| Ura košnje                                                 | 11:00                                                  |
| Obračanje                                                  | raztros takoj po košnji in naslednji dan zgrabljevanje |
| Spravilo                                                   | 28 ur po košnji (6.7.2017 od 15:00 naprej)             |
| Pridelek uvele lucerne pripeljan na sušilno napravo (v kg) | 1845                                                   |
| Vlažnost uvele lucerne pred dosuševanjem (%)               | 27,0                                                   |
| Pridelek lucerne po sušenju na sušilni napravi (v kg)      | 1347                                                   |
| Pridelek uvele otave pripeljan na sušilno napravo (v kg)   | 2355                                                   |
| Vlažnost otave pred dosuševanjem (%)                       | 13,0                                                   |
| Pridelek otave po sušenju na sušilni napravi (v kg)        | 2049                                                   |
| Poraba električne energije                                 |                                                        |
| Ventilator (kWh)                                           | 210                                                    |
| Toplotna črpalka(kWh)                                      | 0                                                      |
| Poraba skupaj (kWh)                                        | 210                                                    |
| Poraba na kg sušine (kWh na kg SS)                         | 0,156                                                  |

### 2.14.2 Kmetija: Demšar

Opis: Kmetija se nahaja v Škofjeloškem hribovju. Redijo povprečno 9 krav molznic rjave pasme in lisaste. Živali krmijo izključno s senom, v poletnem času imajo zagotovljen izpust, pasejo le mlade živali. Kmetija vso krmo posuši na kondenzacijski sušilni napravi. Za sušenje uporablja tudi sončno streho. Ima tri sušilne bokse vsak velikosti 43 m<sup>2</sup>.

Predlagane izboljšave: Optimalnejši čas košnje

Preglednica 8: Način sušenja krme in poraba električne energije v prvem poskusu na kmetiji Demšar

|                                                          |                                                       |
|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Košnja                                                   | druga                                                 |
| Datum košnje                                             | 4.6.2017                                              |
| Ura košnje                                               | 09:00                                                 |
| Obračanje                                                | prvo obračanje takoj po košnji, naslednje pa ob 13:00 |
| Spravilo                                                 | 6 ur po košnji (4.6.2017 od 15:00 naprej)             |
| Pridelek uvele otave pripeljan na sušilno napravo (v kg) | 3049                                                  |
| Izmerjena vlažnost vzorca (v %)                          | 45,0                                                  |
| Pridelek otave po sušenju na sušilni napravi (v kg)      | 1677                                                  |
| Poraba električne energije                               |                                                       |
| Ventilator (kWh)                                         | 72,8                                                  |
| Toplotna črpalka (kWh)                                   | 0                                                     |
| Poraba skupaj (kWh)                                      | 72,8                                                  |
| Poraba (kWh na kg sušine)                                | 0,043                                                 |
| Povprečna poraba ventilatorja (kWh na h)                 | 2,2                                                   |

Preglednica 9: Način sušenja krme in poraba električne energije v drugem poskusu na kmetiji Demšar.

|                                                         |                                                                     |
|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Košnja                                                  | druga                                                               |
| Datum košnje                                            | 8.06.2017                                                           |
| Ura košnje                                              | 15:00                                                               |
| Obračanje                                               | prvo obračanje takoj po košnji, naslednje pa naslednji dan ob 11:00 |
| Spravilo                                                | 21 ur po košnji (9.6.2017 od 16:00 dalje)                           |
| Pridelek uvele otave pripeljan na sušilno napravo(v kg) | 8260                                                                |
| Vlažnost otave pred sušenjem (v %)                      | 35,0                                                                |
| Pridelek otave po sušenju na sušilni napravi (v kg)     | 5342                                                                |
| <b>Poraba električne energije</b>                       |                                                                     |
| Ventilator (kWh)                                        | 64,1                                                                |
| Toplotna črpalka (kWh)                                  | 277,6                                                               |
| Poraba skupaj (kWh)                                     | 341,7                                                               |
| Poraba (kWh na kg sušine)                               | 0,064                                                               |
| Povprečna poraba ventilatorja (kWh/h)                   | 1,9                                                                 |



Preglednica 10: Način sušenja krme in poraba električne energije v tretjem poskusu na kmetiji Demšar

|                                                         |                                            |
|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Košnja                                                  | tretja                                     |
| Datum košnje                                            | 17.08.2017                                 |
| Ura košnje                                              | 16:00                                      |
| Obračanje                                               | raztros naslednji dan ob 10:00             |
| Spravilo                                                | 23 ur po košnji (18.8.2017 od 15:00 dalje) |
| Pridelek uvele otave pripeljan na sušilno napravo(v kg) | 4570                                       |
| Vlažnost otave pred sušenjem (v %)                      | 32,8                                       |
| Pridelek otave po sušenju na sušilni napravi (v kg)     | 3022                                       |
| <b>Poraba električne energije</b>                       |                                            |
| Ventilator (kWh)                                        | 100                                        |
| Toplotna črpalka (kWh)                                  | 374                                        |
| Poraba skupaj (kWh)                                     | 474                                        |
| Poraba (kWh na kg sušine)                               | 0,157                                      |
| <b>Čas sušenja na sušilni napravi (h)</b>               | 35                                         |

Preglednica 11: Način sušenja krme in poraba električne energije v četrtem poskusu na kmetiji Demšar

|                                                          |                                            |
|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Košnja                                                   | tretja                                     |
| Datum košnje                                             | 29.08.2017                                 |
| Ura košnje                                               | 14:00                                      |
| Obračanje                                                | raztros isti dan ob 15:00                  |
| Spravilo                                                 | 25 ur po košnji (30.8.2017 od 15:00 dalje) |
| Pridelek uvele otave pripeljan na sušilno napravo (v kg) | 2475                                       |
| Izmerjena vlažnost vzorca (v %)                          | 37,4                                       |
| Pridelek otave po sušenju na sušilni napravi (v kg)      | 1428                                       |
| <b>Poraba električne energije</b>                        |                                            |
| Ventilator (kWh)                                         | 85                                         |
| Toplotna črpalka (kWh)                                   | 360                                        |
| Poraba skupaj (kWh)                                      | 445                                        |
| Poraba (kWh na kg sušine)                                | 0,312                                      |
| Čas sušenja na sušilni napravi (h)                       | 31                                         |

### 2.14.3 Kmetija: Jemc

Opis: Kmetija se nahaja v naselju Davča na Gorenjskem. Redijo povprečno 10 krav molznic lisaste pasme. Živali krmijo izključno s senom, v poletnem času pa so tudi na paši. Kmetija vso krmo posuši na sušilni napravi z dogrevanjem zraka z biomaso. Pri dosuševanju krme velikokrat kombinirajo uporabo segretega zraka izpod sončne strehe. Razpolagajo z dvema sušilnima boksoma v velikosti 50 m<sup>2</sup>.

Predlagane izboljšave: Ventilator je brez frekvenčnega pretvornika zato porabi skoraj. 40 % več energije, ko če bi obratoval pri optimalnih vrtljajih.

Preglednica 12: Način sušenja krme in poraba električne energije pri sušenju krme na kmetiji Jemc

| Košnja                                                   | drugi                   |
|----------------------------------------------------------|-------------------------|
| Datum košnje                                             | 1.08.2017               |
| Ura košnje                                               | 10:00                   |
| Obračanje                                                | samo enkrat             |
| Spravilo                                                 | 2.8.2017 od 11:00 dalje |
| Pridelek uvele otave pripeljan na sušilno napravo (v kg) | 2208                    |
| Izmerjena vlažnost vzorca (v %)                          | 20                      |
| Pridelek otave po sušenju na sušilni napravi (v kg)      | 1766                    |
| <b>Poraba električne energije</b>                        |                         |
| Ventilator (kWh)                                         | 150                     |
| Toplotna črpalka (kWh)                                   | 2876                    |
| Poraba skupaj (kWh)                                      | 1,628                   |
| Poraba (kWh na kg sušine)                                | 0,085                   |

#### 2.14.4 Ugotovitve meritev na podlagi meritev v 2017

- Kmetije, z sodobnimi izpopolnjenimi sistemi sušenja dosegajo povprečno manjše stroške sušenja, kot kmetije s starejšimi in tehnološko slabšimi sistemi sušenja. Kmetija Jemc ima približno enako površino boksa (45 m<sup>2</sup>) kot kmetija Demšar. Moč

ventilatorja je 7,5 kW, med tem ko ima kmetija Demšar povprečno moč na ventilatorju 3 kW. Glede na površino boksa je torej moč ventilatorja na kmetiji Jemc večja od dejanskih potreb. To potrjujejo tudi izvedena sušenja na obeh kmetijah. Ob upoštevanju stroška toplote in električne energije v primerjavi s sušenjem na kmetiji Demšar je bilo sušenje na kmetiji Jemc dražje za več kot 100 %.

- Kmetija Kukenberger je imela težave pri sušenju, kar tudi odraža prekomerna poraba – je odstopala od porabe pri ostalih meritvah. Običajno na tej kmetiji sušijo s toplotno črpalko in so tokrat prvič sušili samo s sončno streho. Premajhna pozornost pri kontroli sušenja je prispevala bistveno prispevali k preveliki porabi energije za sušenje, glede na vlažnost pripeljane krme na sušilne naprave.
- Neugodno na trajanje sušenja na dosuševalni napravi vpliva tudi velika razlika v vlažnosti krme, ki se hkrati suši na sušilni napravi. To dokazujejo rezultati iz kmetije Kukenberger, kmetije Jemc in kmetije Demšar – tretja košnja. Poraba energije na vseh treh sušenjih je bila značilno večja kot pri ostalih sušenjih, ker je bilo odstopanje v vlažnosti sušene krme bistveno manjše.

## **2.15 Rezultati meritev v letu 2018**

V letu 2018 smo nadaljevali z izvajanjem meritev sušenja krme. Na štirih kmetijah smo izvedli 8 meritev na različnih vrstah sušilnih naprav. Za vsako vrsto sušilne naprave smo izvedli minimalno dve meritvi, razen za sušenje s hladnim zrakom. Meritve smo izvajali na sušilni napravi, kjer sušijo krmo s pomočjo toplotne črpalke, sončne strehe v kombinaciji s toplotno črpalko, biomase v kombinaciji s sončno streho in samo s sončno streho. Vlažnost krme pripeljane na sušilno napravo je bila v razponu od 24 % (sušenje s hladnim zrakom) do 55 % (sušenje s toplotno črpalko). Spodnja preglednica prikazuje povzetek meritev.

Preglednica 13: Povzetek opravljenih meritev na sušilnih napravah v letu 2018.

| <b>Tehnologija</b>               | <b>Kmetija</b> | <b>Vlažnost (v %)</b> | <b>Poraba kWh/kgSS</b>                       | <b>Količina za sušenje [kg SS]</b> |
|----------------------------------|----------------|-----------------------|----------------------------------------------|------------------------------------|
| Hladen zrak                      | Verbič         | 24,0 %                | 0,024                                        | 3067                               |
| Toplotna črpalka                 | Kukenberger    | 44,2 %                | 0,21                                         | 5320                               |
| Toplotna črpalka                 | Kukenberger    | 42,0 %                | 0,29                                         | 4674                               |
| Sončna streha + toplotna črpalka | Demšar         | 34,9 %                | 0,07                                         | 3425                               |
| Sončna streha                    | Demšar         | 27,0 %                | 0,028                                        | 3940                               |
| Sončna streha                    | Demšar         |                       |                                              |                                    |
| Toplotna črpalka                 | Demšar         | 55,0 %                | 0,32                                         | 1501                               |
| Biomasa + sončna streha          | Bogataj        | 46,0 %                | 0,063 električne energije + 0,66 kWh toplote | 17344                              |
| Biomasa + sončna streha          | Bogataj        | 39,0%                 | 0,051 električne energije + 0,53 kWh toplote | 18141                              |

### 2.15.1 Kmetija: Janko Verbič

Kmetija leži na Vrhniki na robu Ljubljanskega barja, je živinorejsko/poljedelsko usmerjena. Redi v povprečju 5 krav molznic, ki jih krmi izključno s senom z dodatki doma pripravljenih močnih krmil. Na kmetiji v povprečju kosijo 6 ha travinja, od tega je 1 ha sejanega, 2,5 ha barjanskega travinja in 2,5 ha travinja na obrobju barja. Na kmetiji večji del pokošene krme vsaj delno dosušujejo na sušilni napravi, izjema so barjanski travniki, ki jih običajno posušijo na tleh, krma barjanskih travnikov je namenjena predvsem za krmo telic in presušenih krav. Na kmetiji sta dve dosuševalni napravi na hladen zrak, prva ima komoro tlorisne površine 9 x 9 m, druga ima površino 9 x 7 m. Povprečna višina naloženega sena v polni komori je 4 m.

Preglednica 14: Način priprave krme, sušenja in poraba električne energije na kmetiji Verbič.

|                                                          |                                                 |
|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Košnja                                                   | tretja                                          |
| Datum košnje                                             | 17.07.2018                                      |
| Ura košnje                                               | 17:00                                           |
| Tip sušenja                                              | <b>prevetrovanje na hladen zrak</b>             |
| Obračanje                                                | 4x                                              |
| Spravilo                                                 | (50 ur po košnji) (19.07.2018, od 19.00 naprej) |
| Pridelek uvele otave pripeljan na sušilno napravo (v kg) | 4025                                            |
| Izmerjena vlažnost vzorca (v %)                          | 24                                              |
| Pridelek otave po sušenju na sušilni napravi (v kg)      | 3067                                            |
| Izmerjena vlažnost po sušenju                            | 10                                              |
| Količina izločene vode voda (v kg)                       | 651,3                                           |
| <b>Poraba električne energije</b>                        |                                                 |
| Ventilator (kWh)                                         | 75                                              |
| Toplotna črpalka (kWh)                                   | 0                                               |
| Poraba skupaj (kWh)                                      | 75                                              |
| Poraba na kg sušine (kWh/kg SS)                          | 0,024                                           |
| Poraba na kg posušene krme (kWh/kg posušene krme)        | 0,022                                           |
| Poraba na kg izločene vode (kWh/kg izl. vode)            | 0,115                                           |

## 2.15.2 Kmetija: Toni Kukenberger

Preglednica 15: Način priprave krme, sušenja in poraba električne energije na kmetiji Kukenberger.

|                                                          |                                             |
|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Košnja                                                   | prva                                        |
| Datum košnje                                             | 24.04.2018                                  |
| Ura košnje                                               | 11:00                                       |
| Tip sušenja                                              | samo toplotna                               |
| Obračanje                                                |                                             |
| Spravilo                                                 | 29 ur po košnji ( 25.4.2018 od 16:00 dalje) |
| Pridelek uvele otave pripeljan na sušilno napravo (v kg) | 9535                                        |
| Izmerjena vlažnost vzorca (v %)                          | 44,2                                        |
| Pridelek otave po sušenju na sušilni napravi (v kg)      | 5320                                        |
| Izmerjena vlažnost po sušenju                            | 10,0                                        |
| Količina izločene vode voda (v kg)                       | 3683                                        |
| <b>Poraba električne energije</b>                        |                                             |
| Ventilator (kWh)                                         | 405,7                                       |
| Toplotna črpalka(kWh)                                    | 713                                         |
| Poraba skupaj(kWh)                                       | 1118,7                                      |
| Poraba (kWh na kg SS)                                    | 0,210                                       |
| Poraba(kWh na kg posušene krme)                          | 0,191                                       |
| Poraba (kWh na kg izločene vode)                         | 0,304                                       |
| Čas sušenja na sušilni napravi (h)                       | 57                                          |
| Intenzivnost sušenja na čas (kg/h)                       | 64,61                                       |
| Intenzivnost sušenja na SS (kg/uro/tono posušene krme)   | 11,04                                       |

Preglednica 16: Način priprave krme, sušenja in poraba električne energije na kmetiji Kukenberger.

|                                                          |                           |
|----------------------------------------------------------|---------------------------|
| Košnja                                                   | prva                      |
| Datum košnje                                             | 27.04.2018                |
| Ura košnje                                               | dopoldan                  |
| Tip sušenja                                              | samo toplotna             |
| Obračanje                                                |                           |
| Spravilo                                                 | 28.04.2018 od 17:00 dalje |
| Pridelek uvele otave pripeljan na sušilno napravo (v kg) | 8060                      |
| Izmerjena vlažnost vzorca (v %)                          | 42,0                      |
| Pridelek otave po sušenju na sušilni napravi (v kg)      | 4674                      |
| Izmerjena vlažnost po sušenju                            | 10,0                      |
| Količina izločene vode voda (v kg)                       | 2919                      |
| <b>Poraba električne energije</b>                        |                           |
| Ventilator (kWh)                                         | 502                       |
| Toplotna črpalka(kWh)                                    | 881                       |
| Poraba skupaj(kWh)                                       | 1383                      |
| Poraba (kWh na kg SS)                                    | 0,296                     |
| Poraba (kWh na kg posušene krme)                         | 0,269                     |
| Poraba (kWh na kg izločene vode)                         | 0,474                     |
| Čas sušenja na sušilni napravi (h)                       | 65                        |
| Intenzivnost sušenja na čas (kg/h)                       | 44,9                      |
| Intenzivnost sušenja na SS (kg/uro/tono posušene krme)   | 8,7                       |



### 2.15.3 Kmetija: Demšar

Preglednica 17: Način priprave krme, sušenja in poraba električne energije na kmetiji Demšar.

|                                                          |                          |
|----------------------------------------------------------|--------------------------|
| Košnja                                                   | prvi odkos               |
| Datum košnje                                             | 15.06.2018               |
| Ura košnje                                               | dopoldan                 |
| Tip sušenja                                              | <b>toplotna + sončna</b> |
| Obračanje                                                | 2x                       |
| Spravilo                                                 | 16.06.2018 popoldan      |
| Pridelek uvele otave pripeljan na sušilno napravo (v kg) | 5246                     |
| Izmerjena vlažnost vzorca (v %)                          | 34,7                     |
| Pridelek otave po sušenju na sušilni napravi (v kg)      | 3425                     |
| Izmerjena vlažnost po sušenju                            | 10,0                     |
| Količina izločene vode voda (v kg)                       | 1479                     |
| <b>Poraba električne energije</b>                        |                          |
| Ventilator (kWh)                                         | 89,3                     |
| Toplotna črpalka(kWh)                                    | 147,9                    |
| Poraba skupaj (kWh)                                      | 237,2                    |
| Poraba (kWh na kg SS)                                    | 0,069                    |
| Poraba (kWh na kg posušene krme)                         | 0,063                    |
| Poraba (kWh na kg izločene vode)                         | 0,160                    |
| Čas sušenja na sušilni napravi (h)                       | 28                       |
| Intenzivnost sušenja na čas (kg/h)                       | 52,8                     |
| Intenzivnost sušenja na SS (kg/uro/tono posušene krme)   | 14,0                     |

Preglednica 18: Način priprave krme, sušenja in poraba električne energije na kmetiji Demšar

|                                                          |                      |
|----------------------------------------------------------|----------------------|
| Košnja                                                   | druga                |
| Datum košnje                                             | 17.07.2018           |
| Ura košnje                                               | zvečer               |
| Tip sušenja                                              | samo sončna          |
| Obračanje                                                | 2x                   |
| Spravilo                                                 | 18.07.2018, popoldan |
| Pridelek uvele otave pripeljan na sušilno napravo (v kg) | 5398                 |
| Izmerjena vlažnost vzorca (v %)                          | 27                   |
| Pridelek otave po sušenju na sušilni napravi (v kg)      | 3940                 |
| Izmerjena vlažnost po sušenju                            | 10                   |
| Količina izločene vode voda (v kg)                       | 1064                 |
|                                                          |                      |
| <b>Poraba električne energije</b>                        |                      |
| Ventilator (kWh)                                         | 111,1                |
| Toplotna črpalka(kWh)                                    |                      |
| Poraba skupaj (kWh)                                      | 111,1                |
| Poraba (kWh na kg SS)                                    | 0,028                |
| Poraba (kWh na kg posušene krme)                         | 0,026                |
| Poraba (kWh na kg izločene vode)                         | 0,104                |
| Čas sušenja na sušilni napravi (h)                       | 35                   |
| Intenzivnost sušenja na čas (kg/h)                       | 30,4                 |
| Intenzivnost sušenja na SS (kg/uro/tono posušene krme)   | 7,0                  |

Preglednica 19: Način priprave krme, sušenja in poraba električne energije na kmetiji Demšar.

|                                                          |                      |
|----------------------------------------------------------|----------------------|
| Košnja                                                   | tretja               |
| Datum košnje                                             | 18.09.2018           |
| Ura košnje                                               | 13:00                |
| Tip sušenja                                              | toplotna + sončna    |
| Obračanje                                                | 2 x                  |
| Spravilo                                                 | 19.09.2018, popoldan |
| Pridelek uvele otave pripeljan na sušilno napravo (v kg) | 4662                 |
| Izmerjena vlažnost vzorca (v %)                          | 48,0                 |
| Pridelek otave po sušenju na sušilni napravi (v kg)      | 2428                 |
| Izmerjena vlažnost po sušenju                            | 10,0                 |
| Količina izločene vode voda (v kg)                       | 1991                 |
| <b>Poraba električne energije</b>                        |                      |
| Ventilator (kWh)                                         | 124                  |
| Toplotna črpalka(kWh)                                    | 270                  |
| Poraba skupaj (kWh)                                      | 394                  |
| Poraba (kWh na kg SS)                                    | 0,162                |
| Poraba (kWh na kg posušene krme)                         | 0,148                |
| Poraba (kWh na kg izločene vode)                         | 0,198                |
| Čas sušenja na sušilni napravi (h)                       | 16                   |
| Intenzivnost sušenja na čas (kg/h)                       | 124,4                |
| Intenzivnost sušenja na SS (kg/uro/tono posušene krme)   | 46,6                 |

Preglednica 20: Način priprave krme, sušenja in poraba električne energije na kmetiji Demšar.

|                                                          |                   |
|----------------------------------------------------------|-------------------|
| Košnja                                                   | tretja            |
| Datum košnje                                             | 3.09.2018         |
| Ura košnje                                               | 18:00             |
| Tip sušenja                                              | samo toplotna     |
| Obračanje                                                | 1 x               |
| Spravilo                                                 | 4.9.2018 ob 16:00 |
| Pridelek uvele otave pripeljan na sušilno napravo (v kg) | 3350              |
| Izmerjena vlažnost vzorca (v %)                          | 55,0              |
| Pridelek otave po sušenju na sušilni napravi (v kg)      | 1501              |
| Izmerjena vlažnost po sušenju                            | 10,0              |
| Količina izločene vode voda (v kg)                       | 1699              |
| <b>Poraba električne energije</b>                        |                   |
| Ventilator (kWh)                                         | 133,9             |
| Toplotna črpalka(kWh)                                    | 346,6             |
| Poraba skupaj (kWh)                                      | 480,5             |
| Poraba (kWh na kg SS)                                    | 0,320             |
| Poraba (kWh na kg posušene krme)                         | 0,291             |
| Poraba (kWh na kg izločene vode)                         | 0,283             |
| Čas sušenja na sušilni napravi (h)                       | 35,0              |
| Intenzivnost sušenja na čas (kg/h)                       | 48,54             |
| Intenzivnost sušenja na SS (kg/uro/tono posušene krme)   | 29,4              |

#### 2.15.4 Kmetija: Matej Bogataj

Opis: Kmetija se nahaja v naselju Gorenja vas v Poljanski dolini. Redijo povprečno 45 krav molznic lisaste pasme. Živali krmijo izključno s senom. Kmetija vso krmo posuši na sušilni napravi z dogrevanjem zraka z biomaso. Za sušenje uporablja tudi sončno streho. Ima tri sušilne bokse vsake velikosti 196 m<sup>2</sup>.

Predlagane izboljšave: Tudi med procesi v sirarni bi lahko odvečno toploto dovajali v sušilno napravo.

Preglednica 21: Način priprave krme, sušenja in poraba električne energije na kmetiji Bogataj.

|                                   |                       |
|-----------------------------------|-----------------------|
| Košnja                            | tretja                |
| Datum košnje                      | 24.07.2018            |
| Ura košnje                        | dopoldan              |
| Tip sušenja                       | biomasa               |
| Obračanje                         | 2x                    |
| Spravilo                          | 25.07.2018, po 12 uri |
| <b>Vnos</b>                       | 32120                 |
| <b>Izmerjena vlažnost vzorca</b>  | 46,0                  |
| <b>Vnešena SS</b>                 | 17344                 |
| <b>Vlažnost po sušenju</b>        | 10,0                  |
| <b>Izločena voda</b>              | 13042                 |
| <b>Poraba električne energije</b> |                       |
| Ventilator (kWh)                  | 1203,5                |
| Toplotna črpalka(kWh)             |                       |
| Poraba skupaj (kWh)               | 1203,5                |
| Poraba (kWh na kg SS)             | 0,069                 |
| Poraba (kWh na kg posušene krme)  | 0,063                 |
| Poraba (kWh na kg izločene vode)  | 0,092                 |

|                                                        |       |
|--------------------------------------------------------|-------|
| Čas sušenja na sušilni napravi (h)                     | 75    |
| Intenzivnost sušenja na čas (kg/h)                     | 173,9 |
| Intenzivnost sušenja na SS (kg/uro/tono posušene krme) | 9,1   |
| Poraba toplote (MWh)                                   | 11,55 |
| Ekvivalent sekanci (m <sup>3</sup> )                   | 16,5  |
| Poraba toplote na kg SS (kWh)                          | 0,666 |
| Poraba toplote na kg SS (kWh)                          | 0,733 |

### 2.15.5 Ugotovitve na podlagi poskusov v 2018

Na podlagi porabe električne energije se je izkazalo, da je stroškovno ugodnejše sušenje, kjer se kot glavni vir ali dodatno uporablja segret zrak izpod sončne strehe, kar je razvidno iz porabe električne energije v priloženi tabeli meritev. Takšen način sušenja nam tudi omogoča sušenje bolj vlažne krme. Primerjava med različnimi tehnologijami (biomasa, toplotna črpalka) kaže na nekoliko višji strošek sušenja z biomaso (0,0244 €/kg SS – toplotna črpalka + sončna streha; 0,030 €/kg SS – biomasa + sončna streha). Z povečevanjem začetne vlažnosti krme se nelinearno višajo tudi stroški sušenja.

### 2.16 Izdelava tehnoloških načrtov/rešitev

Sušenje sena ni samo izziv za kmetije, ki imajo čisto seneno prirejo ampak tudi za kmetije, ki želijo v obrok vključiti kvaliteten delež sena poleg silaž. Na podlagi analiz kmetij v začetnem delu izvajanja projekta smo odkrili, da so problemi in izzivi sušenja krme prisotni tudi pri kmetijah z dolgoletno prakso sušenja. Njihove izkušnje in znanje smo upoštevali v projektu predvsem pri izdelavi tehnoloških navodil za sušenje, v določeni meri pa so videne dobre prakse pomagale pri opredelitvi optimalnih tehnoloških rešitev za "čistopovsem" seneno prirejo, kakor tudi kombinirano krmljenje s silažo in senom.

Meritve obeh let kažejo, da je stroškovno optimalno sušenje kjer se dodatno ali kot glaven vir uporablja segreti zrak izpod sončne strehe. Takšen način sušenja nam tudi omogoča sušenje bolj vlažne krme. Sušenje s sončno streho je smiselno krme z manjšo vlažnostjo od 35% pri spravi. V praksi to pomeni spravi naslednji dan po košnji. Težava pri sušenju s sončno streho pa je možna odsotnost sonca – torej daljše deževno obdobje, ki nastopi po spravi krme v sušilnico. Izhodišče za oblikovanje tehnoloških rešitev so sledeče:

- Sončna streha je pomemben vir energije, ki zmanjšuje stroške sušenja
- V spomladanskih in jesenskih košnjah pa potrebujemo dodaten vir toplote
- Pri sušenju samo poletnih košenj je mogoče sušiti samo s sončno streho, vendar se pri tem moramo zavedati določenih omejitev (možno daljše sušenje zaradi slabega vremena, omejena kapaciteta spravila)

Glede na specifiko posameznih kmetij smo opredelili sledeče tehnološke rešitev – sisteme:

- Tehnološka rešitev seneno brez paše
- Tehnološka rešitev seneno s pašo
- Tehnološka rešitev seno – silaža.

## 2.17 Tehnološka rešitev brez paše

Sistem sušenja, kjer na kmetiji nimajo paše mora biti dovolj zmogljiv, saj je potrebno zagotoviti primerno zmogljivost sušenja spomladi ob prvi košnji ko so pridelki količinsko največji, kot tudi jeseni pri sušenju zadnje košnje, ki ima relativno veliko vlage. Predlagamo sledeči sistem:

- Ventilator s frekvenčnim pretvornikom in nadzorom pretoka zraka za varčno obratovanje. (Ventilator mora delovati v območju med  $0,08 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}^2$  in  $0,11 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}^2$  površine boksa. Premagovati mora tlak do 1500 Pa. Pri višjih boksih so priporočljivejši zmogljivejši ventilatorji do 2200 Pa)
- Sistem za dogrevanje zraka oziroma kondenzacijsko sušenje (Priporoča se moč peči v velikosti  $1 \text{ kW}/\text{m}^2$  površine boksa. Izvedba s toplotno črpalko se priporoča minimalno 2 kW električne moči na  $10 \text{ m}^2$  površine boksa)
- Sončna streha (priporočena velikost 6 x površina sušilnega boksa)
- Dve komori za sušenje z možnostjo avtomatizacije (priporoča se avtomatsko izmenjevanje sušenja med komorami, saj se s tem lahko podvoji zmogljivost sušenja)
- Stropno dvigalo

## 2.18 Tehnološka rešitev s pašo

V primeru da na kmetiji živino pasejo, se v večini primerov namesto jesenske košnje izvaja paša. Sistem sušenja, kjer imajo na kmetiji paše ima prednost da se v večini primerov jesenske košnje ne izvaja, saj jo živali popasejo. Zaradi tega je sistem za sušenje krme je tako lahko nekoliko manj zmogljiv, vendar kljub temu še priporočamo, da ima kmetija vgrajen nek način dogrevanja zraka zaradi obilne prve košnje. Predlagamo sledeči sistem:

- Ventilator s frekvenčnim pretvornikom in nadzorom pretoka zraka za varčno obratovanje (Ventilator mora delovati v območju med  $0,08 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}^2$  in  $0,11 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}^2$  površine boksa. Premagovati mora tlak do 1500 Pa. Pri višjih višinah boksov do 2200 Pa)

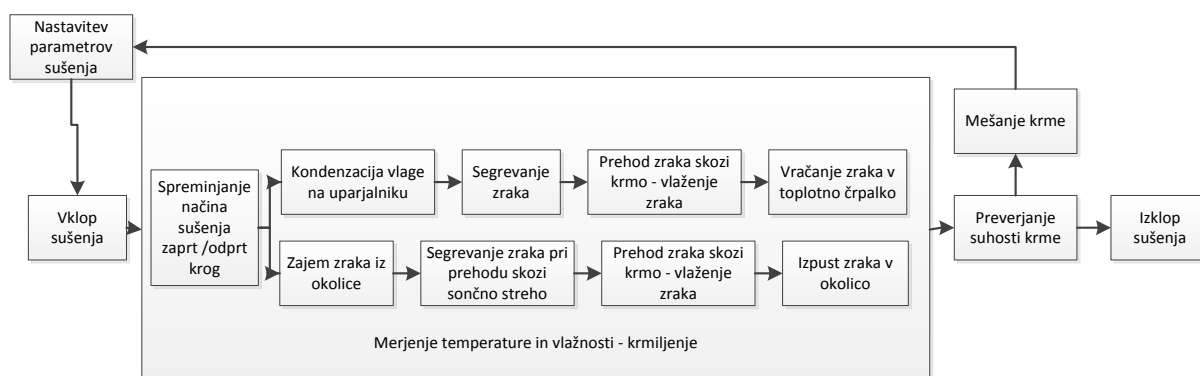
- Opcijsko manj zmogljiv sistem za dogrevanje zraka oziroma kondenzacijsko sušenje (Priporoča se moč peči v velikosti  $0,6 \text{ kW/m}^2$  površine boksa. Izvedba s toplotno črpalko se priporoča minimalno  $1,2 \text{ kW}$  električne moči na  $10 \text{ m}^2$  površine boksa)
- Sončna streha (priporočena velikost  $6 \times$  površina sušilnega boksa)
- Dve komori za sušenje z možnostjo avtomatizacije (priporoča se avtomatsko izmenjevanje sušenja med komorami, saj se s tem lahko podvoji zmogljivost sušenja)
- Stropno dvigalo

## 2.19 Tehnološka rešitev seno-silaža

Sistem sušenja, kjer imajo na kmetiji kombinacijo seno – silaža je lahko manj zmogljiv, saj v večini primerov prvo in zadnjo košnjo silirajo vmesne pa sušijo. Stabilnost vremena v poletnih mesecih je mnogo večja kot jeseni ali spomladi. Prav tako ni daljših deževnih obdobj, ki bi onemogočala sušenje s sončno streho. Predlagamo sledeči sistem:

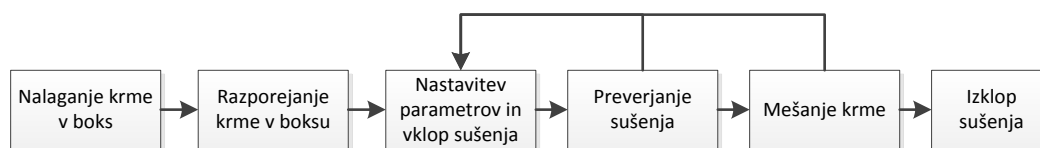
- Ventilator s frekvenčnim pretvornikom in nadzorom pretoka zraka za varčno obratovanje (Ventilator mora delovati v območju med  $0,08 \text{ m}^3/\text{s/m}^2$  in  $0,11 \text{ m}^3/\text{s/m}^2$  površine boksa. Premagovati mora tlak do  $1500 \text{ Pa}$ . Pri višjih višinah boksov do  $2200 \text{ Pa}$ )
- Sončna streha (priporočena velikost  $6 \times$  površina sušilnega boksa)
- Dve komori za sušenje z možnostjo avtomatizacije (priporoča se avtomatsko izmenjevanje sušenja med komorami, saj se s tem lahko podvoji zmogljivost sušenja)
- Stropno dvigalo

Diagram na sliki 11 predstavlja tehnološki proces sušenja krme z začetkom sušenja, krmiljenje odločevanjem o izbiri zaprtega ali odprtega kroga, ter zaključkom sušenja. Diagram na sliki 12 predstavlja delovne procese / operacije operaterja (kmeta), ki jih mora opravljati pred sušenjem med sušenjem in po sušenju.



Slika 11: Diagram tehnološkega procesa sušenja krme.





Slika 12: Diagram procesa operaterja.

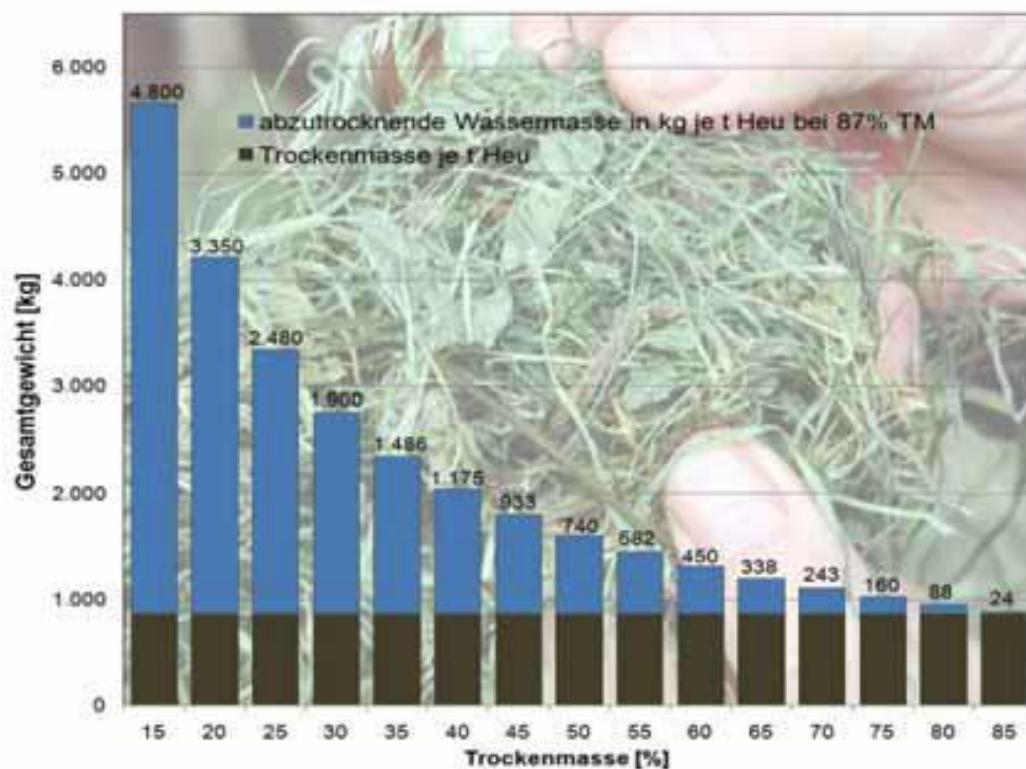
## 2.20 Tehnološka navodila za sušenje

### 2.20.1 Temeljne informacije (splošno):

Za učinkovito sušenje in pridelavo kvalitetne krme je potrebno upoštevati naslednja splošna pravila:

- čista krma, brez dežja, čeprav zelena, sveže pokošena
- rahlo naložena, malo stisnjena, ne sme biti topla (sušenje razsutega sena)
- enakomerna, skrbna porazdelitev sena v sušilni komori (sušenje razsutega sena)
- 1prva kontrola kupa najkasneje po šestih 6 urah
- hoditi samo ob steni sušilne komore (sušenje razsutega sena)
- če je potrebno se krma ponovno porazdeli, premeče (rinfuza)
- če je potrebno se bale obrnejo
- preden bale odstranite iz naprave morajo biti posušene do konca
- tako bale kot seno je potrebno po sušenju s hladnim zrakom ohladiti.

Čista, sveže pokošena trava ima pri 85% vsebnosti vode 4800 kg H<sub>2</sub>O na 1000 kg sena. Pri 80% vsebnosti vode bi moralo izhlapeti 3350 kg H<sub>2</sub>O na 1000 kg sena. Pri 75% vsebnosti vode bi moralo izhlapeti 2480 kg H<sub>2</sub>O na 1000 kg. Stanje 70 % vlažnost krme se lahko doseže 2-3 ure po košnji in za prakso sušenja pomeni, da se je začetnih npr. 4800 kg (85% vlažnost) - 2900 kg = 1900 kg (70% vlažnost) H<sub>2</sub>O odstranilo že z vetrom in (končnim) dihanjem rastline (izhlapevanje). 3-4 ure po košnji je izguba zaradi drobljenja in energijske vrednosti majhna, zmanjšamo pa začetno vsebnost vode glede na veter na pribl. 65 % do 70 % vlažnosti krme.



Slika 13: Diagram vsebnosti vode v krmi glede na vlažnost krme (Vir: Alfred Pöllinger).

Krma s botanično uravnoteženega trajnega travinja, pokošna v začetku latinja lahko doseže med 6,0 in 6,6 MJ NEL na kg sušine.

Krma v pravem trenutku košnje doseže vrhunsko kakovost pri botanični uravnoteženosti med 6,0 – 6,6 MJ NEL na kg sušine.

### 2.20.2 Temeljne informacije (rinfuza):

Da bi lahko dosegli shranjevanje krme s čim manj izgubami, je treba čim bolj slediti načelu »zeleno«. To pomeni, da se krma na travniku suši do suhosti, ko se prične drobljenje listov. V kolikor na sušilno napravo vozimo krmo različne vsebnosti suhe snovi se lahko zgodi, da nastanejo zračni propusti vertikalni kanali – področja z bolj suho krmo. Znano je, da zrak gre po poti najmanjšega upora in tako uhaja na takšnem mestu. Ta del bo torej zelo hitro suh, velika količina zraka pa bo uhajala tam, kjer ne prinese nobene koristi, temveč ravno nasprotno. Posledično: celotna zmogljivost sušenja se bistveno zmanjša, denar pa se nekoristno potroši.

Sodobne sušilne naprave omogočajo stroškovno ugodno sušenje osnovne krme z največjo strukturno vrednostjo in energijsko stopnjo (6,0-6,8 MJ NEL na kg sušine).

Višina krme v boksu je odvisna od vlažnosti krme. Načeloma velja pravilo, da smemo pripeljati v sušilni boks takšno količino krme, v kateri količina vode na m<sup>2</sup> boksa ne presega 70 l vode. Pri bolj suhi krmi je višina lahko tudi 3 m, pri bolj sveži krmi je pa ta lahko tudi le 1 m.

Pri sušenju razsutega sena nastajajo po višini kupa/kopice posamezne plasti. Spodnja plast je popolnoma suha, sledi ji posušena plast, nato vlažna plast, na zgornji strani pa kondenzacijska plast. Še posebej moramo biti pozorni na to zgornjo plast in se nastanku te plasti čim bolj izogibati, oziroma, da je ta pojav čim krajši. Ekstremen pojav kondenzacijske plasti je v primeru izredno vlažne krme, ko zrak že znotraj kupa sena doseže relativno vlažnost blizu 100 %.



Slika 14: Cone pri sušenju krme v boksu (Vir: Alfred Pöllinger).

Med sušenjem z vrha kupa lahko uhaja nenasičen zrak. Zato je treba za ta zrak pravočasno zajeti:

- preveriti moramo mesta kjer zrak uhaja in jih zatesniti oziroma nanje naložite še nesuho krmo

- preidite v intervalni način sušenja, saj je krma že precej suha, izločanje vlage je počasnejše. S tem lahko privarčujete pri energiji za sušenje.

Ob neupoštevanju tega se izgubi energija, denar, čas in kakovost – namesto znižanja stroškov se dosežejo negativni stranski učinki!

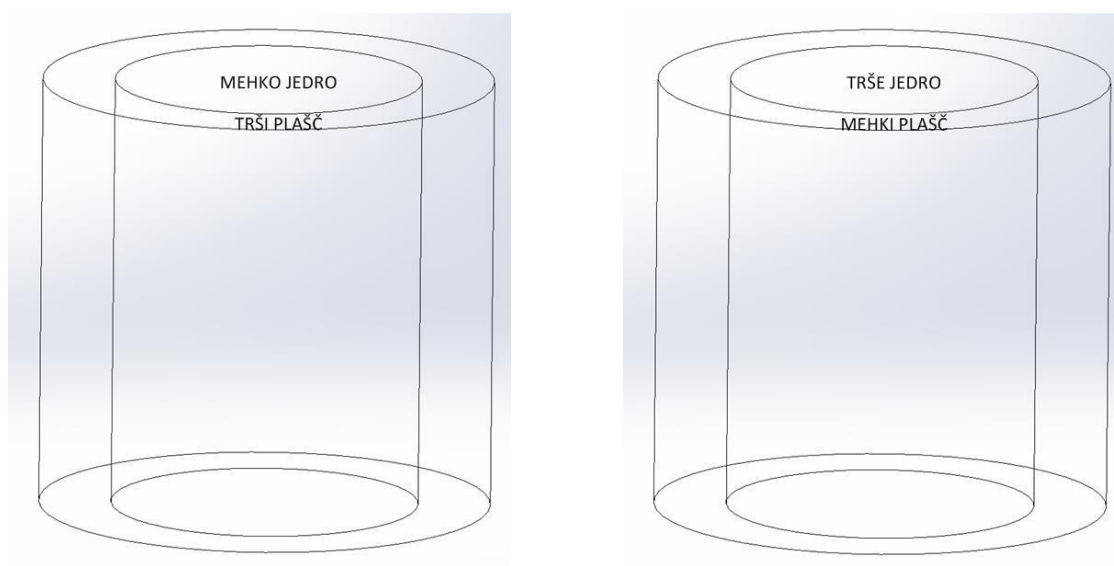
### 2.20.3 Temeljne informacije(sušenje valjastih bal):

Pri sušenju valjastih bal je najzahtevnejši del sušenja izdelava bale. Valjasta bala, ki je pravilno izdelana se bo hitreje sušila, prav tako je veliko manjša možnost nastanka vlažnih mest (gnezd) v bali, ki jih ne moremo presušiti. Pri sušenju v rinfuzi lahko takšna mesta pretresemo, v bali pa tega ne moremo narediti. Ključna pri baliranju je primerna in enakomerna stisnjenost bale. Velikokrat se zgodi, da so bale preveč stisnjene. Zaradi tega rak ne more zadovoljivo potovati skozi vse predele bale. Rezultat so plesniva mesta v bali in daljše sušenje. Bala mora biti enakomerno stisnjena tudi po svoji višini. Zato lahko poseben problem povzroča baliranje v nagibu, saj se lahko na eno stran balirne komore nalaga več krme. Pri sušenju se to odrazi v neenakomernem zračnem toku skozi balo, večjih izgubah energije pri sušenju in eventualno neposušenihih mestih.

Pri baliranju je potrebno upoštevati naslednja pravila:

- Zgrabek mora biti enakomerno oblikovan
- Število vrtljajev kardanske gredi mora biti manjše, kot pri baliranju za silažo (350 RPM)
- Hitrost baliranja večja, kot pri baliranju za silažo
- Vrtenje bale se takoj po zaključku zgrabka izklopi in v začetku naslednjega zgrabka ponovno vklopi
- Paziti moramo da zgrabka s kolesom ne povozimo.
- Ko je bala stisnjena do zahtevane trdote takoj ovijem z mrežo, da ne pride do dodatnega stiskanja zunanjega oboda med nepotrebnim vrtenjem bale.

Trenutno se največ uporablja tehnologija izdelave valjastih bal z mehkim jedrom. Poznana pa je tudi tehnologija izdelave valjastih bal za sušenje s tršim jedrom in mehkejšim zunanjim delom, ki pa se uporablja v omejenem obsegu. Ta tehnologija je ugodna iz vidika manjše možnosti nastajanja vlažnih gnezd na obodu bale, saj je zunanji del bale manj stisnjen in zato je verjetnost za nastanek takšnih mest manjša. Na sliki 23 sta prikazani obe vrsti izdelave bale. Potreben statičen tlak za preprihovanje bale s trdim jedrom je večji za približno 35 % (1600 Pa) od potrebnega statičnega tlaka za preprihovanje bale z mehkim jedrom, kar pomeni tudi nekoliko večjo porabo energije, na drugi strani pa je večja zanesljivost sušenja. Tako baliranje z mehkim jedrom kot baliranje s trdim jedrom zahteva nastavitev pravilnega razmerja med trdoto jedra in plašča. Pri balirkah s fiksno komoro se pri bolj vlažni krmi lahko zgodi, da je plašč v zunanjih 10 cm širine preveč stisnjen za sušenje. Ta problem smo zaznali pri krmi z večjo vlažnostjo (nad 35 %). Prav zaradi omenjene stisnjenosti zunanjega oboda je lažje kontrolirati izdelavo bale z balirko z variabilno komoro in dodatnim ventilom za nastavitev mehkega jedra. Bale izdelane s takšno balirko so tudi za 20 % težje ob enaki učinkovitosti sušenja.



Slika 15: Valjaste bale z mehkim in trdim jedrom (Vir: Janez Benedičič).

Sušenje bal je zahtevno in je zato primerno za kmetovalce, ki so pripravljeni v prvih dveh letih vložiti nekoliko več časa v učenje baliranja in sušenja. Kmetije, ki imajo zahtevne površine na katerih ni moč narediti enakomerno stisnjenih bal se raje poslužijo sušenja v razsutega sena. V kolikor pa imate primerne površine, ter ste na začetku pripravljeni vložiti nekaj več časa v učenje pa je sušenje bal prav tako lahko gospodarno kot sušenje reinfuze. Z vidika razvrščanja različnih kvalitet krme in porabe prostora pa ugodneje kot sušenje reinfuze.

#### Najpogostejše napake:

- pripeljano preveč krme (rinfuza)
- neenakomerno baliranje neposušene krme (npr. prehitro baliranje, nehomogena struktura bale)
- premočno stisnjena bala neposušene krme
- premajhen ventilator – premajhen pretok zraka skozi krmo
- kondenzacijski sušilec dela preveč intenzivno
- hladen zunanji zrak priteka čez boks in kondenzira

#### Pomoč:

- najprej razmislite o možnih napakah
- preverite ventilator, če ima dovolj vleka
- preverite površino kupa sena, če čutite, kako skozi kup sena prehaja zrak
- preverite tesnjenje boksa in kanala ter zatesnite eventualno puščanje zraka
- povečajte količino zraka ventilatorja (povišajte število vrtljajev)

## **V zadnji fazi sušenja rastline počasneje oddajajo vodo.**

Prav zaradi tega tudi ni potrebno, da naprava neprekinjeno deluje, temveč se lahko npr. nočne ure izkoristijo za počitek krme, da bi lahko kapilarna voda izstopila na površino rastlin in se nato sprostila. Pri mladi krmi je ta postopek hitrejši, pri stari pa počasnejši. V prvih 24 urah po spravilu je treba krmo neprekinjeno sušiti.

## Končna faza sušenja

Znano je da se seno obnaša higroskopsko, to pomeni, da sprejema in oddaja vodo. Med postopkom shranjevanja se ta sposobnost postopoma izgubi, dokler celice povsem ne odmrejo. Zato je izredno pomembno, da se v prvih štirih tednih po spravi »domnevna« suha krma vsak dan in pozneje vsak teden nekaj ur dodatno zrači. To se lahko doseže s čistim hladnim zrakom v dopoldanskih urah. Če se ta kontrolni ukrep ne izvaja, lahko pri energetsko bogati krmi pride do segrevanja krme, kar vodi k izgubi dragocenih hranilnih snovi. snovi.

## Na koncu samo »hladno« prezračevanje!

Sušenja suhega kupa nikoli ne prekinite nenadoma, saj je treba »akumulirano toploto« iz kupa vedno izpihovati še najmanj 3-4 ure, da se ne bi tvorili sloji vlage ali plesen. Vsekakor pa priporočamo, da vsaj še nekaj dni po zaključku vsak dan vključite ventilator za cca 1 uro in se krma prepiha. To je predvsem varnostno, saj lahko v kupu sena ostanejo majhna vlažna gnezda, ki niso še popolnoma presušena. Krma mora biti hladna, torej mora imeti temperaturo okolice.

### 2.20.4 Navodila za nadzor sušenja

Običajno je spodnja ploskev kupa krme veliko premajhna, da bi lahko sprejela dnevni vnos količine krme, zato je treba krmo med sušenjem čim bolj pozorno nadzorovati.

Pri povečevanju višine kupa in istočasno povečanemu dovodu vlage je treba preveriti količino zraka, ki prehaja skozi krmo. Ta mora biti večja od minimalno zahtevane, saj se z novim vnosom poveča tudi potreben statični tlak ventilatorja. Pri enakih vrtljajih pa to pomeni manjši pretok zraka. Če se to ne zgodi, se sprosti več vode, kot je ventilator lahko odvaja. Na vrhu se tvori vodni (kondenzacijski) sloj, ki preprečuje izhod vode.

Dober kazalec je tudi vonj. Če krma lepo diši, je vse v redu, če pa dobi sladkobni okus, je treba biti previden, saj spodnje plasti pri lahkomišelnem prehitrem polnjenju pozneje niso več dostopne, torej jih je treba nemudoma odkriti in prerazporediti.

## 2.21 Zaključek

Kvaliteten osnovni obrok voluminozne krme je ključen za prirejo senenega mleka in mesa. Sušenje krme pa je eden izmed pomembnih procesov v prireji senenega mleka in mesa, ki vpliva na kvaliteto osnovnega obroka živali. Razvoj tega področja v tujini, še posebej v sosednji Avstriji, je korak pred Slovenijo, vendar se v zadnjih letih hitro približujemo. Pri pregledu uporabljenih tehnologij sušenja v

tujini smo ugotovili, da se kot tehnologija sušenja krme v večji meri uporablja sušenje v razsutem stanju z dogrevanjem zraka preko sončne strehe. Sistemi s hladnim prevetrovanjem so redki. Sodobni izpopolnjeni načini pa vključujejo toplotne črpalke in ogrevanje na biomaso. To še posebej velja za kmetije kjer se ukvarjajo s prirejo mleka brez silaže. To še posebej velja za kmetije brez silaže in mlečno prirejo. Ustrezna tehnološka rešitev sušenja in sprejemljivi stroški sušenja sta ključna dejavnika, pomembna tudi za slovenskega kmeta. Izvedli smo preizkus sušenja travniške krme na različnih sušilnih sistemih v Sloveniji. Na podlagi izkušenj in ogleda dobrih praks smo najprej vključenim kmetijam svetovali pri izboljšavah procesa sušenja, nato pa izvajali meritve porabe energije za sušenje o hkratnem spremljanju kvalitete krme in njenih sprememb tekom sušenja dve vegetacijski leti. Izkazalo se je, da je cenovno najbolj ugodno sušenje vedno v kombinaciji z uporabo sončne strehe. Takšen način sušenja nam tudi omogoča sušenje bolj vlažne krme, vendar se je potrebno zavedati, da je sušenje odvisno od sončne energije. Za sušenje bolj vlažne krme je smiselno uporabiti tudi dodaten vir toplote kot je biomasa ali toplotna črpalka. Primerjava med različnimi tehnologijami (biomasa, toplotna črpalka) kaže na nekoliko višji strošek sušenja z biomaso (0,0244 €/kg SS – toplotna črpalka + sončna streha; 0,030 €/kg SS – biomasa + sončna streha). Z višanjem vhodne vlažnosti krme se nelinearno višajo tudi stroški sušenja. Glede na izvedene meritve, izkušnje kmetov iz tujine in Slovenije smo pripravili tri tehnološke načrte z opredeljeno opremo za sušenje. Ključna razlika med njimi je ta, da kmetije, ki imajo kombinirano krmljenje silaža/seno lahko sušijo s sončno streho, saj sušenje sena poteka večinoma v poletnih mesecih, med tem ko kmetijam s samo seneno prirejo priporočamo vgradnjo dodatnega toplotnega vira. S tem se bistveno zmanjšajo tveganja zaradi vremena in posledično izboljša kvaliteta krme zaradi zgodnejše košnje ter manjših izgub hranilnih snovi.



### 3 ISKANJE OPTIMALNIH TEHNOLOŠKIH REŠITEV ZA SUŠENJE SENA NA TLEH.

Cilj tega sklopa je ovrednotenje različnih tehnoloških rešitev za sušenje krme na tleh in merjenje porabe energije. Naloga je v delovnem sklopu 3 izvajana na osnovi modelnih izračunov s podatki iz domačih in tujih znanstveno strokovnih baz podatkov za porabo energije ter z merjenjem porabe energije na vzorčnih kmetijah. Pripravljena je bila metodologija in merilna veriga za merjenje porabe energije. Pri mehaniziranih opravilih je določena energija, ki se porabi pri različnih delovnih operacijah z različnimi traktorskimi agregati (traktorji + priključni stroji), kot so npr. različne kosilnice, obračalniki in zgrabljalniki, balirke za valjaste in pravokotne bale, samonakladalne prikolice itn. Poleg tega je zajeta tudi poraba energije za transport ter poraba energije pri manipulaciji z balami in razsutim senom. Ugotavljali smo tudi mehanske izgube, ker pri spravilu sena s sušenjem na tleh, poleg različnih izgub, kot so npr., izgube hranilnih snovi, respiracijske in fermentacijske izgube, igrajo pomembno vlogo tudi mehanske izgube (odvisne od trajanja sušenja na polju, stopnje osušitve, števila posegov v krmo, tipa strojev in njihove uporabe).

#### 3.1 Uvod

Sušenje sena na tleh poleg priprave silaže ostaja prevladujoča oblika konzerviranja krme v Sloveniji. Družinske kmetije, ki se odločijo za krmljenje živali s senom, imajo tudi nove poslovne priložnosti, ker končni proizvodi (meso in mlečni izdelki) dosegajo višje cene na trgu. Najpogostejši način priprave sena je sušenje na tleh, pokošena trava je izpostavljena soncu in vetru, vmes pa med sušenjem travo mešamo in obračamo. Seno je potrebno posušiti do stopnje, kjer v skladišču ni nevarnosti kvarjenja. Sveža travna krma, primerna za košnjo, vsebuje 80 do 85 % vode. Sušenje na tleh traja tri do štiri dni, odvisno od letnega časa - časa košnje, pridelka na hektar, botanične sestave, intenzivnosti mehanskih posegov v krmi in vremenskih pogojev. Seno, pripravljeno s sušenjem na tleh, ima določene prednosti pred travno silažo. Seno se lahko prevaža na daljše razdalje z nižjimi prevoznimi stroški (na osnovi suhe snovi) v primerjavi s silažo, poleg tega ima več možnosti trženja za različne namene uporabe. Danes večina porabljene energije v neposredni obliki v kmetijstvu izhaja iz energije fosilnih goriv ali mineralnega dizelskega goriva za traktorje in priključene kmetijske stroje. Pri skladiščenju sena so vsi mehanizirani postopki skladiščenja sena s sušenjem na tleh povezani z uporabo energije iz fosilnih goriv. Velik vnos energije pri skladiščenju sena pomeni manjšo ekonomičnost celotnega procesa skladiščenja, večje obremenitve okolja zaradi večjega ogljičnega odtisa celotnega procesa skladiščenja sena in posledično velikega ogljičnega odtisa končnega produkta - sena. Različne metode priprave sena zahtevajo tudi različne vnose energije, zato je pomembno poznati porabo energije za različne načine priprave sena.

#### 3.2 Metodologija

Raziskave za ugotavljanje porabe energije pri spravilu sena v delovnem sklopu 3 so potekale na osnovi modelnih izračunov s podatki iz domačih in tujih znanstveno strokovnih baz podatkov ter z

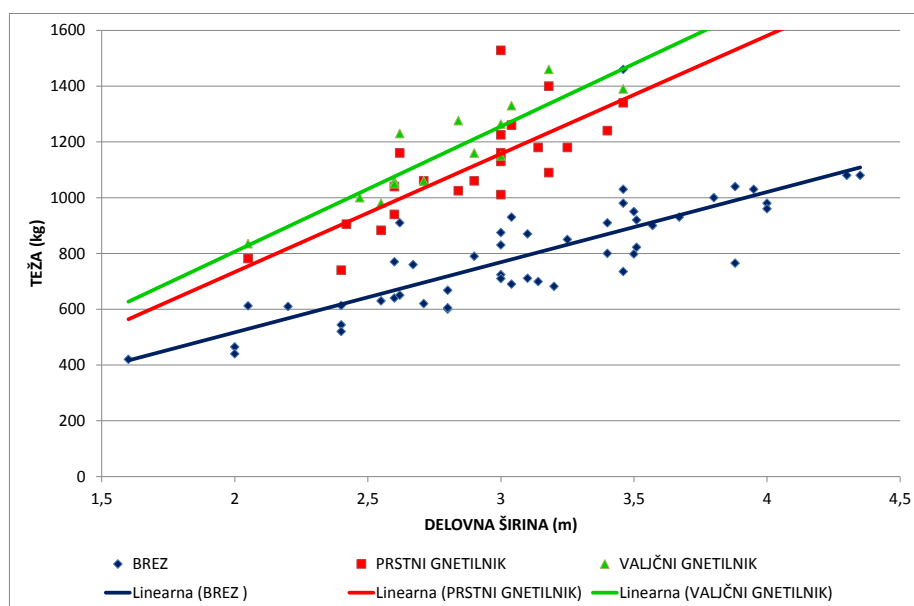
merjenjem porabe energije na vzorčnih kmetijah. Pri mehaniziranih opravilih smo ugotavljali porabo energije pri različnih delovnih operacijah z različnimi traktorskimi agregati (traktorji + priključni stroji za spravilo sena, različne izvedbe kosilnic, obračalniki in zgrabljalniki, balirke za valjaste in pravokotne bale, samonakladalne prikolice itn.). Poleg tega je zajeta tudi poraba energije za transport ter manipulacijo s senom pri spravilu v objekte.

### **3.3 Rezultati merjenja porabe goriva pri različnih delovnih operacijah pri spravilu sena**

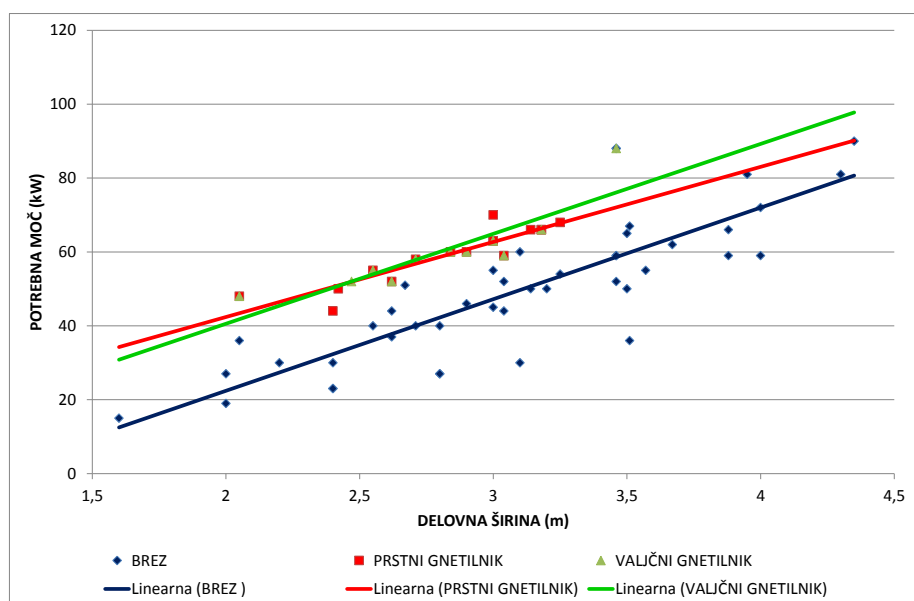
Pri košnji je pomembna storilnost kosilnice, ki pa je odvisna od delovne širine kosilnice in vozne hitrosti. V zadnjih letih je trend naraščanja obeh dejavnikov. Teža kosilnice je v veliki meri odvisna od delovne širine kosilnice. Bobenske kosilnice so zaradi svoje konstrukcije težje od diskastih in zaradi tega ne dosegajo takih delovnih širin kot diskaste kosilnice. Diskaste kosilnice so danes prevladujoč tip (rotacijskih) kosilnic. Uporabljamo jih lahko tudi na gorskih traktorjih (dvoosnih kosilnikih). Priporočajo jih za intenzivne površine in sejane travnike. Tako diskaste kot bobenske kosilnice imajo veliko obodno hitrost delovnih elementov (nožev), ki je med 70 in 85 m/s. Potrebna moč za pogon diskastih kosilnic je med 6 in 7 kW na meter delovne širine. Bobenske kosilnice so robustnejše, za pogon pa potrebujejo od 7 do 10 kW moči na meter delovne širine. Se pa ne mašijo, tudi če je trava poležana. Priporočajo jih za ekstenzivne površine. Pa tudi za dnevno košnjo trave za krmljenje živali s svežo travo.

V času vedno bolj spremenljivega vremena in klimatskih sprememb je dobro, če je kosilnica opremljena z gnetilnikom. Spravilo pregnetene krme se opravi prej (čas sušenja se lahko skrajša tudi za 4 ure), manj časa je krma tudi izpostavljena morebitnim zunanjim vremenskim nepravilnostim. Gnetilniki so lahko prstni ali pa valjčni. Njihova slaba lastnost je, da se poveča teža kosilnice z gnetilnikom. Potrebna pa je tudi večja moč za pogon tako opremljene kosilnice. Ob sušenju pokošene krme na prostem do sena pa lahko nastopijo tudi dodatne izgube krme. Zato jih priporočajo predvsem za košnjo krme namenjene silaži. Prstni gnetilniki so namenjeni za gnetenje trav, valjčni pa za gnetenje metuljnic.

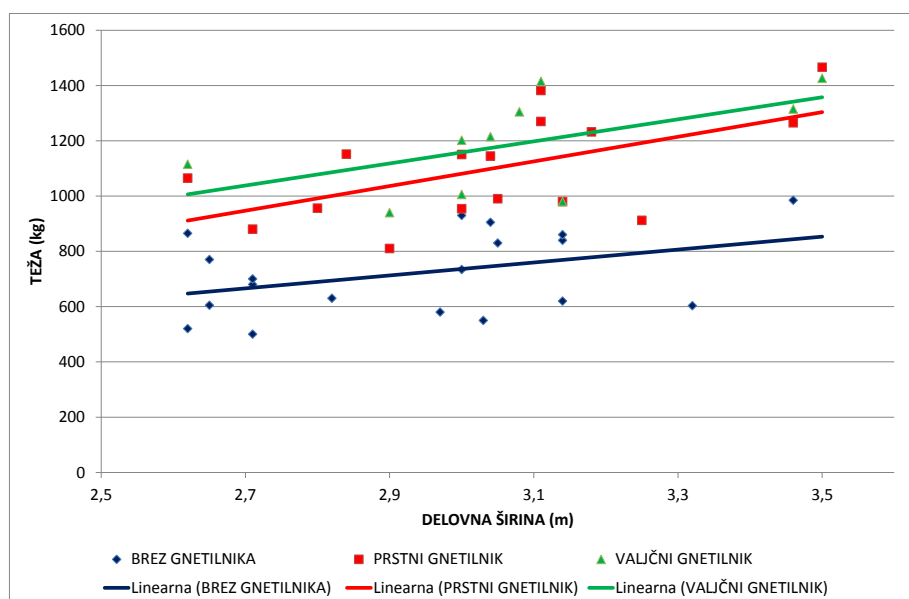
Na grafikonih od 4 do 8 je prikazana teža čelnih in zadnjih kosilnic brez in z dvema vrstama gnetilnikov ter potrebna moč za njihov pogon glede na delovno širino



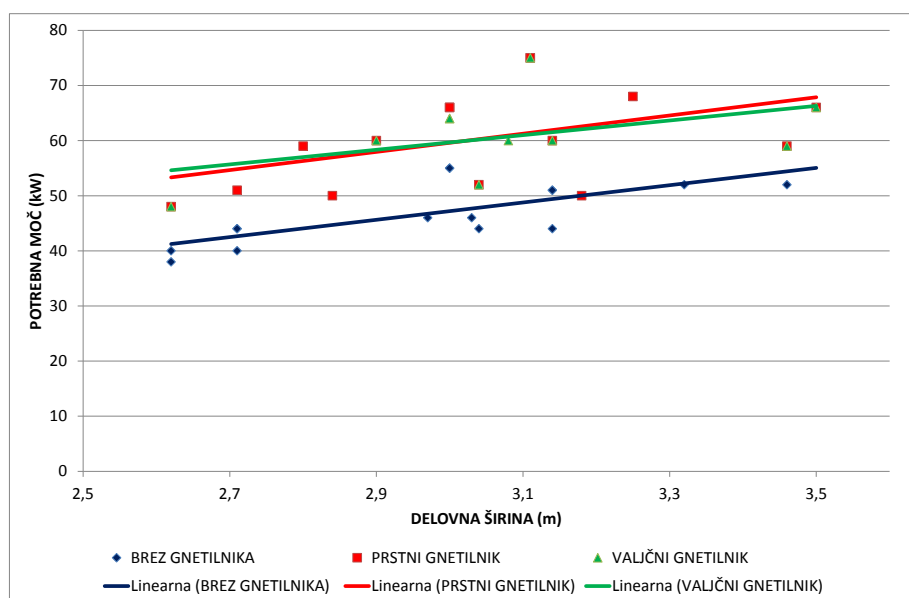
Grafikon 4: Masa zadenjskih nošenih diskastih kosilnic brez in z dvema vrstama gnetilnikov glede na delovno širino. Prikazana je teža 86 kosilnic, nekatere vrednosti se prekrivajo. Prikazan je tudi trend naraščanja.



Grafikon 5: Podatki proizvajalcev glede potrebne moči za pogon zadenjskih nošenih diskastih kosilnic brez in z dvema vrstama gnetilnikov glede na njihovo delovno širino. Sicer je ob meritvah potrebne moči potrebno definirati tudi vse razmere pri košnji (hitrost, pridelek krme itd.).



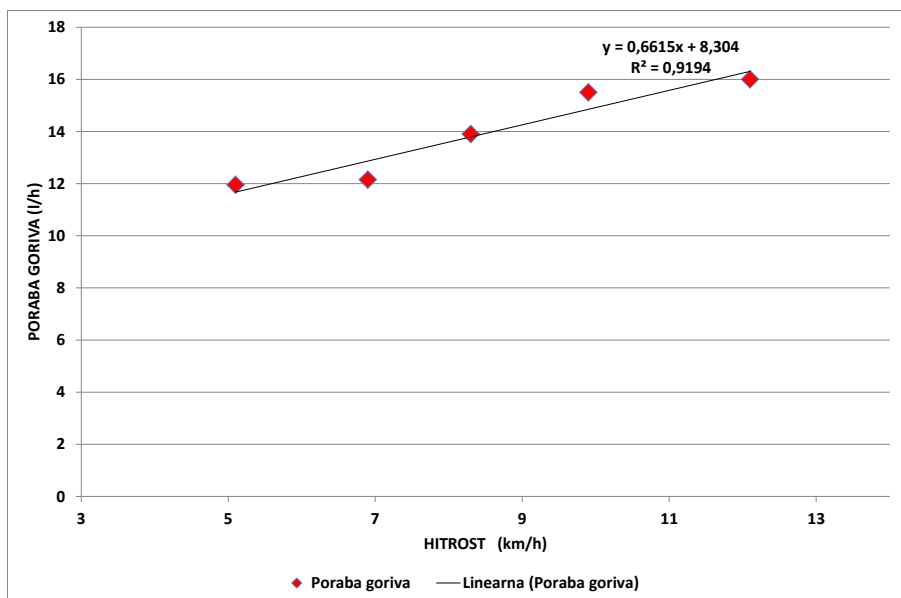
Grafikon 6: Masa čelnih kosilnic brez in s prstnim ali valjčnim gnetilnikom glede na delovno širino kosilnice.



Grafikon 7: Potrebna moč za pogon kosilnice brez in s prstnim ali valjčnim gnetilnikom glede na širino. Podani so podatki proizvajalcev iz prospektov.

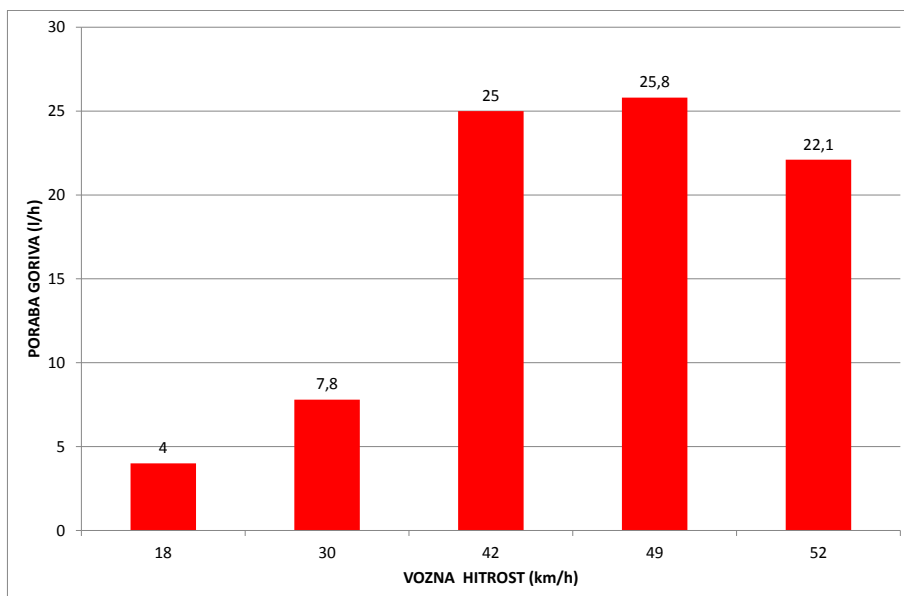
Na porabo goriva pri košnji vpliva tudi hitrost košnje. Na grafu 5 je prikaz urne porabe goriva pri košnji trave na lokaciji Jablje z 81 kW traktorjem in s kosilnico Krone EasyCut 32 CV pri različnih delovnih hitrostih. Iz izmerjenih rezultatov porabe goriva je določena linearna regresija, ki ima korelacijski koeficient 0,91. Na podlagi velikega korelacijskega koeficienta sklepamo, da poraba

goriva oziroma energije za košnjo linearno narašča z večanjem delovne (vozne) hitrosti traktorja. Ugotovljeno je, da je poraba energije pri košnji z 12 km/h za 25 % večja kot pri košnji s hitrostjo 5 km/h.



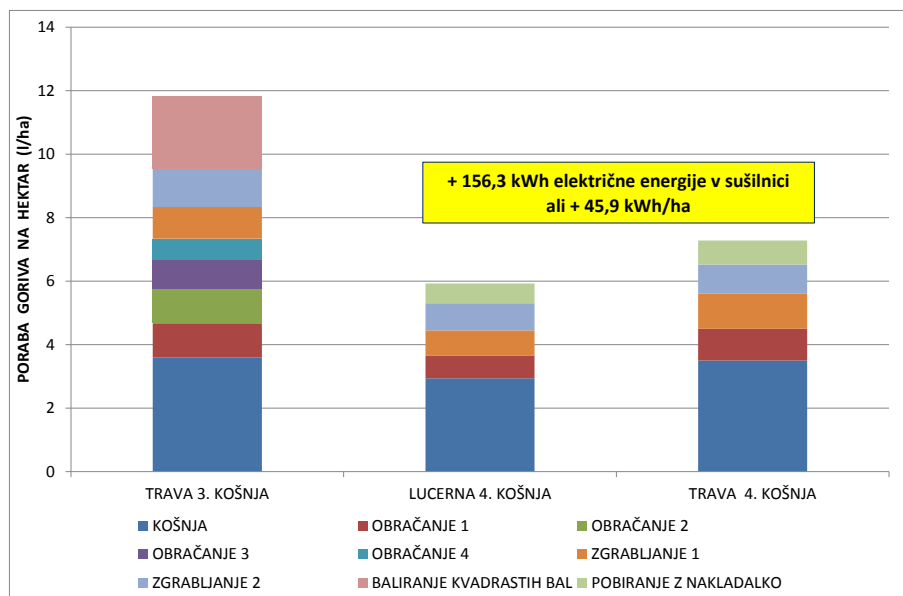
Grafikon 8: Poraba goriva v l/h pri košnji trave (na lokaciji Jablje) v odvisnosti od delovne hitrosti traktorja. Delovne hitrosti 81 kW (110 KM) traktorja s kosilnico Krone EasyCut 32 CV so v razponu od 5 do 12 km/h.

Vozna hitrost je pomemben faktor za porabo goriva tudi pri transportu. Transport se pogosto izvaja z največjo hitrostjo, ki jo zmore traktor. Priključki pa imajo pogosto ,manjše dovoljene transportne hitrosti. Danes imamo že traktorje, ki imajo ob maksimalni vozni hitrosti tudi t.i. »ekonomični modus«, ki omogoča maksimalno vožno hitrost pri manjši porabi goriva. Če traktorji te možnosti nimajo, je zelo enostavna rešitev, da voznik nekoliko zmanjša vožno hitrost in s tem zmanjša porabo goriva. Na grafikonu 9 je prikaz urne porabe goriva pri transportu prazne prikolice Bergman Royal 28 S s traktorjem moči 92 kW (125 KM) z brezstopenjsko transmisijo po ravni asfaltni cesti.



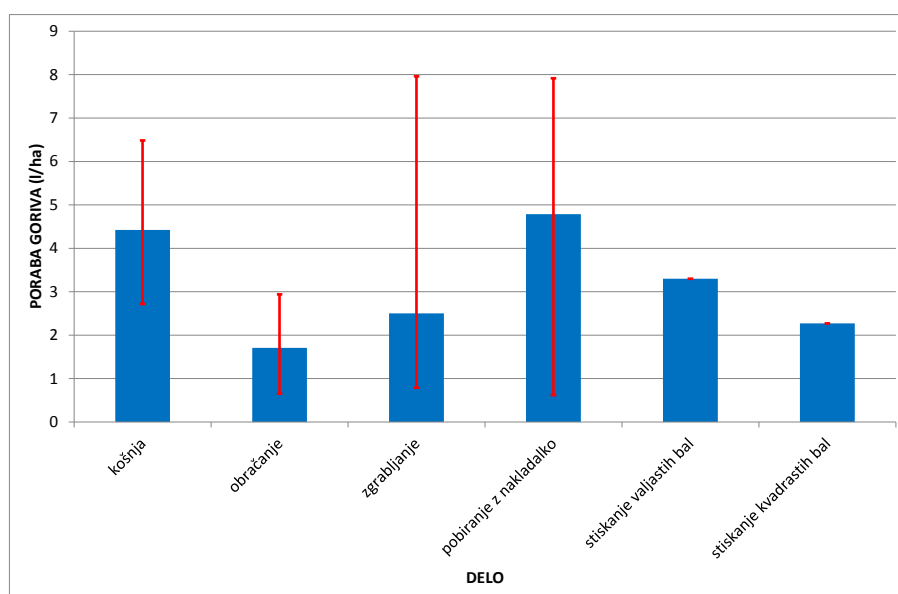
Grafikon 9: Poraba goriva pri transportu prazne nakladalne prikolice Bergman Royal 28 S s traktorjem moči 92 kW (125 KM) z brezstopenjsko transmisijo pri različnih vozni hitrostih.

Porabo goriva pri spravilu krme lahko izrazimo tudi s porabo goriva na hektar površine (l/ha). Na grafikonu 10 je prikazana poraba goriva pri spravilu krme tretje in četrte košnje trave ter četrte košnje lucerne. Prvi poskus smo izvedli na trajnem nižinskem travinju ob tretji košnji v obdobju (od 17.07. do 20.07). Pokošeno krmo smo sušili na tleh do sušine (nad 850 g/kg sušine) primerne za skladiščenje in jo pospravili v obliki velikih kvadrastih bal. V preostalih dveh poskusih, ki smo ju izvedli ob četrte košnji v obdobju od 8.08. do 9.08. smo sušili pridelek lucerne in trajnega travinja na tleh samo en dan, nato smo ga pobrali s samonakladalno prikolico in nato še štiri dni samo čez dan sušili na sušilni napravi z zajemom toplega zraka izpod strehe do primerne sušine za skladiščenje. Poraba goriva na hektar površine je odvisna od uporabljenih strojev, števila posameznih postopkov (števila obračanj krme, števila zgrabljanj krme, izdelave nočnih zgrabkov), načina pobiranja krme (samonakladalka, stiskalnica za valjaste ali kvadraste bale) itd. Ni nepomembna stvar ali ima kmetija vso lastno mehanizacijo ali pa čaka na izvedbo storitev. Zaradi morebitnega čakanja npr. na stiskalnico za kvadraste bale, se lahko poveča število obračanj ali pa zgrabljanj, kar na koncu privede k večji porabi goriva na enoto površine. Na grafikonu 10 prvi stolpec kaže porabo goriva na enoto površin pri popolnoma suhi krmi, drugi in tretji stolpec pa kaže porabo goriva na enoto površine za delno posušeno krmo, ki se je nato dosušila na skladiščno vlažnost na sušilnici za seno. Porabi goriva na samem travniku je tako potrebno prišteti še električno energijo porabljeno za pogon ventilatorja pri sušilnici. V grafikonu 10 je poraba goriva prikazana brez transporta strojev do parcel. Podatki so podani za učinkovito delo na samih parcelah. Uporabljeni traktor je imel management motorja in transmisije, ki omogoča optimizacijo porabe goriva, tudi nastavljeni režim delovanja uporabljenih priključkov je bil takšen, da se je poraba goriva optimizirala in da je bilo čim manj negativnih vplivov na krmo (drobljenje krme). Izmerjena poraba goriva na enoto površine je v tem primeru manjša od povprečnih vrednosti izmerjenih na kmetijah vključenih v meritve porabe goriva.



Grafikon 10: Poraba goriva na enoto površine pri različnih načinih spravila in vrsti krme.

Končni rezultati meritev porabe goriva na enoto površine iz kmetij vključenih v našo analizo so prikazani za posamezne delovne postopke so prikazani na grafikonu 11. Stolpci predstavljajo povprečja za posamezen delovni postopek, ročaji pa minimalne in maksimalne vrednosti. Ta odstopanja od povprečja so lahko precejšnja in odvisna od različnih dejavnikov na primer tudi od nagiba površine, vrste traktorja, delovnega režima traktorja in priključka itd.



Grafikon 11: Poraba goriva na enoto površine za različne delovne postopke pri spravilu krme.

### 3.4 Energetska analiza spravila sena

Energetska analiza z ekonomsko in okoljsko analizo je pomembno orodje za določanje obnašanja kmetijskih sistemov. Ekonomika, energija in okolje so trije E (izhajajo iz treh angleških besed, okrajšano - Energy, Economics and Environment), ki jih je treba obravnavati v vseh kmetijskih dejavnostih. Energetsko analizo kot pomemben predmet kmetijske proizvodnje so začeli proučevati v 70. letih prejšnjega stoletja, kot posledica težav pri oskrbi z nafto in naraščanjem njenih cen. Vzpostavitev metodologij za prepoznavanje in vrednotenje različnih energetskih tokov v kmetijski proizvodnji je osnova energetske analize (Ortiz Canavate in Hernanz, 1999). Obseg je tako širok, kot je opredeljen ali potreben, vendar je cilj jassen: zmanjšati vnos energije ali iskati druge obnovljive vire v kmetijskih procesih z uvedbo učinkovitejših delovnih metod oziroma operacij. Ta cilj je, če je mogoče, združen z zmanjšanjem proizvodnih stroškov in uporabi okolju prijaznih proizvodnih metod kot dela boljšega sistema upravljanja (Ortiz Canavate in Hernanz, 1999). Poraba energije je opredeljena kot neto energija, ki se porabi za proizvodnjo kmetijskih proizvodov, dokler se proizvod ne proda ali zapusti s kmetije ali se uporabi, kot krma za živali (Dalgaard in sod., 2001). Porabo energije lahko razdelimo na direktno ali neposredno in indirektno ali posredno energijo. Direktna energija (neposredna energija) je vnos energije v samo kmetijsko proizvodnjo. Ko se omenjeni vložek energije lahko neposredno pretvori v energijske enote (mineralno dizelsko gorivo, utekočinjen naftni plin ali energija zemeljskega plina, električna energija za naknadno obdelavo pridelkov, itn.). Indirektna energija (posredna energija) je energija, ki se uporablja za proizvodnjo surovin, ki se uporabljajo v proizvodnji kmetijskih proizvodov, poleg tega teh vložkov ni mogoče neposredno pretvoriti v energetske enote (stroji, gnojila, fitofarmacevtska sredstva itd.). Skupno energijo za kmetijsko proizvodnjo (Dalgaard in sod., 2001) lahko predstavimo z enačbo (1).

$$E_{\text{pridelave}} = E_{\text{direktna}} + E_{\text{indirektna}} \quad (1)$$

$$E_{\text{pridelave}} = (E_{\text{gorivo}} + E_{\text{el.energija}} + E_{\text{ostala energija}}) + E_{\text{indirektna}}$$

Direktna ali neposredna energija ( $E_{\text{direktna}}$ ) predstavlja vnos celotne energije v kmetijsko proizvodnjo. Omenjeni vnos energije se lahko direktno pretvori v energetske enote (porabljeno mineralno dizelsko gorivo, energija utekočinjenega naftnega plina - UNP ali zemeljskega plina za dosuševanje, električna energija za naknadno procesiranje pridelka, itn.).



Indirektna ali posredna energija ( $E_{indirektna}$ ) je energija, ki je porabljena v proizvodnji kmetijskega pridelka, v primeru ko inputi energije ne morejo biti direktno pretvorjeni v energetske enote (kmetijski stroji, gnojila, fito farmacevtska sredstva, embalaža).

Celotna energija, ki se porabi za pridelavo nekega kmetijskega pridelka na površini enega hektarja pridelovalne površine se ugotovlja s seštevanjem posameznih energetskih porab za delovne operacije. Pri energetski analizi se razčlenijo vnosi energije (direktna energija), ki je kompletno porabljena v obdobju pridelave (ena sezona, itn.) različnih pridelkov (poljedelstvo, sadjarstvo, vinogradništvo, pridelava povrtnin, pridelava mleka, pridelava mesa, itn.). Vnosi energije skozi daljše časovno obdobje (za proizvodnjo traktorjev, priključnih strojev, opreme, objektov, itn. ter energija za proizvodnjo mineralnih gnojil in fitofarmaceutskih sredstev) se upoštevajo pri indirektni energiji. Poraba energije v mehanizirani rastlinski pridelavi je definirana, kot energija fosilnega goriva (mineralno dizelsko gorivo), ki se porabi pri izvajanju različnih mehaniziranih delovnih operacij. V prihodnosti se pričakuje tudi večja uporaba električne energije za določene delovne operacije. Vse večjo veljavo v prihodnosti bodo imeli alternativni energetski viri oziroma obnovljivi viri energije.

Različni avtorji navajajo, da se povprečne vrednosti porabe mineralnega dizelskega goriva za različne kmetijske dejavnosti oziroma delovne operacije, upoštevajo, kot spremenljivke, ki se ugotavljajo za porabo goriva v l/ha ali kg/ha (Handler in Nadlinger, 2012; Dalgaard in sod, 2001; Jejčič in Al Mansour, 2014). Merjenje porabe goriva in povezanih emisij toplogrednih plinov iz različnih postopkov oziroma delovnih operacij v spravi sena (končni izdelek skladiščenja sena so bile majhne pravokotne bale), je pokazalo največjo porabo goriva in s tem povezane emisije toplogrednih plinov (preračunano na suho snov) pri košnji in stiskanju (baliranju sena). Manjša poraba goriva je bila ugotovljena za delovne operacije v spravi sena, kot so: gnetenje trave, obračanja in zgrabljanja sena, zelo majhna poraba goriva pa za transport senenih bal in sena (Morissette in Savoie, 2014).

### 3.5 Metodologija

Cilj energijske analize je: zmanjšati vnos energije (ali najti druge obnovljive vire) v različnih delovnih procesih oziroma pri izvajanju delovnih operacij z uvedbo učinkovitejših delovnih metod oziroma delovnih operacij. Z uvedbo energijske analize lahko zmanjšamo proizvodne stroške in uvajamo okolju bolj prijazne proizvodne metode, kot del boljšega upravljanja celotnega sistema.

Za določitev porabe energije je bil razvit energetski model, ki pri skladiščenju sena uporablja podatke meritev porabe energije na družinskih kmetijah. Energija (direktna ali neposredna energija) je zajeta v energetsko analizo. To je energija, ki jo v obdobju pridelave sena v celoti porabimo. V analizo niso bili vključeni energijski vložki v daljšem časovnem obdobju, tj. indirektna ali posredna energija (za proizvodnjo traktorjev, priključkov, opreme, itn.). Za določitev porabe energije smo izbrali kmetije, kjer spravljajo seno s sušenjem na tleh in skladiščijo seno na kmetiji. Poraba energije je opredeljena, kot energija fosilnih goriv (mineralno dizelsko gorivo), ki se uporablja v različnih mehaniziranih delovnih operacijah. Skupna (direktna) energija, ki se porabi za spravo sena s tehnologijo spravila sena s sušenjem na tleh na površini enega hektarja, se določi z dodajanjem posamezne porabe energije

za različne delovne operacije (npr. košnja, obračanje sena, zgrabljanje sena, itn.). Skupni vložek direktne energije  $E_c$  (2) se določi iz porabljenega mineralnega dizelskega goriva, ki se uporablja za različne načine spravila sena na površini enega hektarja. Poraba energije je določena v MJ/ha in MJ/t SS (MJ/t suhe snovi). Za določitev skupne porabe energije je pri spravilu sena določena enačba (2), ki je sestavljena iz porabe energije za vsako delovno operacijo v procesu spravila sena.

$$E_c = E_k + E_o + E_z + E_p + E_t \quad (2)$$

$E_c$  = skupna energija, porabljena za delovno operacijo spravila sena (MJ)

$E_k$  = energija za košnjo

$E_o$  = energija za raztresenje in obračanje sena

$E_z$  = energija za zgrabljanje sena

$E_p$  = energija za pobiranje sena (nakladalna prikolica ali balirka)

$E_t$  = energija za prevoz sena (od parcele do kmetije)



Slika 16. Merjenje porabe energije pri košnji z diskastima kosilnicama.

Poraba goriva, izražena v litrih na hektar (l/ha), je uporabljena za določanje porabe energije za košnjo, raztros in obračanje, zgrabljanje, pobiranje sena in stiskanje z s stiskalnicami za valjaste bale, ter pobiranje sena z nakladalno prikolico. Podatki o porabi goriva za različne delovne operacije se pretvorijo v porabljeno energijo za vsako delovno operacijo, izraženo v MJ/ura ali MJ/ha. Seštevek porabe energije za vse delovne operacije nam da informacije o končni porabi energije za spravilo sena s sušenjem na tleh na dva različna načina (z uporabo nakladalnih prikolic ali stiskanje – baliranje sena s stiskalnicami za valjaste bale v končni produkt - valjaste bale). Poraba energije je izražena tudi v MJ energije / količine suhe snovi (MJ/t SS) iz pridelka sena na površini enega hektarja (končna vsebnost suhe snovi v senu je 85 %). Izračuni modelov temeljijo na povprečni porabi goriva za vsako delovno operacijo. Rezultati meritev porabe energije za spravilo sena s kmetij, kjer so bile opravljene meritve in podatkih iz drugih dostopnih baz so podani v preglednicah 22, 23 in 24. V tekstu so predstavljene povprečne porabe energije, s katerimi lahko najboljše predstavljamo porabo energije za različne delovne operacije pri spravilu sena na različnih lokacijah.

Poraba energije je določena z izvajanjem delovnih operacij z različnimi traktorji z močjo od 60 do 90 kW in priključnimi stroji (vse poganja priključna gred traktorja), ki so namenjeni košnji, raztrosu in obračanju, zgrabljanju, pobiranju sena in stiskanju valjaste bale, pobiranju sena z nakladalno prikolico, itn. Izmerjena je bila količina mineralnega dizelskega goriva, porabljenega za izvajanje teh operacij. Poleg tega je upoštevana poraba energije za transport (prevoz sena ali valjastih bal) od lokacije spravila sena do kmetij, kjer se skladišči seno ali valjaste bale. Nekatere delovne operacije se izvajajo samo enkrat, na primer košnja, delovne operacije, kot so obračanje in zgrabljanje pa večkrat. Skupna poraba energije upošteva število vseh delovnih operacij za spravilo sena na enem hektarju travnika. Za merjenje porabe energije za raztros, obračanje in zgrabljanje sena so bili uporabljeni stroji, ki lahko opravijo dve delovni operaciji, npr. raztros in obračanje sena ter zgrabljanje sena (v zgrabkih, ki ostanejo po noči ali za pripravo končnih zgrabkov za pobiranje sena s samonakladalno prikolico oziroma s stiskalnico za valjaste bale). Za spravilo na tleh posušenega sena se uporablja nakladalna prikolica (povprečna prostornina 22 m<sup>3</sup>, prikolica pobira seno in transportira ga na mesto skladiščenja), scenarij 1.

Preglednica 22: Povprečna poraba energije za spravilo sena na površini enega hektarja (MJ/ha), scenarij 1, pobiranje in transport sena z nakladalno prikolico

| <b>Delovna operacija</b>                                 | <b>Povprečna poraba energije (MJ/ha)</b> |
|----------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Košnja (rotacijska – disk kosilnica)                     | 182                                      |
| Obračanje in raztros (rotacijski obračalnik – trosilnik) | 453                                      |
| Zgrabljanje v zgrabke (rotacijski zgrabljalik)           | 567                                      |
| Pobiranje in transport sena z nakladalno prikolico       | 202                                      |

V scenariju 2 se uporablja stiskalnica za valjaste bale s tlačno komoro konstantnega premera (premer valjastih bal 1,35 m), ki omogoča zmanjševanje volumna sena, ki se pobira ter njegovo večjo gostoto, s to delovno operacijo se zmanjšuje število transportov in velikost prostora, ki je potreben za skladiščenje sena.

Preglednica 23: Povprečna poraba energije za spravilo sena na površini enega hektarja (MJ/ha), scenarij 2, pobiranje in stiskanje sena s stiskalnico za valjaste bale

| <b>Delovna operacija</b>                                     | <b>Povprečna poraba energije (MJ/ha)</b> |
|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Košnja (rotacijska – disk kosilnica)                         | 182                                      |
| Obračanje in raztresanje (rotacijski obračalnik – trosilnik) | 454                                      |
| Zgrabljanje v zgrabke (rotacijski zgrabljajnik)              | 567                                      |
| Pobiranje in stiskanje sena (stiskalnica za valjaste bale)   | 360                                      |
| Skupaj                                                       | 1563                                     |

Skupna povprečna poraba energije pri spravilu sena s sušenjem na tleh pri različnih delovnih operacijah od košnje do pobiranja sena z nakladalno prikolico za nakladanje in prevoz sena, znaša 179,4 MJ/t SS (MJ/t suhe snovi). V primeru, ko se seno pobira in stisne v valjaste bale s stiskalnico za valjaste bale, poraba energije je 248 MJ/t SS. Povprečna poraba celotne energije (od košnje do pobiranja in stiskanja sena v valjaste bale) na hektar površine (MJ/ha), pri spravilu sena s pobiranjem in stiskanjem sena v valjaste bale je višja za 27,6 % od povprečne porabe celotne energije (MJ/ha) pri spravilu sena z nakladalno prikolico (porabljena energija od košnje do pobiranja sena z nakladalno prikolico). V našem primeru so pobiranje sena in njegovo stiskanje v valjaste bale ter transport valjastih bal, največji porabniki energije v primerjavi z drugimi delovnimi operacijami pri spravilu sena. Pri drugih delovnih operacijah je prikazana tudi kumulativna poraba energije, ker se nekatere delovne operacije večkrat ponovijo v procesu spravila sena s sušenjem na tleh. Na primer trikratno raztresanje in obračanje sena, trikratno zgrabljanje v zgrabke (dvakrat za nočne zgrabke in enkrat za končne zgrabke za pobiranje sena z nakladalno prikolico ali stiskalnico za valjaste bale). Pri prevozu sena je povprečna urna poraba energije (MJ/ura) za prevoz valjastih bal, pri spravilu sena s pobiranjem in stiskanjem sena v valjaste bal, višja za 24,1 % od urne porabe energije za prevoz sena z nakladalno prikolico.

Preglednica 24: Povprečna urna poraba energije (MJ/ura) za nakladanje, transport in manipulacijo z valjastimi balami ter transport sena z nakladalno prikolico za seno in transport sena iz nakladalne prikolice z električnim puhalnikom za seno v skladišče sena.

| <b>Delovna operacija</b>                                                                                                                        | <b>Povprečna poraba energije (MJ/ha)</b> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Nakladanje in transport valjastih bal (traktor s prednjim nakladalnikom in prikolica za valjaste bale)                                          | 401                                      |
| Manipulacija z valjastimi balami (traktor s prednjim nakladalnikom na skladiščnem prostoru)                                                     | 91                                       |
| Transport sena z nakladalno prikolico za seno                                                                                                   | 304                                      |
| Razkladanje sena iz nakladalne prikolice in transport sena v prostor za skladiščenje sena (nakladalna prikolica in električni puhalnik za seno) | 85                                       |

Po transportu valjastih bal s prikolico za valjaste bale, sledi še manipulacija z valjastimi balami z raztovarjanjem bale iz prikolice za valjaste bale in spravilo valjastih bal v prostor za shranjevanje bal. Ta delovna operacija se izvaja s pomočjo traktorja s prednjim nakladalnikom za valjaste bale. V uporabi so tudi posebne izvedbe traktorjev - teleskopski nakladalniki, ki se uporabljajo za manipulacijo z valjastimi balami, (a ker so stroji razmeroma dragi se manj uporabljajo na kmetijah). V primeru, da se seno transportira s samonakladalno prikolico, se opravi razkladanje prikolice na kmetiji (transportni trak sprazni seno s prikolice). Seno s puhalnikom na električni pogon se potem transportira v skladišče sena. Povprečna poraba energije za manipulacijo z balami je za 6,5 % višja v primerjavi z delovnim procesom razkladanja nakladalne prikolice in transporta sena s puhalnikom v skladišče za seno.

### 3.6 Zaključek

Podatki o izmerjeni porabi energije za spravilo sena s sušenjem na tleh na dva načina (scenarij 1 in scenarij 2), nam omogočajo določiti skupno energijo (direktno ali neposredno energijo), potrebno za spravilo sena od košnje do transporta sena na skladiščni prostor. Na podlagi izmerjenih podatkov je mogoče ukrepati v smeri zmanjševanja porabe energije in s tem vplivati na ekonomičnost proizvodnje ter posledično na manjši ogljični odtis procesa in končnega pridelka - sena. Rezultati meritev so pokazali, da je poraba energije za spravilo sena s sušenjem na tleh, kjer se opravljajo delovne operacije pobiranja in stiskanja sena v valjaste bale in njihov transport s prikolico za bale, večja od spravila sena s sušenjem na tleh, kjer se za pobiranje in transport sena uporablja nakladalna prikolica. Skupna povprečna poraba energije pri spravilu sena s sušenjem na tleh pri delovnih operacijah od košnje do pobiranja sena z nakladalno prikolico za pobiranje in prevoz sena je 179,4 MJ/t sušine. V primeru, ko se seno pobere in stisne v valjaste bale s stiskalnico za valjaste bale, poraba energije znaša 248 MJ/t sušine. Povprečna poraba celotne energije (od košnje do pobiranja sena in stiskanja sena v valjaste bale) na hektar površine (MJ/ha) pri spravilu sena s pobiranjem in stiskanjem sena v valjaste

bale, je višja za 27,6 % od povprečne porabe celotne energije (MJ/ha) pri spravilu sena, kadar spravilo sena poteka z nakladalno prikolico (porabljena energija od košnje do nakladanja sena z nakladalno prikolico). Pri transportu sena je povprečna urna poraba energije (MJ/ura) za prevoz valjastih bal pri spravilu sena s pobiranjem in stiskanjem sena v valjaste bale, večja za 24,1 % v primerjavi z urno porabo energije za prevoz sena z nakladalno prikolico. Povprečna poraba energije za manipulacijo z balami je za 6,5 % višja v primerjavi z delovnim procesom praznjenja nakladalne prikolice in nakladanja sena s puhalnikom v skladišče za seno.

## Literatura

1. Dalgaard, T., Halberg, N., Porter, J.R. (2001) A model for fossil energy use in Danish agriculture used to compare organic and conventional farming, *Agriculture, Ecosystems and Environment* 87, Elsevier
2. Jejčič, V., Al. Mansour, F. (2014) Ogljični odtis konvencionalne in ekološke poljedelske pridelave, Zbornik mednarodne konference, Actual Tasks on Agricultural Engineering, Organizator, Fakultet agronomskih znanosti – Zagreb, Opatija
3. Handler, F., Nadlinger, M. (2012) Trainer handbook, D 3.8 Strategies for saving fuel with tractors, EU projekt Intelligent Energy Europe, Efficient 20, IEE/09/764/SI2.558250
4. Morissette, R., Savoie, P. (2014) Field Capacity, Energy Consumption, and GHG Emissions during Small Square Hay Bale Harvesting, ASABE – CSBE/SCGAB Annual International Meeting, Montreal, Quebec Canada
5. Mrhar, M. (1993) Tehnika priprave in spravila sena, Knjižnica za pospeševanje kmetijstva, ČZP, Kmečki glas, Ljubljana
6. Ortiz-Canavate, J., Hernanz, J.L. (1999) Energy for Biological Systems, 2, CIGR Handbook of Agricultural Engineering, Volume V, Energy and Biomass Engineering, Edited by CIGR, Volume editor: Osamu Kitani, ASAE, St. Joseph, USA, 1999

## 4 MEHANSKE IZGUBE PRI SPRAVILU SENA

Poleg ugotavljanja porabe energije pri spravilu sena je bilo potrebno ugotoviti tudi izgube, ki se pojavljajo pri spravilu sena pri različnih delovnih operacijah z različnimi stroji za spravilo sena. Spravilo kakovostne mrve naj bi potekalo brez onesnaženja krme, s čim večjo storilnostjo kmetijske mehanizacije, optimalno porabo energije ter čim manjšimi izgubami krme. Večina izgub nastane zaradi drobljenja pri mehanskem spravilu krme. V ta namen smo v okviru delovnega svežnja 3 v sezoni 2017 in 2018 zasnovali več tehnoloških poskusov, kjer smo v dveh poskusih merili izgube pridelka zaradi drobljenja v štirih poskusih pa tudi porabo goriva pri različnih delovnih fazah spravila mrve.

### 4.1 Poskus 1 - Meritve izgub pri sušenju krme na tleh in v kombinaciji z dosuševanjem s toplotno črpalko

Poskus 1 smo izvedli poleti 2017 izvedli na kmetiji Rantaša v Bolehnečicah v SV Sloveniji, na dveh površinah. Na prvi površini (1,5 ha), je bilo v jeseni leta 2016 zasejano večletno travinje s travno deteljno mešanico (TDM) 'OH-430 Ekstra'. Površina je bila zasejana s travno – deteljno mešanico, le da se metuljnice v prvem letu rabe še niso povsem razvile, zato so prevladovalle trave. Druga površina (0,56 ha), je bila prav tako zasejana s TDM in je že v četrtem letu rabe. Na obeh površinah se intenzivno kosi 6 – 8 krat v letu. Meritve na obeh površinah smo izvajali na pokošenem pridelku tretje košnje. Površini smo pokosili 26. 6. 2017 ob 10. (travnik s prevladujočimi travami) in ob 11.30 (travnik s TDM) uri. Za košnjo smo uporabili diskasto čelno kosilnico CLAAS Corto 3150 F Profil (3,15 m delovne širine) in stransko Lely Splendimo (3,10 m delovne širine). Višina košnje je bila 8 cm nad tlemi. Takoj po košnji smo pridelek raztresli z obračalnikom Lely Lotus Stabilo (9 m delovne širine). Pri raztrosu smo uporabili najvišje število vrtljajev priključne gredi traktorja (540 vrt./min.). Pri naslednjem obračanju, ki smo ga izvedli popoldan je število vrtljajev priključne gredi traktorja znižano na 400 vrt./min., pri drugem obračanju (po 24 h) pa na 350 vrt./min. Drugi dan po košnji ob 14. uri smo uvelo krmo z zgrabljajnikom Pöttinger top 662 zgrabili v 90 cm široke in 20 cm visoke zgrabke. Pri tem smo uporabili manj kot 300 vrt./min. priključne gredi traktorja. Krmo smo nato z balirko Deutz Fahr Variomaster 560 spravili v valjaste bale, velikosti 160 × 120 cm. Pri delu s stiskalnico za valjaste bale smo uporabili delovni tlak, ki je znašal od 70 do 80 bar. Na koncu smo valjaste bale prepeljali v kondenzacijsko sušilnico, kjer smo jih 3 dni intervalno sušili s toplim zrakom izpod strehe.

### 4.2 Poskus 2 - Meritve izgub pri sušenju krme na tleh zaradi različnih delovnih vrtljajev strojev



Poskus 2 smo prav tako izvedli v letu 2017 v SV Sloveniji, v Murskih Črncih, na trajnem nižinskem travinju (Novi travniki), srednje intenzivne rabe. Površina je obsegala 0,96 ha. Poskus smo začeli 18. 7. 2017 ob 10. uri na pridelku druge košnje. Najprej smo izvedli košnjo z bobensko kosilnico SIP, ROTO 220 S (2,20 m delovne širine). Po košnji smo travo raztresli z obračalnikom SIP spider 615 Z Pro (6 m delovne širine). Pri tem smo uporabili najvišje število vrtljajev traktorske priključne gredi (540 vrt./min.). Površino travnika smo razdelili na dva dela (dve obravnavanji). Prvo obravnavanje smo poimenovali Novi travniki 1, drugo pa Novi travniki 2. Na območju Novi travniki 1 smo pri vseh obračanjih uporabili delovno hitrost 9,5 km/h in 540 vrt./min. traktorske priključne gredi. Na drugi polovici (Novi travniki 2) pa smo uporabili manjšo delovno hitrost (6,1 km/h) in manjše število vrtljajev priključne gredi traktorja (maksimalno 350 vrt./min.). Na obeh površinah smo izvedli pet obračanj, tretji dan po košnji smo seno zgrabili v zgrabke. Pri tem smo uporabili tračni obračalnik SIP Favorit 220 (2,20 m delovne širine) in tudi tukaj pazili na vnaprej določeno število vrtljajev priključne gredi traktorja na obeh obravnavanjih. Seno smo balirali v valjaste bale (160 × 120 cm) 21. 7. 2017 ob 13. uri s stiskalnico za valjaste bale CLAAS ROLLANT 250 (tlak 180 barov; 2,50 m delovne širine).

Vremenske razmere so bile pri obeh poskusih ugodne za sušenje (brez padavin). Meritve izgub smo v obeh poskusih izvedli po koncu obračanja in zgrabljanja, v zgrabkih in izven zgrabkov. Vzorčili smo na več mestih po principu švicarske metode s sesalcem (Staubsauger methode). Premerili smo dolžino in širino zgrabka in glede na to izračunali kolikšne izgube nastanejo ob spravi. Prav tako smo odvzeli vzorce, ter ocenili njihovo hranilno vrednost z NIRS spektrometrom.

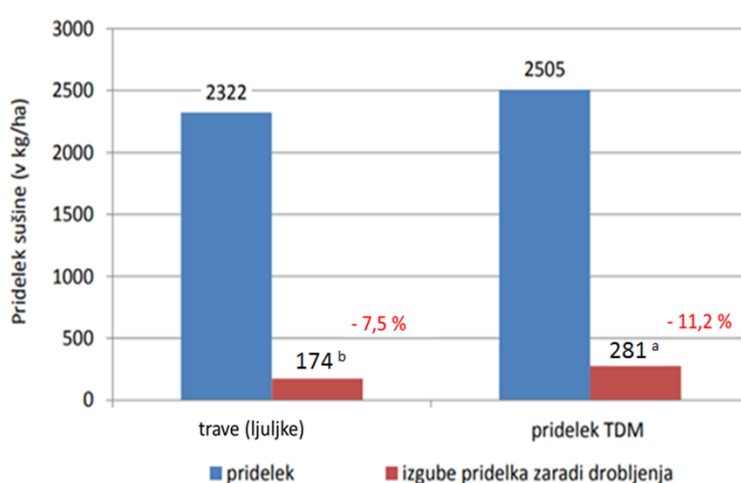
### **4.3 Vzorčenje za določevanje izgub**

Vzorke smo odvzeli na desetih različnih mestih neposredno po koncu obračanja in zgrabljanja. Velikost vzorčne površine je bila 1 m<sup>2</sup>. Pri tem smo uporabili lesen kvadratni okvir, znotraj katerega smo najprej pograbili pridelek z grabljami. Kar je ostalo (izgube) smo posesali s sesalcem. Vzorec je bil najprej posušen na zraku in shranjen v papirnate vrečke. Pred določanjem suhe snovi pa smo vzorce dosušili v sušilni omari na 60 °C. Vzorce smo stekali pred sušenjem in po sušenju, jih presejali z 2 mm sitom in s tem očistili od prsti in drugih primesi ter dobili njihovo neto težo.



#### 4.4 Vpliv sestave ruše na izgube pridelka zaradi drobljenja

Na podlagi rezultatov poskusa 1 ugotavljamo, da med povprečnimi izgubami pridelka sušine obstajajo statistično značilne razlike glede na prevladujočo vrsto rastlin v TDM ( $p < 0,05$ ; grafikon 12). V vseh primerih so izgube pridelka sušine tam, kjer so prevladoval travje statistično manjše od izgub pridelka sušine TDM. To potrjujejo tudi meritve skupnih izgub pridelka sušine, saj so le te pri TDM (281 kg sušine/ha) za več kot 100 kg sušine/ha večje od skupnih izgub, ki so nastale na površini s prevladujočim deležem trav v ruši (174 kg sušine/ha). Ker se listi sušijo hitreje kot stebila, so tudi ranljivejši, se hitreje lomijo oz. drobijo ob uporabi mehanizacije (obračanje, zgrabljanje, nakladanje oz. baliranje krme). Posledično so tudi izgube pridelka večje (Čop 2005, Kramberger 1999).



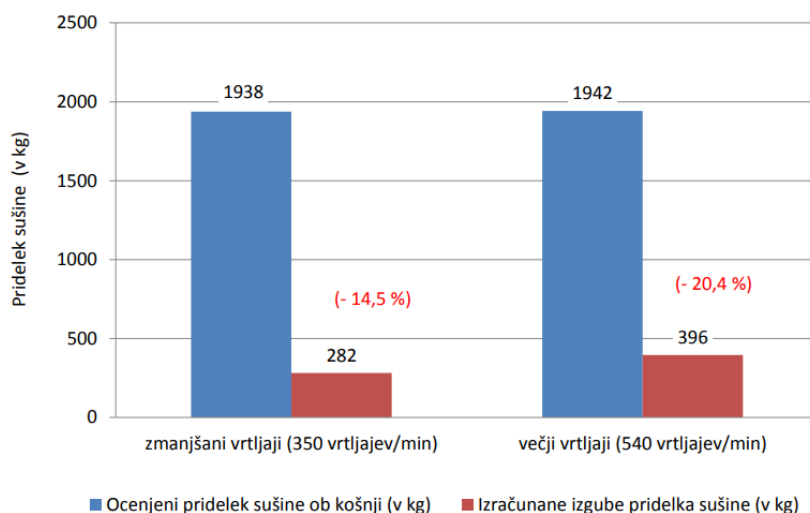
Grafikon 12: Izgube pridelka sušine (kg sušine/ha) po spravilu delno uvele TDM oziroma trav v poskusu 1. Povprečja označena z različnima malima črkama (a, b) se med seboj statistično razlikujejo (LSD;  $p < 0,05$ ).

Na površini, kjer so prevladoval travje smo pridelali v povprečju 2322 kg sušine/ha. Skupne izgube pridelka sušine so znašale 174 kg sušine/ha, kar predstavlja 7,5 %. Pridelek TDM je znašal 2505 kg sušine/ha. Ob sušenju je skupno nastalo 281 kg sušine/ha izgub, kar predstavlja 11,2 % (grafikon 12). Izgube pridelka sušine so torej večje v pridelku, kjer so prisotne metuljnice (TDM), kot v pridelku s travami.

#### 4.5 Vpliv števila vrtljajev priključne gredi traktorja pri delu s stroji na izgube pridelka

V poskusu 2 smo ugotavljali vpliv števila vrtljajev traktorske priključne gredi na izgube pridelka zaradi drobljenja. V grafikonu 13 je prikazan pridelek sušine ob drugi košnji trajnega travinja in izgube pridelka sušine (kg SS/ha) na površini, kjer smo ob sušenju uporabili manjše in večje število vrtljajev priključne gredi traktorja pri obračanju in zgrabljanju. Pri manjšem številu vrtljajev priključne gredi traktorja, je pridelek znašal 1938 kg SS/ha, ob tem pa so nastale izgube v višini 282 kg SS/ha, kar predstavlja 14,6 %. Pri večjem številu vrtljajev priključne gredi traktorja je bil pridelek 1942 kg SS/ha, izgube pa so znašale 396 kg SS/ha, kar predstavlja 20,4 %. Izgube zaradi drobljenja so

bile pri večjih vrtljajih priključne gredi traktorja za 5,8 % večje, kot na delu travnika kjer smo obračali in zgrabili pridelek z manjšimi vrtljaji priključne gredi traktorja. Skupne izgube pri višjem številu vrtljajev priključne gredi traktorja znašajo 396 kg sušine/ha, pri manjšem številu vrtljajev, pa le 282 kg sušine/ha, vendar so razlike med povprečji premajhne, da bi le te bile statistično značilne. Glede na rezultate pridobljene v poskusu 2 ugotavljamo, da število vrtljajev priključne gredi traktorja, statistično značilno ne vpliva na izgube pridelka sušine



Grafikon 13: Izgube pridelka sušine (kg sušine/ha) med zgrabki, v zgrabkih in skupne izgube glede na število vrtljajev v poskusu 2. Povprečja pridelkov in izgub se med seboj statistično značilno ne razlikujejo (LSD;  $p > 0,05$ ).

Pöllinger in sodelavci (2013) so ugotovili, da pri 3 – 4 kratnem obračanju krme nastanejo 8 – 12 % izgube, pri 6 kratnem obračanju pa nastane 17 % izgub. V našem poskusu izmerjene izgube so bile izgube pri delu z nižjimi vrtljaji priključne gredi traktorja (350 vrt./min.) in 6 kratnem obračanju (14,6 %) manjše, pri višjih vrtljajih priključne gredi traktorja (540 vrt./min.) pa višje (20,4 %) od ugotovitev Pöllingerja s sodelavci (2013).

#### 4.6 Ovrednotenje vpliva različnih tehnoloških rešitev sušenje krme na izgube zaradi drobljenja

V letu 2018 smo okviru DS3 v juniju, juliju in avgustu zasnovali štiri tehnološke poskuse ob spravilu krme v osrednji Sloveniji. Prvi poskus smo izvedli v osrednji Sloveniji ob drugi košnji od (18.06.-21.06.2018) na poskusnih površinah Kmetijskega inštituta Slovenije v Jabljah. Poskus sušenja na tleh do sušine primerne za skladiščenje in spravila v obliki valjastih bal smo izvedli na trajnem travinju srednje intenzivne rabe. Drugi poskus smo izvedli ob tretji košnji v drugi dekadi julija (17.07.-19.07.2018) v osrednji Sloveniji blizu Tacna na trajnem travniku kmetije Zore (Zgornje Pirniče), prav

tako na travinju srednje intenzivne rabe. Namen poskusa je bil oceniti mehanske izgube zaradi drobljenja pri sušenju na tleh do primerne sušine za skladiščenje ob spravilu z balirko za velike kvadratne bale. Tretji in četrti poskus (8.08.-9.08.2018) smo ponovno izvedli v osrednji Sloveniji ob spravilu lucerne oziroma krme s trajnega travnika kmetije Zore. V zadnjih dveh poskusih smo pridelek do končne sušine posušili na sušilni napravi, ki zajema tople zrak izpod strehe. Med izvajanjem opisanih poskusov smo spremljali dinamiko sušenja, mehanske izgube pridelka, ki nastanejo ob spravilu, bodisi zaradi različne sušine različnih priključkov ali različnih delovnih vrtljajev traktorskih priključkov. V vseh poskusih smo spremljali tudi porabo energije pri posamezni delovni operaciji ali sušenju na sušilni napravi. Izgube rastlinskih delov zaradi drobljenja smo določali ob spravilu krme s travinja s t.i. metodo sesalca (Staubsaugermethode, FAT Berichte). Izgube smo merili v zgrabkih in med njimi, ter jih sešteli. V tabeli predstavljeni izgube predstavljajo tako so seštete izgube vseh delovnih faz.



**Slika 17:** Izgube zaradi drobljenja pri spravilu suhe krme s balirko za velike kvadratne bale (Claas Quadrant 3200RC) (Slika a). Spravilo sena s balirko za valjaste bale (Claas Rollant 255) (Slika b). Zbiranje zdrobljenega rastlinskega materiala s t.i. metodo sesalca (Slika c). Zbrani vzorci izgubljenega rastlinskega materiala (slika d). Spravilo lucerne s nakladalko (Pöttinger Laderprofi II) na sušilno napravo ki zajema zrak izpod strehe (Slika e). Ločevanje rastlinskih delcev in anorganskih primesi v zbranih vzorcih (Slika f).

## **4.7 Podrobni opis izvedbe poskusov**

### **4.8 Poskus 1 - vpliv različnega števila vrtljajev priključne gredi traktorja pri delu s stroji**

Poskus 1 smo izvedli poleti 2018 na površinah IC Jablje v osrednji Sloveniji na trajnem sejanim travniku. Na prvi površini (3,84 ha) imenovani Pašnik. Površina je bila občasno dosejavana s travno mešanico, v ruši so zato prevladovalе kakovostne trave in občasno se pojavljajo tudi nekatere nitrofilne zeli (regrat, ščavje). Obravnavano površinah se intenzivno 4 do 5 krat v letu. Meritve na obeh površinah smo izvajali na pokošenem pridelku druge košnje. Površini smo pokosili 18. 06. 2017 ob 14 h. Za košnjo smo uporabili diskasto čelno kosilnico Krone EasyCut 32 CV s prstnim gnetilnikom (2,75 m delovne širine) ki jo je poganjal traktor tip John Deere 6100 RC. Višina košnje je bila 7 cm nad tlemi. Takoj po košnji (ob 14 h) smo pridelek raztresli z vrtavkastim obračalnikom Krone 8.82 (8,8 m delovne širine). Površino travnika smo razdelili na dva dela (dve obravnavanji) Pašnik 1 (2,53 ha) in Pašnik 2 (1,31 ha). Na območju Pašnik 2 smo pri vseh obračanjih uporabili delovno hitrost 9,5 km/h in 540 vrtljajev/min. Na drugi polovici (Pašnik 2) smo po raztrosu uporabili manjšo delovno hitrost (6,1 km/h) in nižje število vrtljajev priključne gredi traktorja (ne več kot 400 vrt./min.). Na obeh površinah smo izvedli sedem prehodov s stroji (Preglednica 25). Naslednji dan po košnji smo pred nočjo krmo z zgrabljajnikom Kuhn GA 6002 zgrabili v 110 cm široke in 25 cm visoke zgrabke ter jih v nadaljevanju še dvakrat obrnili v zgrabkih. Četrty dan smo krmo ponovno raztresli s vrtavkastim obračalnikom in jo popoldne pred baliranjem ponovno spravili v zgrabke (ob 15. h). Krmo smo s stiskalnico za valjaste bale Kuhn VB 3160 zbalirali v valjaste bale, velikosti 160 × 120 cm.

### **4.9 Poskus 2 – sušenje na tleh**

Poskus 2 smo izvedli poleti 2018 na površinah Kmetije Zore iz Zgornjih Pirnič (osrednji Slovenija) na trajnem travniku. Na površini velikosti (3 ha). Površina je bila občasno dosejavana s travno mešanico, v ruši so zato prevladujejo kakovostne trave od metuljnic črna in bela detelja, pojavljajo tudi zeli (regrat, ščavje, rman, dvoletni dimek) in njivski pleveli (sivozeleni muvič). Obravnavani travnik je intenzivne rabe intenzivno (4 do 5 košenj v letu). Meritve smo izvajali na pokošenem pridelku tretje košnje. Površino smo pokosili 17.7. 2018 ob 14.30 h. Za košnjo smo uporabili diskasto čelno kosilnico Pottinger (2,75 m delovne širine) in Fella (3 m delovne širine) ki ju je poganjal traktor Fendt 312. Višina košnje je bila 8 cm nad tlemi. Takoj po košnji (ob 17 h) smo pridelek raztresli z vrtavkastim obračalnikom Krone KV6.70/6 (6,7 m delovne širine). Na območju celotnega travnika smo pri posameznih delovnih opravilih ravnali enako. Tako smo pri košnji uporabili 850/500 vrt./min. priključne gredi traktorja, pri raztrosu, obračanju in zgrabljanju 360 vrt./min. oziroma 320 vrt./min. in ob baliranju 980 vrt./min. V celotnem postopku priprave krme smo izvedli 6 prehodov s stroji. Tretji dan po košnji smo oblikovali zgrabke širine 1,2 m in višine 30 cm. Po 71 urah sušenja na tleh smo krmo stisnili v velike kvadraste bale (0,9 x 1,2 m) s stiskalnico Claas Quadrant 3200 RC.

#### **4.10 Poskusa 3 in 4 – Sušenje na tleh in prevetrovanje s toplim zrakom izpod strehe**

Poskusa 3 in 4 smo izvedli v začetku avgusta 2018 na površinah Kmetije Zore iz Zgornjih Pirnič (osrednji Slovenija) na trajnem travniku (1,7 ha) in posevku lucerne (1,9 ha). Na površini velikosti (3 ha). Površina je bila občasno dosejavana s travno mešanico, v ruši so zato prevladujejo kakovostne trave od metuljnic črna, bela detelja, lucerna pojavljajo tudi zeli (regrat, ščavje, rman). Obravnavani travnik je intenzivne rabe intenzivno (4 do 5 košenj v letu). Meritve smo izvajali na pokošenem pridelku četrte košnje. Posevek lucerne pa je bil v drugem letu rabe. Obe površini smo pokosili 8.08 2018 v dopoldanskem času (trajni travnik ob 9.30 lucerno ob 10.30). Za košnjo smo uporabili diskasto čelno kosilnico Pottinger (2,75 m delovne širine) in Fella (3 m delovne širine) ki ju je poganjal traktor Fendt 312 z 850/500 vrtljaji priključne gredi. Višina košnje je bila 8 cm nad tlemi. Takoj po košnji (ob 12 oz. 12.30 h) smo pridelek raztresli z vrtavkastim obračalnikom Krone KV6.70/6 ( 6,7 m delovne širine). Na območju celotnega travnika smo pri posameznih delovnih opravilih ravnali enako. Zvečer smo krmo spravili v nočne zgrabke (katere smo naslednji dopoldan še enkrat obrnili). Spravilo krme s trajnega travinja smo izvedli 27 h po košnji, spravilo lucerne pa 30 ur po košnji s samonakladalko Pöttinger Laderprofi II. Pri obračanju, zgrabljanju in spravilu krme smo uporabili omejeno število vrtljajev priključne gredi traktorja (320 vrt./min). V celotnem postopku priprave krme smo izvedli tri prehode s stroji.

#### **4.11 Rezultati**

V preglednici 25 so zbrani podatki o ocenjenih pridelkih in izmerjenih izgubah pridelka iz poskusov v sezoni 2018 kjer smo obravnavali različnih načine spravila mrve na dveh kmetijah. V skladu s pričakovanji so bili pridelki krme precej variabilni (996 kg/ha do 1878 kg SS/ha), kljub temu da gre za naše razmere v vseh treh primerih za precej intenzivno rabo trajnega travinja. Največji hektarski pridelek smo izmerili pri lucerni (2877 kg SS/ha). Izgube pridelka so močno odvisne od načina spravila sena, vrstne sestave travnika in uporabljene kmetijske mehanizacije. V naših poskusih smo uporabili traktorje in traktorske priključke več različnih proizvajalcev. Kljub temu so končne ugotovitve v okvirjih, ki jih navaja tuja strokovna literatura 10 – 17 %. (Pollinger s sod, 2013). Pri sušenju na tleh do končne sušine primerne za skladiščenje smo izmerili največje izgube (10 do 13,5 %) rastlinskega materiala kakor ob spravilu delno uvelega rastlinskega materiala. V primerjavi s podobnim poskusom ki smo ga izvedli v letu 2017 v SV delu Slovenije so bile izgube manjše za 4,2 % pri nižjem številu vrtljajev priključne gredi traktorja oziroma 6,9 % pri višjem številu vrtljajev priključne gredi traktorja. Na splošno so bile torej izgube v Poskusu 1, sušenje na tleh in vpliv različnega števila vrtljajev priključne gredi traktorja, manjše kakor v poskusu v predhodni sezoni. Domnevamo da so boljši rezultat posledica boljše sestave travne ruše ne pa samega načina upravljanja s stroji. Čeprav razlike med obravnavanjem z višjim številom vrtljajev priključne gredi traktorja in obravnavanjem z nižjim številom vrtljajev priključne gredi traktorja, niso bile statistično značilne, se v obeh poskusih kažejo manjše skupne izgube pri spravilu zaradi drobljenja ob pripravi krme z nižjim številom vrtljajev priključne gredi traktorja. S pazljivim obračanjem mrve torej lahko zmanjšamo skupne izgube pridelka od 3,1 do 5,9 %. Na splošno so bile izgube 3,5 % manjše pri delu z znižanim

številom vrtljajev priključne gredi traktorja. S pravilom delno uvele krme (Poskus 3 = 831 g /kg, Poskus 4 = 697 g/kg) skupne izgube niso bile večje od 11 %.

**reglednica 25:** Izgube pri različnih načinih sušenja in spravila mrve

|          |                                                                     | <b>Vrsta<br/>travnika/<br/>posevka</b> | <b>Datum<br/>košnje</b>  | <b>Kmetija</b>                                              | <b>Način<br/>spravila</b>                 | <b>Vrtljaji<br/>priključne<br/>gredi pri delu<br/>s traktorskimi<br/>priključki</b>                                             | <b>Število delovnih<br/>prehodov s stroji<br/>za spravilo</b>                                                      | <b>Velikost<br/>površine</b> | <b>Pridelek<br/>(v kg na<br/>hektar)</b> | <b>Izgube<br/>pridelka<br/>v %</b>                                           |
|----------|---------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Poskus 1 | sušenju na tleh<br>vpliv različnih<br>vrtljajev<br>priključne gredi | Trajni/sejani<br>travnik               | 18.6.2018<br>(3. košnja) | Infrastrukturni<br>center Jablje /<br>osrednja<br>Slovenija | Valjaste<br>bale                          | Večji vrtljaji<br>priključne<br>gredi 540<br>vrtljajev/min<br>Zmanjšani<br>vrtljaji<br>priključne<br>gredi 400<br>vrtljajev/min | košnja<br><br>raztros<br><br>2 x obračanje<br>zgrabljanje<br><br>raztros zgrabkov,<br>zgrabljanje<br><br>baliranje | 3,84                         | 1878                                     | 13,5 pri<br>večjih<br>vrtljajih<br><br>10,4 %<br>pri<br>manjših<br>vrtljajih |
| Poskus 2 | sušenje na tleh                                                     | Trajni<br>nižinski<br>travnik          | 17.7.2018<br>3. košnja   | Zore / osrednja<br>Slovenija                                | Balirka<br>velike za<br>kvadraste<br>bale | 850/500<br><br>360<br><br>360, 340<br><br>360<br><br>340<br><br>360                                                             | košnja<br><br>raztros<br><br>2 x obračanje<br>zgrabljanje<br><br>raztros zgrabkov<br>zgrabljanje                   | 3 ha                         | 1833                                     | 6,7                                                                          |



|          |                                                                        |                               |                       |                              |                 |                                     |                                                                          |      |      |      |
|----------|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------|------|------|
|          |                                                                        |                               |                       |                              |                 | 980                                 | spravilo                                                                 |      |      |      |
| Poskus 3 | Sušenje na tleh<br>in prevetrovanje<br>s toplim zrakom<br>izpod strehe | Trajni<br>nižinski<br>travnik | 8.8.2018<br>4. košnja | Zore / osrednja<br>Slovenija | Z<br>nakladalko | 860/500<br>380<br>340<br>360<br>340 | košnja<br>raztros,<br>zgrabljanje,<br>obračanje<br>zgrabkov,<br>spravilo | 1,50 | 996  | 10,2 |
| Poskus 4 | sušenju na tleh<br>in prevetrovanje<br>s toplim zrakom<br>izpod strehe | Lucerna                       | 8.8.2018<br>4. košnja | Zore / osrednja<br>Slovenija | Z<br>nakladalko | 820/470<br>320<br>320<br>300<br>320 | košnja<br>raztros,<br>zgrabljanje,<br>obračanje<br>zgrabkov,<br>spravilo | 1,90 | 2877 | 11,0 |



Literatura:

Pöllinger A., Neuper., Rohrer M., 2013b. Technische Möglichkeiten zur Reduktion der Feldverluste bei der Grünlandernte. Fachtagung für biologische Landwirtschaft 129-132.

Travinje v Sloveniji je pretežno antropogenega izvora, saj klima in kakovost zemljišč omogočata uspevanje lesnatih vrst rastlin. Večino travinja v Sloveniji predstavlja trajno travinje. Da je temu res tako, kažejo skupne površine kmetijskih zemljišč v uporabi, ki obsegajo 477 671 ha (ESTAT 2017). Od tega zavzemajo travniki in pašniki slabih 60 % zemljišč, s katerih se krma večinoma suši. Dodatno pa zeleno krmo na njivah pridelujemo še na 11 % kmetijskih zemljišč, kjer krmo deloma konzervirajo s sušenjem, večinoma pa s siliranjem (preglednica 26). V obdobju od leta 1991 do 2016 so se površine travnikov in pašnikov zmanjšale za nekaj manj kot 18 %, v enakem obdobju pa se je delež njiv na katerih pridelujemo zeleno krmo povečal za skoraj 24 %.

Preglednica 26: Raba kmetijskih zemljišč po kategorijah po posameznih letih (ESTAT 2017).

| Skupine zemljiških kategorij (ha)                                         | LETO   |        |        |        |
|---------------------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
|                                                                           | 1991   | 2001   | 2011   | 2016   |
| KZU (kmetijska zemljišča v uporabi)                                       | 561294 | 509624 | 458195 | 477671 |
| KZU - Njive - Zelena krma z njiv                                          | 43733  | 45857  | 52992  | 54212  |
| KZU - Trajni travniki in pašniki, vključno s skupnimi travniki in pašniki | 334329 | 307037 | 262603 | 276247 |

Travinje, ki ga imamo na razpolago moramo zato kar najbolje izkoristiti. Raba travnikov in njihova oskrba sta na živinorejsko usmerjenih kmetijah v Sloveniji ključnega pomena za pridobivanje kakovostne krme. V zadnjem času ponovno pridobiva na veljavi pridelava mrve predvsem na tistih slovenskih kmetijah, kjer v neposredni prodaji na ta način prirejenega mleka in mesa, vidijo poslovno priložnost za boljši zaslužek. Prevladujoča oblika konzerviranja krme s travinja in zelene krme z njiv je siliranje. Po nekaterih ocenah mrva v Sloveniji še zmeraj predstavlja skoraj polovico vse konzervirane krme pridelane na travinju. Seno in silaža se v obroku za krave velikokrat dopolnjujeta. V Sloveniji tako pridelamo približno 1.474.000 t travniške krme, vključno s pašo; od tega pospravimo približno 624.000 t krme v obliki silaže, 446.000 t pa v obliki suhe krme.

V Sloveniji lahko v okviru Programa razvoja podeželja in kmetijsko-okoljsko-podnebnih plačil zasledimo operacije, ki so povezani z drugačno rabo travinja, kot je bila značilna za pretekla obdobja. Ti so: ohranjanje posebnih traviščnih habitatov, traviščnih habitatov metuljev, habitatov ptic vlažnih ekstenzivnih travnikov ter steljniki (MKGP). Posebnost travinja v našem prostoru je, da predstavlja del življenjskega prostora prostoživečih živali, tako rastlinojedih kot tudi mesojedih.

## 5.1 Sušenje krme na tleh

Mrva predstavlja za prežvekovalce pomemben vir energije in beljakovin, pa tudi vitaminov in mineralov. Največkrat jo odlikuje razmeroma velika vsebnost surovih beljakovin, velika vsebnost v vampu nerazgradljivih beljakovin in ugodne lastnosti, ki vzpodbujajo sintezo mikrobnih beljakovin v vampu. Ob sušenju pa se pojavljajo tudi izgube v količini in kakovosti sena, ki nastanejo zaradi respiracijskih in fermentacijskih procesov v krmi, drobljenja nežnejših delov rastlin ter izpiranja v vodi topnih snovi ob močnejši rosi ali morebitnem dežju. Pri sušenju krme s travinja so ob napakah lahko izgube vseh hranil v krmi tudi do 50 %.

Na hitrost sušenja krme vplivajo predvsem vsebnost vode v rastlinah, razvojna faza ali zrelost rastlin (rastline, ki vsebujejo veliko hranilnih snovi, se sušijo počasneje kot tiste, ki so z njimi revne ali v njih prevladujejo vlaknine), botanična sestava ruše (trave se na splošno sušijo bolje kot travniške metuljnice ali debelostebelne zeli), količina pridelka, intenzivnosti gnojenja, načina sušenja in okoljski dejavniki. Od slednjih so za sušenje krme pomembni sončno sevanje, temperatura in relativna vlažnost zraka ter veter. Sušenje je lahko uspešno samo, če je relativna vlaga zraka nižja od vlažnosti materiala. Med zaželeno vlažnostjo oziroma suhostjo materiala in relativno zračno vlago obstaja neobhodna povezava – higroskopsko ravnotežje. Vsebnost vode v pokošeni masi ob košnji običajno znaša od 70 % do 85 %. Rastline se sušijo od površine navznoter. Najprej izhlapi voda iz površine rastlin, nato voda iz kapilar in medceličnih tkiv, nazadnje pa vlaga vezana v celičnih stenah stebel.

Na čas sušenja ima velik vpliv tudi širina redi, ki pa jo je enostavno prilagoditi. Rastline je najbolje razmetati čim bolj na široko oziroma kolikor nam to dopušča površina sušenja.

Vir energije potrebne za izhlapevanje vode iz pokošenih rastlin predstavlja sončno sevanje. Intenzivnost sončnega sevanja in vpadni kot sončnih žarkov, ki se deloma absorbirajo na pokošenih rastlinah, višajo temperaturo zraka in znižujejo njegovo vlažnost, kar ugodno vpliva na sušenje krme. Sušenje popolnoma preneha, ko odstotek vlage v organski snovi krme pade pod 20 %. Ob tem se vzpostavijo razmere, ki preprečujejo kvarjenje krme zaradi dihanja rastlin in delovanja mikrobov. V procesu prešnavljanja mikroorganizmi namreč razgrajujejo in porabljajo organsko snov sušecih rastlin. Proces traja, dokler je v krmi še kaj vlage in preneha, ko je delež vlage med 15 in 20 %.

Sušenje na tleh je torej izpostavljeno številnim dejavnikom že ob lepem vremenu, skoraj nemogoče pa se jim je izogniti, če med sušenjem nastopijo vremenske motnje. Le te so vse pogostejše, predvsem pa nepredvidljive.

## 5.2 Material in metode dela

### 5.2.1 Lokacija in postavitve poskusa

Za raziskovanje v okviru projekta smo od oktobra 2016 do marca 2019 izvedli poskus, v katerega smo vključili različne vrste trav (mnogocvetna ljujka, pasja trava, travniška bilnica) in metuljnic (črna detelja). Poskusno polje leži na posestvu Univerzitetnega kmetijskega centra Univerze v Mariboru v Pivoli (46° 30' 45" N, 13° 30' 33" E), na nadmorski višini 282 m (slika 18).

Tla so distrična rjava. Razvila so se na miocenskih peskih, peščenjaki in konglomeratih. Glede na klasično Al-metodo vsebujejo v 100 g zračno suhih tal: 13,5 mg  $P_2O_5$ ; 22,4 mg  $K_2O$ ; 2 % humusa; 1,16 % organskega C. Založenost s fosforjem in kalijem je dobra (C). Njihov pH pa je v KCl enak 6,04; v Ca-acetatu pa je njegova vrednost 6,80.



**Slika 18:** Lokacija poskusa.

Setev poskusa smo izvedli v jeseni leta 2016 (14. 10. 2016) s specialno sejalnico za setev trav (Köckerling Herbatmat 300-36). Velikost osnovne parcele se je prilagodila strojnemu parku in je znašala 300 m<sup>2</sup> (6 m × 50 m). Poskus smo po setvi povaljali. V proučevanje smo vključili tri rastlinske vrste iz družine trav in eno iz družine metuljnic. Pred setvijo je bilo zemljišče pripravljeno na

konvencionalen način do drobno grudčaste strukture. Uporabljene količine semena za setev (preglednica 27) so priporočene za slovenske rastne razmere.

Ob setvi rastlinam nismo dodajali ne organskih in ne mineralnih gnojil. Spomladi leta 2017 in 2018 smo v poskus vključene trave pognojili z mineralnim gnojilom NPK 7:20:30 in KAN (27 %) tako, da smo skupno dodali 200 kg N, 120 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> in 180 kg K<sub>2</sub>O (osnovno gnojenje + tri dognojevanja). Črno deteljo smo v osnovnem gnojenju gnojili le s fosforjem in kalijem (PK gnojilo) tako, da smo dodali 120 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> in 180 kg K<sub>2</sub>O na hektar.

Črna detelja in mnogocvetna ljuljka sta vzniknili že 10 dan po setvi (25. 10. 2016), pasja trava in travniška bilnica pa teden dni kasneje (2. 11. 2016). Ob tem je bilo opaženo, da je bil vznik travniške bilnice najslabši.

Preglednica 27: Rastlinske vrste uporabljene v poljskem poskusu.

| Oznaka | Rastlinska vrsta                                                         | Delež semena (%) | Skupna količ. sem. za setev (kg ha <sup>-1</sup> ) |
|--------|--------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------------------------------------|
| ML     | mnogocvetna ljuljka<br>( <i>Lolium multiflorum</i> Lam.) cv. 'Melquatro' | 100              | 50                                                 |
| TB     | travniška bilnica<br>( <i>Festuca pratensis</i> L.) cv. 'Arita'          | 100              | 50                                                 |
| PT     | pasja trava<br>( <i>Dactylis glomerata</i> L.) cv. 'Trepšno'             | 100              | 25                                                 |
| ČD     | Črna detelja<br>( <i>Trifolium pretense</i> L.) cv. 'Rozeta'             | 100              | 25                                                 |



## 2.2 Izvedba in meritve v poskusu

Preglednica 28: Terminska razporeditev košenj in spravila mrve v letu 2017.

| Rastlinska vrsta    | Razvojna faza    | Datum in ura košnje  | Datum in ura spravila |
|---------------------|------------------|----------------------|-----------------------|
| Pasja trava         | razraščanje      | 17. 5. 2017 ob 13.00 | 19. 5. 2017 ob 16.00  |
| Travniška bilnica   | začetek latenja  | 29. 5. 2017 ob 13.00 | 2. 6. 2017 ob 16.00   |
| Mnogocvetna ljuljka | začetek latenja  | 17. 5. 2017 ob 13.00 | 19. 5. 2017 ob 16.00  |
|                     | začetek cvetenja | 29. 5. 2017 ob 13.00 | 2. 6. 2017 ob 16.00   |
| Črna detelja        | razraščanje      | 17. 5. 2017 ob 13.00 | 19. 5. 2017 ob 16.00  |
|                     | brstenje         | 29. 5. 2017 ob 13.00 | 2. 6. 2017 ob 13.00   |

Terminska razporeditev košenj in spravila mrve v letu 2017 in v letu 2018 je prikazana v preglednici 28 in 29. Košnjo smo v letu 2017 izvedli dvakrat, in sicer v dveh različnih razvojnih stadijih pri vseh rastlinskih vrstah (preglednica 28, slika 19). V letu 2018 pa so si košnje v poskus vključenih vrst trav in metuljnice terminsko sledile glede na razvojno fazo (preglednica 29).



Slika 19: Košnja poskusa (17. 5. 2017).

Preglednica 29: Terminska razporeditev košenj in spravila mrve v letu 2018.

| Rastlinska vrsta                 | Razvojna faza                                | Datum in ura košnje    | Datum in ura spravila  |
|----------------------------------|----------------------------------------------|------------------------|------------------------|
| Pasja trava                      | razraščanje                                  | 7. 5. 2018 ob 10. uri  | 10. 5. 2018 ob 16. uri |
|                                  | začetek latenja                              | 18. 5. 2018 ob 10. uri | 22. 5. 2018 ob 16. uri |
| Mnogocvetna<br>Travniška bilnica | ljuljka<br>polno latenje/začetek<br>cvetenja | 11. 6. 2018 ob 10. uri | 13. 6. 2018 ob 16. uri |
| Črna detelja                     | razraščanje                                  | 7. 5. 2018 ob 10. uri  | 10. 5. 2018 ob 16. uri |
|                                  | brstenje                                     | 18. 5. 2018 ob 10. uri | 22. 5. 2018 ob 16. uri |
|                                  | cvetenje (> 50 %<br>odprtih cvetov)          | 11. 6. 2018 ob 10. uri | 13. 6. 2018 ob 16. uri |

Košnji je sledilo takojšnje razmetavanje redi (obračanje; slika 20 in 21). Kasnejša obračanja so si sledila v triurnem intervalu (ob 10., 13. in 16. uri).



Slika 20: Pokošena krma ob 10. uri, takoj po košnji (7. 5. 2018).

Ob košnji in pred vsakim obračanjem smo na treh naključno izbranih mestih posameznega obravnavanja odvzeli in stehali vzorce sušeče se mase rastlin s 6 m<sup>2</sup> velike površine. Na ta način smo s pomočjo izračuna določili dosežen delež suhe snovi (% SS) in količino pridelka za posamezno



obračanje. Odvzet rastlinski material (vzorci po obravnavanjih in obračanjih) smo v zadnjem vrednotenju posušili do konca v sušilni omari (50 – 55 °C približno 48 ur).



Slika 21: Sušeča krma ob 13. uri (8. 5. 2018).

S sušenjem na tleh smo končali (slika 22), ko je vsebnost krme dosegla 75–80 % suhe snovi oziroma glede na vremenske razmere. Le te-nam niso vedno dopuščale sušenja do te vrednosti, zato smo takrat s sušenjem zaključiti predčasno.



Slika 22: Krma ob koncu sušenja, zadnje obračanje ob 16. uri (10. 5. 2018).



### 5.2.2 Vremenske razmere v času izvajanja poskusa

Na poskusnem polju nismo postavili svoje vremenske postaje, podatke o vremenskih razmerah smo pridobili s spletne strani Agrometeorološkega portala Slovenije. Zanimale so nas relativna vlažnost zraka, temperatura in količina padavin v času izvajanja poskusa (preglednica 30 in 31). Podatki so bili pridobljeni za meteorološko postajo Pohorski dvor, ki je od poskusnega polja oddaljena 560 m in leži na nadmorski višini 313 m.

Preglednica 30: Vremenske razmere v času izvajanja poskusa v letu 2017 za meteorološko postajo Pohorski dvor.

| Datum       | Temperatura (°C) | Padavine (mm) | Relativna vlaga (%) |
|-------------|------------------|---------------|---------------------|
| 17. 5. 2017 | 17,6             | 0             | 60,0                |
| 18. 5. 2017 | 17,8             | 0             | 59,3                |
| 19. 5. 2017 | 19,9             | 0             | 50,5                |
| 29. 5. 2017 | 19,7             | 0             | 62,6                |
| 30. 5. 2017 | 22,2             | 0             | 65,4                |
| 31. 5. 2017 | 21,7             | 1,4           | 73,7                |
| 1. 6. 2017  | 20,3             | 2,6           | 76,3                |
| 2. 6. 2017  | 20,3             | 13,6          | 76,4                |

V mesecu maju leta 2017 je padlo skupno 32,2 mm padavin, povprečna temperatura pa je bila 16,2 °C. V preglednici 5 so prikazane povprečne dnevne temperature zraka v obdobju od 17. 5. do 19. 5. 2017, ki so bile nekoliko višje od povprečja. Relativna zračna vlaga pa se je gibala med 50,5 % in 60 %. V tem obdobju padavin ne beležimo.

Povprečna temperatura meseca junija je bila 20,7 °C. V tem mesecu beležimo skupno 84,2 mm padavin. Med 29. 5. in 2. 6. 2017 je padlo skupno 17,6 mm padavin, temperature so nihale med 19,7 in 22,2 °C (preglednica 30). Relativna zračna vlaga je v tem obdobju bila bistveno višja od prvega obdobja preizkušanja in se je gibala med 62,6 % in 76,4 % (preglednica 30).

Tako temperaturne, kot tudi vlažnostne razmere leta 2018 so bile idealne za rast in razvoj rastlin trajnega travinja. Zaradi idealnih pogojev smo prvi termin košnje (faza razraščanja) lahko izvedli že 7. 5. 2018. Podrobnejši prikaz pogojev je prikazan v preglednici 31.

Meseca maja 2018 ogrevanje ozračja ni bilo povsem enakomerno. V sredini meseca nas je zajela ohladitev. Povprečna majska temperatura je znašala 17,5 °C. Dnevi s padavinami so bili maja pogosti. Nastajale so plohe in nevihte. Na merilni postaji Pohorski dvor so ta mesec namerili 193,6 mm padavin, kar je za tri petine več od dolgoletnega povprečja. Relativna zračna vlaga je za ta mesec znašala 72,1 %. V preglednici 31 so prikazane povprečne dnevne temperature zraka v obdobju od 7. 5. do 10. 5. in od 18. 5. do 22. 5. 2018, ki so bile v drugem terminu nižje od povprečja. Takrat je padlo tudi 10,2 mm padavin. Zračna vlaga pa ni bila nižja od 60 %.

Preglednica 31: Vremenske razmere v času izvajanja poskusa v letu 2018 za meteorološko postajo Pohorski dvor.

| <b>Datum</b> | <b>Temperatura (°C)</b> | <b>Padavine (mm)</b> | <b>Relativna vlaga (%)</b> |
|--------------|-------------------------|----------------------|----------------------------|
| 7. 5. 2018   | 17,2                    | 0                    | 60,7                       |
| 8. 5. 2018   | 16,8                    | 0                    | 53,6                       |
| 9. 5. 2018   | 15,8                    | 0                    | 66,4                       |
| 10. 5. 2018  | 18,5                    | 6                    | 66,1                       |
| 18. 5. 2018  | 16,0                    | 0                    | 69,1                       |
| 19. 5. 2018  | 15,5                    | 7                    | 73,3                       |
| 20. 5. 2018  | 16,8                    | 2,4                  | 69,1                       |
| 21. 5. 2018  | 17,1                    | 0                    | 67,1                       |
| 22. 5. 2018  | 16,8                    | 0,8                  | 75,9                       |
| 11. 6. 2018  | 23,8                    | 0                    | 66,7                       |
| 12. 6. 2018  | 22,0                    | 4,8                  | 72,6                       |
| 13. 6. 2018  | 18,6                    | 8,4                  | 80,4                       |

Povprečna temperatura meseca junija je bila 20,1 °C. V tem mesecu beležimo skupno 116,6 mm padavin. Med 11. 6. in 13. 6. 2018 je padlo skupno 13,2 mm padavin, temperature so nihale med 18,6 in 23,8 °C (preglednica 31). Relativna zračna vlaga je v tem obdobju bila bistveno višja od prvega obdobja preizkušanja in se je gibala med 66,7 % in 80,4 % (preglednica 31).

### 5.2.3 Statistične analize

V poskusu pridobljene podatke smo najprej uredili s programom Excel 2016 in jih statistično obdelali s programom IBM SPSS Statistics 22. Analizo variance (ANOVA) smo izvedli za delež suhe snovi nadzemne mase za vsa v poskus vključena obravnavanja. Statistično značilne razlike med povprečji smo testirali z LSD testom pri 5 % tveganju.

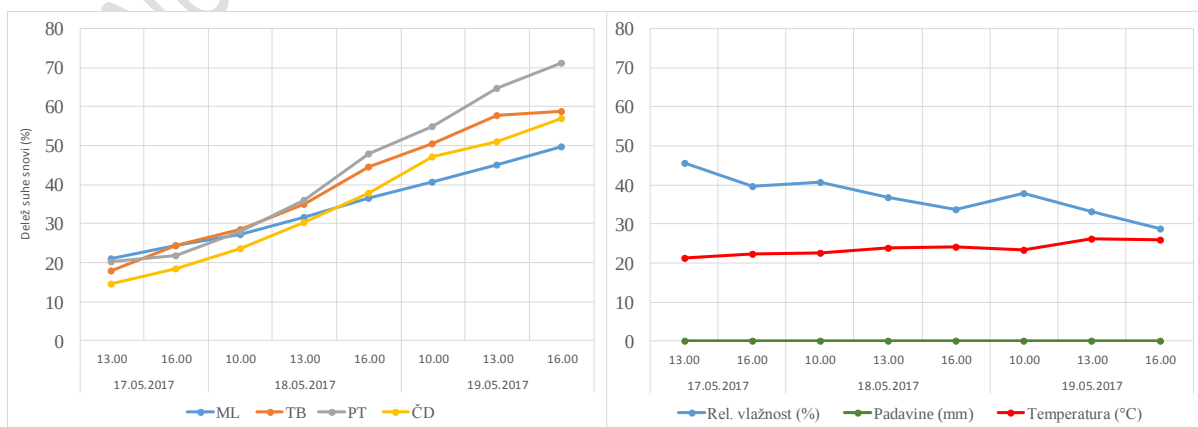
## 5.3 REZULTATI POSKUSOV

### 5.3 Dinamika sušenja rastlin v letu 2017

#### 5.3.1 Termin med 17. 5. 2017 in 19. 5. 2017

Hitrost sušenja oz. delež suhe snovi smo v krmi ugotavljali vsake tri ure po košnji, do ugotovljene končne sušine (grafikon 14). V tem terminu so bile travniška bilnica, pasja trava in črna detelja v fazi razraščanja, mnogocvetna ljuljka pa v fazi začetka latenja. Košnjo smo izvedli ob 13. uri, ko je bila relativna zračna vlaga približno 46 % in temperatura zraka 21 °C. Rastline so vsebovale med 85 % (črna detelja) in 79 % (mnogocvetna ljuljka) vode. Pokošene rastline so v prvi fazi (v prvih treh urah), ko voda še izhlapeva iz listnih rež listov in stebel, oddale med 2 % (pasja trava) in 7 % (travniška bilnica) vode.

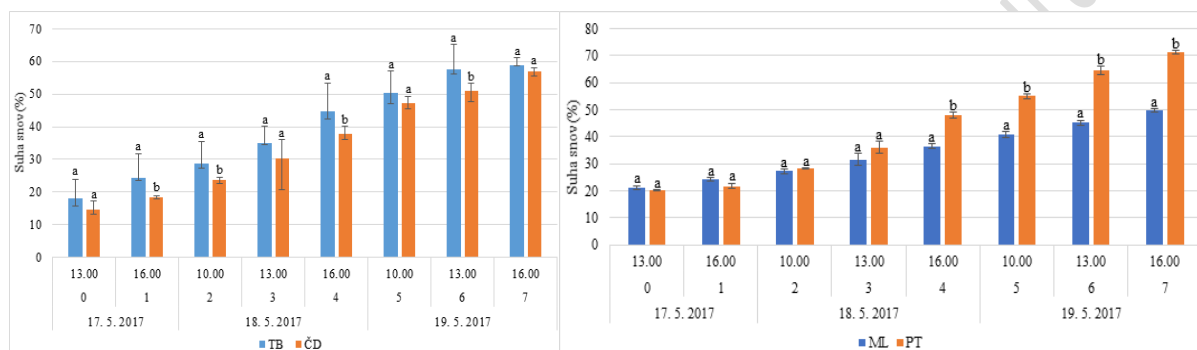
Rastline so konec tretjega dne po košnji (19. 5. 2017) že dosegle v povprečju med 50 % (mnogocvetna ljuljka) in 71 % (pasja trava) suhe snovi (SS; grafikon 14), kar pa še ne zadostuje za skladiščenje.



Legenda: ML – mnogocvetna ljuljka, TB – travniška bilnica, PT – pasja trava, ČD – črna detelja

Grafikon 14: Spreminjanje vsebnosti suhe snovi (SS v %) po košnji 17. 5. 2017 v odvisnosti od meteoroloških parametrov.

Temperatura zraka se je med sušenjem gibala med 21,1 in 26,1 °C. Posledično se je z višanjem temperature relativna zračna vlažnost tekom sušenja zniževala. Z začetnih 45,3 % je padla na 29,8 %. Padavin v tem obdobju ni bilo (grafikon 14).



Legenda: ML – mnogocvetna ljuljka, TB – travniška bilnica, PT – pasja trava, ČD – črna detelja

0: svež vzorec; 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7: obračanja

Povprečja, označena z isto malo črko, se med seboj statistično ne razlikujejo (LSD;  $p \leq 0,05$ ). Prikazana je tudi standardna napaka povprečij (ANOVA).

Grafikon 15: Spreminjanje vsebnosti suhe snovi (SS v %) med sušenjem travniške bilnice in črne detelje ter mnogocvetne ljuljke in pasje trave po košnji 17. 5. 2017.

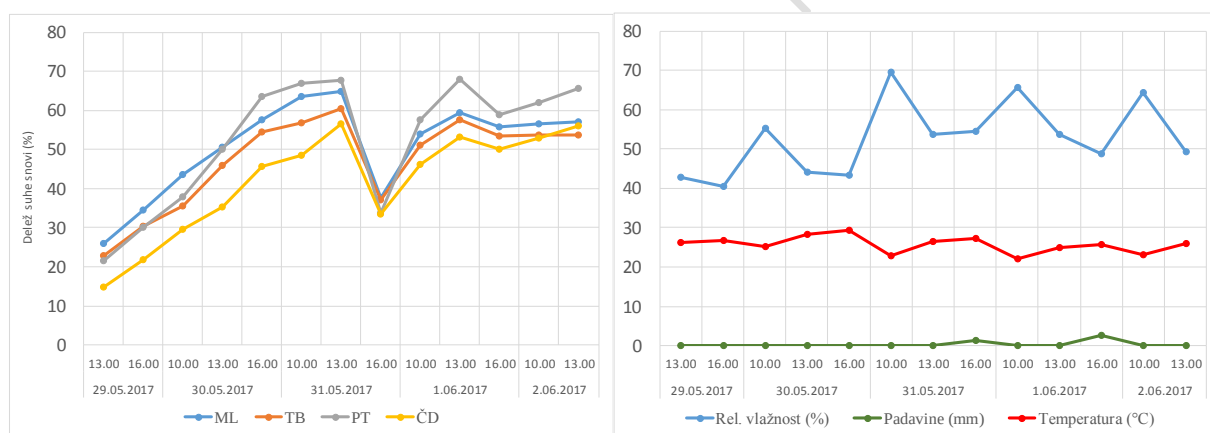
V prvem terminu sušenja smo travniško bilnico in črno deteljo pokosili v isti razvojni fazi, fazi razraščanja. Ob košnji je večjo vrednost suhe snovi (SS) v svežem vzorcu vsebovala krma travniške bilnice, in sicer 18 % SS, medtem ko je krma črne detelje vsebovala le 14,7 % SS (grafikon 15). V procesu sušenja in terminskih obračanj obeh rastlinskih vrst ugotavljamo, da je pri vsakem obračanju in odvzetem vzorcu imela travniška bilnica statistično višjo vrednost suhe snovi kot črna detelja, razen v 3., 5. in 7. obračanju, ko sta njuna deleža suhe snovi primerljiva.

Pasjo travo smo pokosili v fazi razraščanja, mnogocvetno ljuljko pa v fazi začetka latenja. Obe testirani travi sta ob košnji (svež vzorec) vsebovali primerljivo količino suhe snovi (mnogocvetna ljuljka 21,1 % SS, pasja trava 20,2 % SS; grafikon 15). Vsebnost suhe snovi je ostala primerljiva vse

do 3. obračanja, ko smo zaznali, da se pasja trava suši nekoliko hitreje in tudi hitreje pridobiva na sušini. Vsebnost suhe snovi je bila pri pasji travi od 4. obračanja naprej povsod statistično višja od suhe snovi mnogocvetne ljuljke. To smo tudi pričakovali, saj so stebila in listi mnogocvetne ljuljke debelejši in bolj mesnati. Posledično je izhlapevanje vode počasnejše, kar se odraža tudi v dinamični sušenju te rastlinske vrste.

Iz grafikona 14 in 15 je razvidno, da rastlinskih vrst nismo posušili do želene vsebnosti suhe snovi (75–80 % SS). S sušenjem smo zaključili predčasno, in sicer takrat, ko so vzorci dosegli med 50 % (mnogocvetna ljuljka) in 71 % (pasja trava) suhe snovi. S sušenjem smo takrat zaključili, saj je vremenska napoved za naslednje dni predvidevala poslabšanje vremena s padavinami.

### 3.1.2 Termin med 29. 5. 2017 in 2. 6. 2017



Legenda: ML - mnogocvetna ljuljka, TB – travniška bilnica, PT – pasja trava, ČD – črna detelja

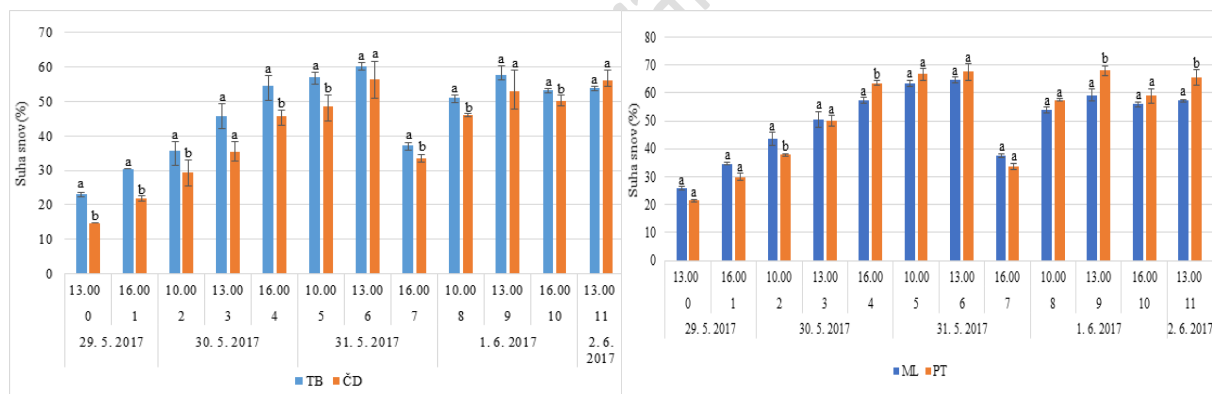
Grafikon 16: Spreminjanje vsebnosti suhe snovi (SS v %) po košnji 29. 5. 2017 v odvisnosti od meteoroloških parametrov.

Tudi v tem terminu smo hitrost sušenja oz. delež suhe snovi smo v krmi ugotavljali vsake tri ure po košnji, do ugotovljene končne sušine (grafikon 16). V tem terminu sta bili travniška bilnica in pasja trava v fazi začetka latenja, mnogocvetna ljuljka v fazi začetka cvetenja in črna detelja v fazi brstenja. Košnjo smo prav tako izvedli ob 13. uri, ko je bila relativna zračna vlaga približno 40 % in temperatura zraka 26 °C. Rastline so vsebovale med 74 % (mnogocvetna ljuljka) in 85 % (črna detelja) vode. Pokošene rastline so v prvi fazi, ko voda še izhlapeva iz listnih rež listov in stebel, izgubljale vodo zelo hitro. V treh urah so oddale med 9 % (mnogocvetna ljuljka) in 7 % (črna detelja) vode.

Temu sledi srednje hitra faza sušenja, v kateri se hitrost sušenja s časom stalno zmanjšuje, voda pa izhlapeva iz kutikule listov in stebel. Tako je v prvih treh obračanjih na sušini najhitreje pridobivala mnogocvetna ljuljka, nato pa se je njeno sušenje upočasnilo. Primerljivo sušino (50 %) je hkrati z njo dosegla pasja trava še le v četrtem obračanju, medtem ko sta se travniška bilnica in črna detelja vse skozi sušili najpočasneje.

V času sušenja so se temperature gibale med 22,1 in 29,4 °C. Zaznati je bilo nihanja temperature in relativne zračne vlažnosti, in sicer v takšni povezavi, da je ob padcu temperature hkrati narasla relativna zračna vlažnost (grafikon 16).

Rastline so tretji dan po košnji že dosegle v povprečju med 60 % in 70 % sušine, ko so se vremenske razmere poslabšale (2 mm dežja ob 16. uri). To je povzročilo porast relativne vlažnosti (66 %) in znižanje temperature zraka za 5 °C naslednji dan. Posledično se je za polovico znižala tudi sušina vsem obravnavanim rastlinam. Razen pasje trave nobena od rastlin v nadaljevanju preizkušanja ni dosegla sušine pred padavinami.



Legenda: ML – mnogocvetna ljuljka, TB – travniška bilnica, PT – pasja trava, ČD – črna detelja

0: svež vzorec; 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7: obračanja

Povprečja, označena z isto malo črko, se med seboj statistično ne razlikujejo (LSD;  $p \leq 0,05$ ). Prikazana je tudi standardna napaka povprečij (ANOVA).

Grafikon 17: Spreminjanje vsebnosti suhe snovi (SS v %) med sušenjem travniške bilnice in črne detelje ter mnogocvetne ljuljke in pasje trave po košnji 29. 5. 2017.

V drugem terminu sušenja sta sveža vzorca travniške bilnice in črne detelje vsebovala statistično različno vsebnost suhe snovi. Sveži vzorec krme travniške bilnice je vseboval 22,9 % SS, vzorec črne detelje pa 14,6 % SS. Iz grafikona 17 je razvidno, da med obravnavanjem travniške bilnice in črne detelje obstajajo statistično značilne razlike v vsebnosti sušine v posameznem obračanju. Skozi vsa obračanja je travniška bilnica imela višjo vrednost suhe snovi kot črna detelja, razen v 3., 6., 9. in 11. obračanju, ko je njuna sušina statistično primerljiva. Krma travniške bilnice in črne detelje je do sedmega obračanja nenehno pridobivala sušino in tretji dan sušenja pridobila skoraj 60 % SS (grafikon 17).

Pasja trava je v času izvajanja drugega termina košnje bila v fazi začetka latenja, mnogocvetna ljuljka pa v fazi polnega latenja oziroma cvetenja. Analize meritev suhe snovi (SS), prikazane v grafikonu 17, kažejo, da je mnogocvetna ljuljka ob košnji vsebovala le te nekoliko več (25,9 % SS) kot pasja trava (21,6 % SS). Vzrok za nekoliko višjo, vendar ne statistično različno vsebnost sušine pri mnogocvetni ljuljki lahko pripišemo njenemu razvojnemu stadiju, ki je kasnejši od razvojne faze pasje trave. Trave v kasnejših razvojnih stadijih vsebujejo več suhe snovi kot v zgodnejših razvojnih fazah. Zagotovo je to tudi razlog, da je krma mnogocvetne ljuljke v prvih obračanjih vsebovala več suhe snovi. V 2. obračanju je njena vrednost (43,7 % SS) celo statistično višja od vsebnosti le te pri pasji travi (37,8 % SS). Kasnejša obračanja izkazujejo drugačno sliko o vsebnosti sušine med obema travama. Iz grafikona 17 je razvidno, da je pasja trava sušino pridobivala hitreje. To smo tudi pričakovali, saj so stebila in listi pasje trave nežnejši in manj mesnati kot pri mnogocvetni ljuljki. Tako je pasja trava ob 4. obračanju vsebovala statistično več suhe snovi (63,6 % SS) kot mnogocvetna ljuljka (57,6 % SS). Vendar konec drugega dne sušenja krma še ni dosegla primerne sušine za skladiščenje. Krma pasje trave je konec petega dne sušenja dosegla 65,7 % SS, mnogocvetna ljuljka pa le 57,2 % SS, kar pa je za skladiščenje mnogo pod priporočenimi vrednostmi (75–80 %).

Tretji dan izvajanja poskusa (31. 5. 2017) so sušečo krmo zmočile padavine (1,4 mm), ki so se v obliki ploh pojavljale še v naslednjih dneh (skupna količina tretji in četrti dan je znašala 4 mm). Posledično smo krmo sušili dlje kot običajno. Da bi preprečili preveliko izgubo hranilnih snovi, smo sušenje zaključili predčasno, saj krma tudi na začetku petega dne po košnji ni dosegla sušine, primerne za skladiščenje (grafikon 17).

## **5.4 Dinamika sušenja rastlin v letu 2018**

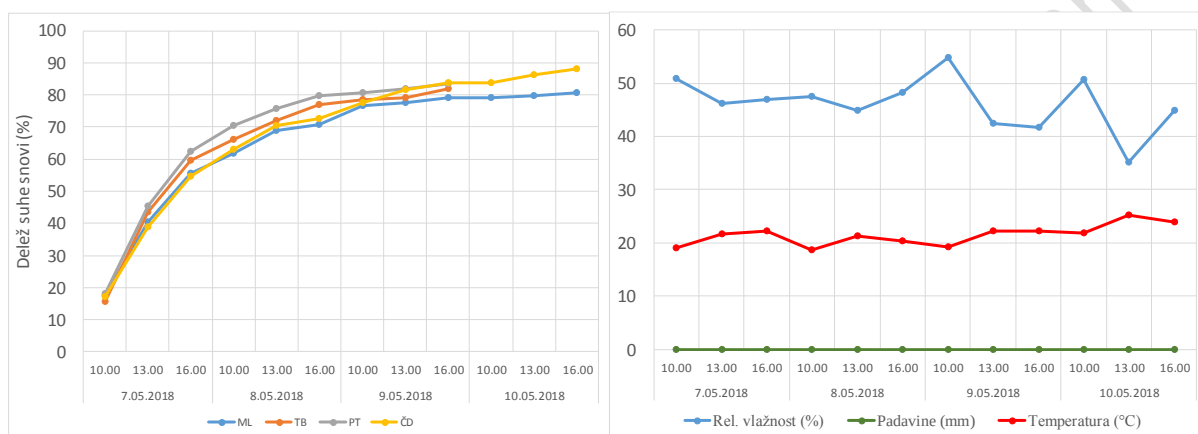
### **5.4.1 Termin med 7. 5. 2018 in 10. 5. 2018**

Dinamiko sušenja krme v poskus vključenih rastlin smo nadaljevali tudi v letu 2018. S košnjo smo pričeli, ko so vse rastline bile še v fazi razraščanja. Košnjo smo izvedli ob 10. uri, ko je bila relativna zračna vlaga 50,8 % in temperatura zraka 19 °C. Rastline so ob košnji vsebovale statistično primerljivo količino suhe snovi, ki se je gibala med 18 % (pasja trava) in 15,5 % (travniška bilnica).



Pokošene rastline so v prvih treh urah pridobile med 22 % (črna detelja) in 28 % (travniška bilnica) suhe snovi (grafikon 18).

Izmerjene urne temperature zraka so bile med sušenjem v povprečju višje od 20 °C. Z višanjem temperature se je relativna zračna vlažnost tekom sušenja zniževala in ves čas sušenja v povprečju vztrajala pod 50 %. Padavin v tem obdobju ni bilo (grafikon 18). Posledično so rastline hitro pridobivale na sušini. Tako je pasja trava že konec drugega dne (8. 5. 2018) dosegla sušino primerno za skladiščenje (80 %), travniška bilnica in črna detelja pa tretji dan (9. 5. 2018). Mnogocvetna ljuljka, ki se je sušila najpočasneje, je primerno sušino dosegla še le konec tretjega dne sušenja (grafikon 18).



Legenda: ML – mnogocvetna ljuljka, TB – travniška bilnica, PT – pasja trava, ČD – črna detelja

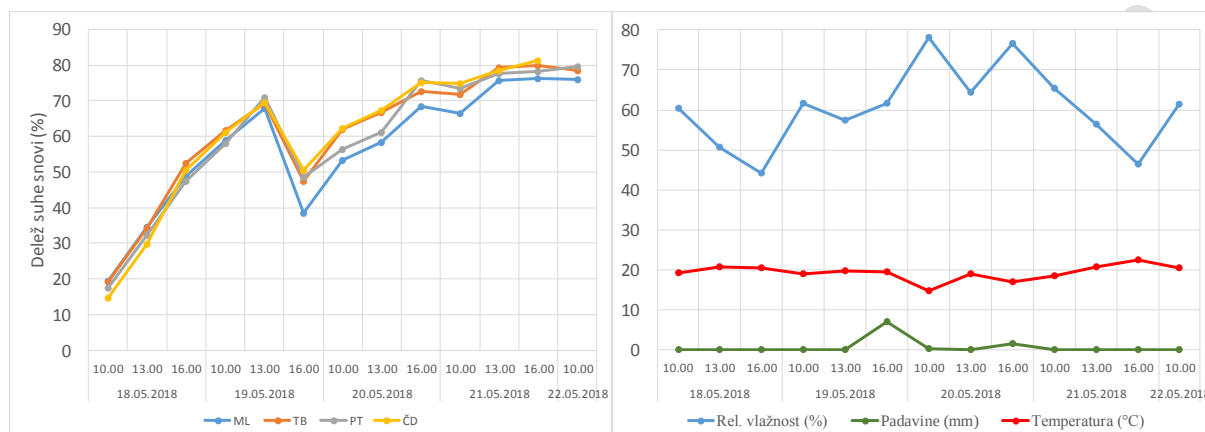
Grafikon 18: Spreminjanje vsebnosti suhe snovi (SS v %) po košnji 7. 5. 2018 v odvisnosti od meteoroloških parametrov.

#### 5.4.2 Termin med 18. 5. 2018 in 22. 5. 2018

Pasja trava, travniška bilnica in mnogocvetna ljuljka so ob času košnje bile v fazi začetka latenja, črna detelja pa v fazi brstenja. S košnjo smo pričeli ob 10. uri, ko je bilo ozračje ogreto na 19 °C in je vsebovalo 60 % relativne vlage. Iz grafikona 19 lahko razberemo, da so tudi tokrat pokošene rastline v prvi fazi izgubljale vodo zelo hitro. Iz začetnih približno 80 % vode oz. 20 % sušine so samo v treh urah oddale približno 15 % vode. Kljub izenačenosti v začetni količini vlage v rastlinskem materialu med mnogocvetno ljuljko in travniško bilnico pa se je slednja sušila hitreje. Že v četrtem obračanju je dosegla 60 % sušine. Na hitrost sušenja torej vpliva tudi vrsta rastlin. Tiste, ki imajo več listov in večje razmerje med površino in maso listnih ploskev, se sušijo hitreje.

Vremenske razmere v tem terminu košnje niso bile idealne za sušenje. Zaznamovale so jih plohe in nevihte. Dež je mrvo namočil drugi in tretji dan po košnji (grafikon 19). Vse testirane rastline so tik

pred padavinami dosegle že skoraj 70 % sušino (5. obračanje). Še le tretji dan po košnji (21. 5. 2018), ko se je relativna zračna vlaga iz začetnih 76 % znižala na 46 %, so se rastline posušile na zelen, za skladiščenje primeren delež sušine (75–80 %). Rezultate potrjujejo tudi študije, ki izpostavljajo pomembnost relativne zračne vlage ob sušenju krme. Le ta se vsakokrat ponovno navlaži, kakor hitro je porušeno ravnotežje med vlago v zraku in v krmi. Tako je 20 % vlage v krmi mogoče doseči le, če bo v zraku manj kot 65 % vlage.

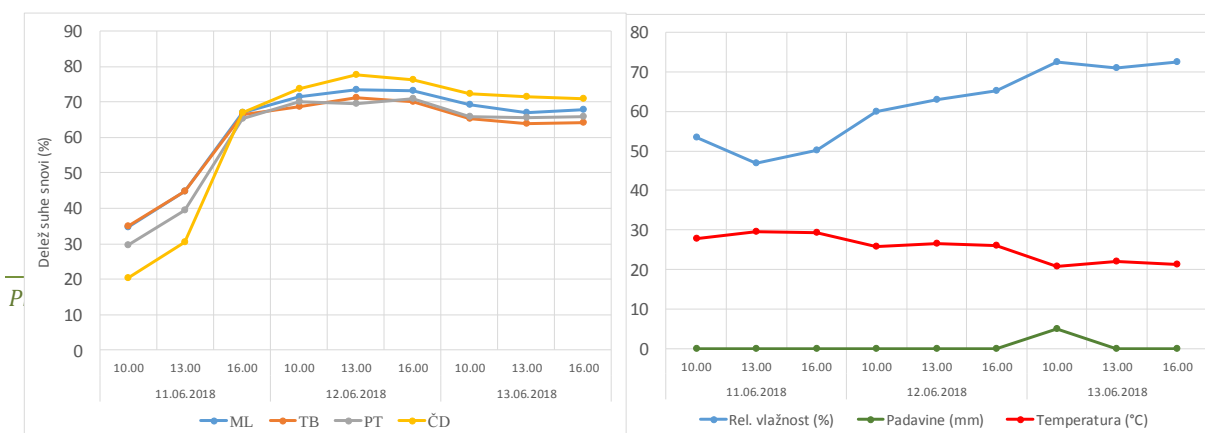


Legenda: ML – mnogocvetna ljuljka, TB – travniška bilnica, PT – pasja trava, ČD – črna detelja

Grafikon 19: Spreminjanje vsebnosti suhe snovi (SS v %) po košnji 18. 5. 2018 v odvisnosti od meteoroloških parametrov.

#### 5.4.3 Termin med 11. 6. 2018 in 13. 6. 2018

V tem terminu košnje so bile pasja trava, travniška bilnica in mnogocvetna ljuljka v fazi polnega latenja oz. začetka cvetenja, črna detelja pa v fazi cvetenja (> 50 % odprtih cvetov). Tudi tokrat smo s košnjo pričeli ob 10. uri, ko je bilo ozračje ogreto na 27,8 °C in je vsebovalo nekaj več kot 50 % vlage. Iz grafikona 20 je razvidno, da so rastline ob košnji dosegale različen delež suhe snovi. Statistično primerljiv delež so imele mnogocvetna ljuljka in travniška bilnica (35 % SS) ter pasja trava (30 % SS). Najmanjši delež (20 % SS) je ob košnji vsebovala črna detelja.



Legenda: ML – mnogocvetna ljuljka, TB – travniška bilnica, PT – pasja trava, ČD – črna detelja

Grafikon 20: Spreminjanje vsebnosti suhe snovi (SS v %) po košnji 11. 6. 2018 v odvisnosti od meteoroloških parametrov.

Zaradi visokih temperatur (30 °C) in nizke relativne zračne vlage (pod 50 %) tekom dneva ter sorazmerno nizke vsebnosti vlage v rastlinski masi ob košnji, so se rastline sušile zelo hitro (grafikon 20). Konec prvega dne sušenja (11. 6. 2018) so vse dosegle statistično primerljiv delež suhe snovi (> 65 % SS). Od tu naprej je sušino najhitreje pridobivala črna detelja, ki je že naslednji dan po košnji (12. 6. 2018) dosegla sušino primerno za skladiščenja (78 %). Trave, predvsem pasja trava in travniška bilnica, so se sušile nekoliko počasneje. V istem časovnem obdobju kot črna detelja so dosegle med 70 % SS (pasja trava) in 74 % SS (mnogocvetna ljuljka).

S ciljem, da v rastlinskem materialu trav prav tako dosežemo približno 80 % SS, smo s sušenjem rastlin nadaljevali še tretji dan (13. 6. 2018). Žal nam je sušečo krmo zmočil dež (5 mm), ki ga je napovedovalo že konstantno višanje relativne zračne vlage (iz 50 % prvega dne, na > 70 % tretji dan). Posledično so se v istem časovnem obdobju za skoraj 10 °C znižale tudi temperature (grafikon 20). Konec tretjega dne nobena od trav ni dosegla sušine primerne za skladiščenje.

## 5.5 Zaključek

V Sloveniji pade povprečno 1500 mm padavin, od tega območje merilne postaje Maribor – letališče izkazuje zadnjih 20 let povprečje padavin okrog 1000 mm. Padavine so čez leto sorazmerno enakomerno porazdeljene, vendar posamezna leta odstopajo od povprečja prav v mesecih (april do junij), ko večina travnikov prehaja v stadij razvoja primerne za prvo košnjo. Količina padavin v mesecu maju v zadnjih šestih letih presega 130 mm. Posledično je zato spravilo krme na tleh za pridelovalce zelo oteženo. Če sušenje na tleh ob lepem vremenu (pri temperaturi med 21 in 27 °C ter relativni zračni vlagi med 45 in 30 %) traja do 2 dni (običajno 2 do 4 dni), se čas spravila in sušenja bistveno podaljša ob neugodnih vremenskih razmerah.

V raziskavi smo z vzorčenjem po kmetijah in s praktičnimi poskusi ugotavljali: izgube in spremembe med sušenjem sena na različne načine (na tleh, s hladnim ali toplim zrakom) in različno skladiščenega sena (več različic pod streho in na prostem), hranilno vrednost in higiensko neoporečnost dalj časa skladiščenega sena, vpliv načina sušenja (tla, sušilnica) na higiensko neoporečnost sena, učinkovitost dodatka za preprečevanje kvarjenja sena s preveliko vsebnostjo vlage, vpliv vsebnosti sušine oz. vlage v valjastih balah na higiensko neporočenost sena. Hranilno vrednost smo ocenjevali s pomočjo metode NIRS, higiensko neoporečnost na podlagi ugotavljanja prisotnosti plesni v vzorcih.

### 6.1 Kakovost različno skladiščene mrve

V zadnjih treh desetletjih se je precej razširilo baliranje posušene travniške krme v valjaste bale. Po naših ocenah ima kar ena tretjina na ta način pospravljen mrve ob spravilu premajhno vsebnost sušine (< 850 g/kg). Poleg uveljavljenih načinov skladiščenja pod streho, se je v zadnjih letih vse bolj uveljavlja skladiščenje pod paro prepustno ponjavo (Toptex), v zato namenjenih skladiščnih šotorih ali celo na prostem. Namen tega delovnega sklopa je bil ovrednotiti vpliv različnih načinov skladiščenja na kakovost, hranilno vrednost in higiensko neoporečnost sena. V ta namen smo zbrali vzorce iz različno skladiščenih senenih bal ter ocenili njihovo hranilno vrednost in higiensko neoporečnost.

### 6.2 Material in metode dela

Vzorci za potrebne analize so bili odvzeti 8.5.2019, s sondo iz različno skladiščenih valjastih bal, na dveh kraških kmetijah in kmetiji v Prekmurju. Del zbranega vzorca smo uporabili za oceno hranilne vrednosti z NIR spektroskopijo, drugi del vzorca pa smo poslali na mikrobiološko analizo v LKS laboratorij v Nemčiji. Na seniku smo vzorce odvzeli iz bal zloženih v drugem nivoju od spodaj navzgor. S sondo smo zavrtali v balo po eno vrtino (globine 30 do 40 cm) in vsebino vrtine odložili v PE vrečko. To smo ponovili na štirih različnih balah, zloženih na vogalih senika in material združili v en skupni vzorec. Pri balah lucerne smo postopali enako. Pod paro-propustno ponjavo (Toptex) smo na enak način vzorčili štiri bale na vogalih kopice, zložene v prvem nivoju gledano od spodaj navzgor. S sondo smo balo zavrtali s strani in podvzorce združili v en skupni vzorec. Bale skladiščene na prostem smo s sondo zavrtali najprej od strani, nato od zgoraj in nato še s spodnje strani tako da smo balo zakotalili po obodu. Bale pod paro-propustno ponjavo in na prostem so bile skladiščene od spravila v juliju 2018 do maja 2019 (10 mesecev), na seniku pa 11 mesecev. Bale ki smo jih pripravil iz krme sušene z različnim številom vrtljajev, so bile skladiščene od spravila konec julija do marca (8 mesecev).

### 6.3 Hranilna vrednost na različne načine skladiščene krme

Hranilna vrednost na različne načine skladiščene krme je prikazana v preglednici 32. Vsebnost sušine, eden izmed ključnih dejavnikov, ki vpliva na kemično sestavo in energijsko vrednost krme, je bila pri mrvi skladiščeni pod streho ali ponjavo večja od 850 g/kg. Vsebnost surovih beljakovin je bila manjša od priporočenih vrednosti (140 do 150 g SB/kg SS). Z izjemo lucerninih bal so vzorci mrve vsebovali več kot 290 g SVI/kg sušine, kar nakazuje da je bila vsa krma košena prestara. Krma ni bila onesnažena z zemljo (< 100 g surovega pepela/kg sušine). Na podlagi tega grobega monitoringa ocenjujemo, da je bila energijska vrednost (NEL) na prostem skladiščene mrve v povprečju (3,84 MJ NEL/ kg sušine) slabša od mrve, košene ob podobnem terminu in skladiščene na seniku (4,33 MJ NEL/ kg sušine). Poleg tega smo ugotovili tudi razlike v vsebnosti NEL glede na mesto vzorčenja pri balah, skladiščenih na prostem. Vzorec, odvzet na zgornjem delu bale, je bil po vsebnosti NEL najboljši (4,11 MJ NEL/ kg sušine), tisti, odvzet na spodnjem delu bale pa najslabši (3,54 MJ NEL/ kg sušine). K manjši vsebnosti NEL v spodnjem delu bale, skladiščene na prostem, je prispevala tudi vsebnost pepela oziroma onesnaženost z zemljo. V spodnjem delu je na prostem skladiščena bala vsebovala 117 g surovega pepela na kg sušine in je bila nad priporočeno vrednostjo za seno (> 100 g/kg sušine). Ker vzorca, odvzeta iz istih bal na drugih mestih tega ne nakazujeta, ugotavljamo da je med skladiščenjem na prostem prišlo do onesnaženja krme z zemljo zaradi posedanja bale (117 g/kg pepela na kg sušine).

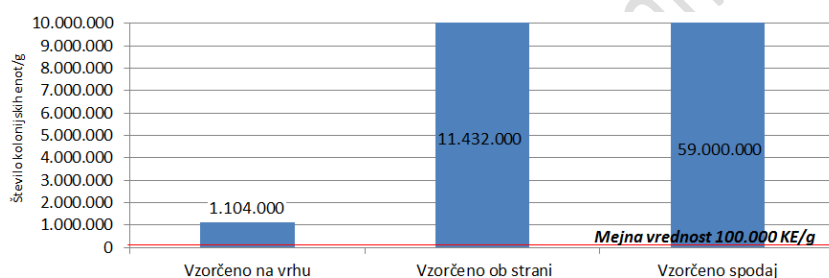
Preglednica 32: Hranilna vrednost na različne načine skladiščene mrve.

|                                              | SS  | SB<br>(v g/kg SS) | SVI<br>(v g/kg SS) | SP<br>(v g/kg SS) | NEL<br>(v MJ NEL/kg SS) |
|----------------------------------------------|-----|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------------|
| Valjaste bale s senika<br>(manjši vrtljaji)  | 859 | 121               | 306                | 93                | 4,73                    |
| Valjaste bale s senika<br>(večji vrtljaji)   | 862 | 123               | 324                | 85                | 4,86                    |
| Valjaste bale s senika                       | 876 | 102               | 314                | 82                | 4,33                    |
| Lucernino seno v<br>valjastih balah s senika | 868 | 165               | 272                | 92                | 4,99                    |
| Bale pokrite s paro<br>prepustno ponjavo     | 882 | 74                | 371                | 78                | 3,70                    |
| Bale sena na prostem –<br>vzorčeno zgoraj    | 866 | 84                | 329                | 83                | 4,11                    |
| Bale sena na prostem<br>vzorčeno s starani   | 830 | 81                | 342                | 88                | 3,88                    |

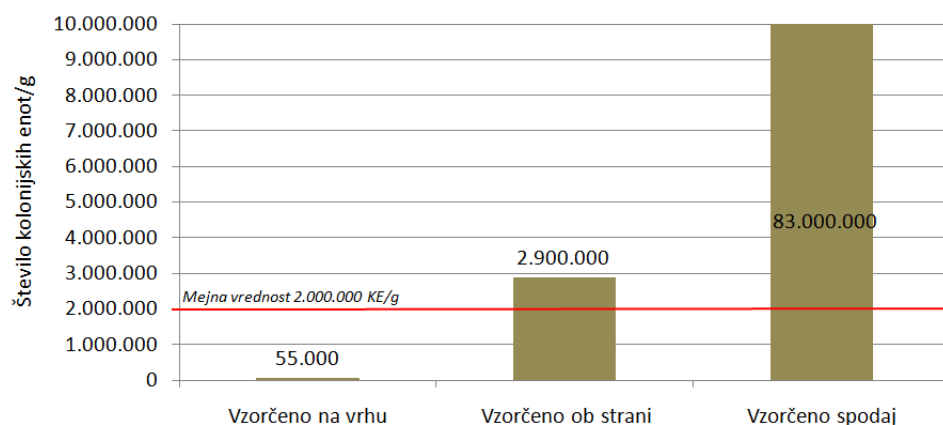
|                      |     |    |     |     |      |
|----------------------|-----|----|-----|-----|------|
| Bale sena na prostem | 725 | 94 | 336 | 117 | 3,54 |
| vzorčeno spodaj      |     |    |     |     |      |

## 6.4 Mikrobiološki rezultati

Krma naj bi vsebovala manj kot 100.000 kolonij saprofitskih plesni (povezanih s kvarjenjem). Od obravnavanih vzorcev je samo en vzorec sena skladiščen na seniku vseboval manj kot 100.000 kolonij (Grafikon 23). Na podlagi analiz vzorcev, odvzetih iz bal skladiščenih 10 mesecev na prostem brez ponjave, je bi bila krma deklarirana kot pokvarjena/neprimerna za prehrano živali ne glede na mesto vzorčenja. Pri krmljenju take krme je možen negativen vpliv na zdravje živali ali njihovih oskrbnikov. Taka krma je neustrezna, uporabna kvečjemu za steljo oziroma kompost. V vrhnjem sloju bal, skladiščenih na prostem, so plesni, povezane s kvarjenjem (*Aspergillus*, *Wallemia* in *Penicillium*), presegle mejno vrednost (Grafikon 21). Zanimivo je, da se v zgornjem sloju vsebnost bakterij povezanih s kvarjenjem ni povečala ob strani in predvsem spodnjem delu bale pa je več desetkrat presegla mejno vrednost (Grafikon 22). V vzorcih, skladiščenih na prostem, so bili poleg povečanih vsebnosti plesni in bakterij povezanih s kvarjenjem med skladiščenjem, povečane tudi tipične plesni, ki proizvajajo produkte (*Fusarium* in sajaste plesni) in bakterij, vendar rezultatov posebej ne prikazujemo.

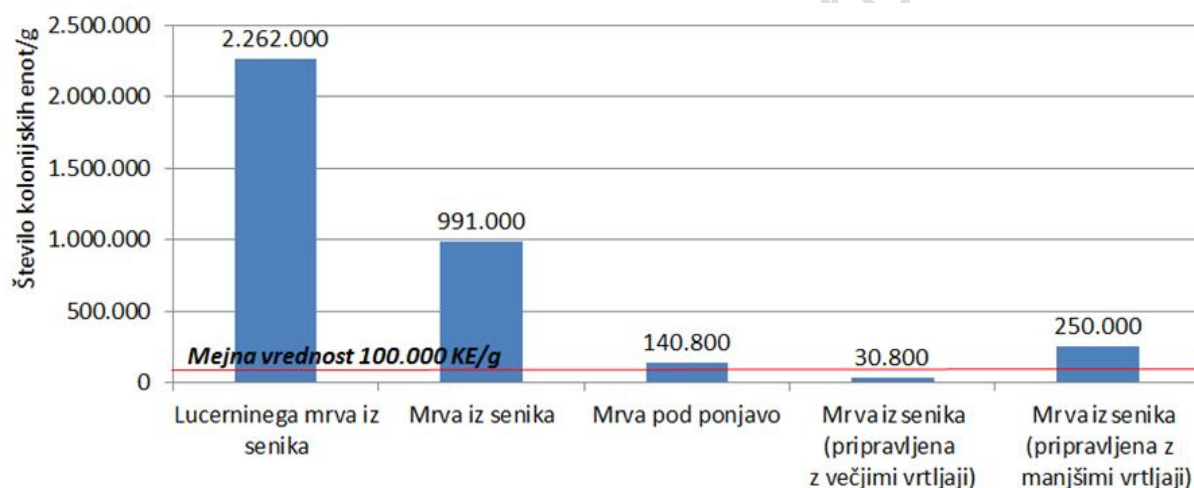


Grafikon 21: Plesni povezane s kvarjenjem pri valjastih balah skladiščenih na prostem brez ponjave.



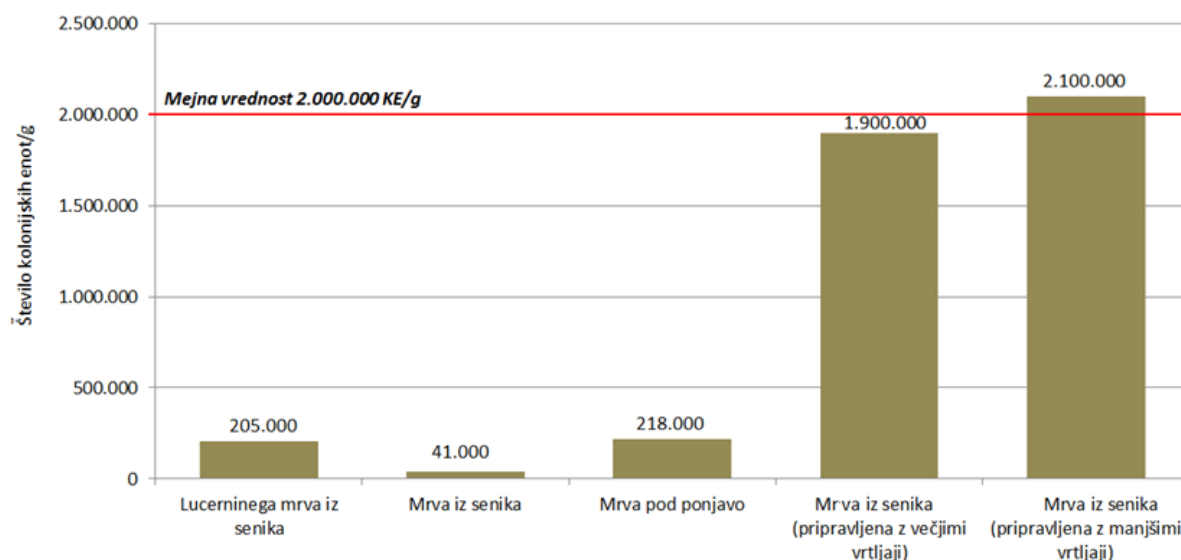
Grafikon 22: Bakterije povezane s kvarjenjem sena med skladiščenjem valjastih bal na prostem brez ponjave.

Tudi pri skladiščenju valjastih bal pod streho so se razvile plesni povezane s kvarjenjem nad priporočeno vrednostjo z izjemo enega vzorca (Grafikon 23). Plesni so se v največji meri razvile pri lucernini in travniški mrvi iz senika, kar povezujemo s pravilom mrve ob neustrezni vsebnosti sušine. Pri skladiščenju pod streho ali paro prepustno ponjavo tipične plesni, ki proizvajajo produkte (mikotoksine) niso presegle mejnih vrednosti. V vzorcu sena, obračanega z manjšimi vrtljaji in skladiščenega pod streho so bile za seno značilne vrste aerobnih bakterij in bakterije povezane s kvarjenjem tik nad mejno vrednostjo (Grafikon 24). Do tega prihaja običajno pri krmi, ki je bila med obračanjem ali spravirom onesnažena z zemljo. Vendar je bila v našem primeru vsebnost surovega pepela, ki je indikator onesnaženosti z zemljo, manjša od 100 g/kg SS.

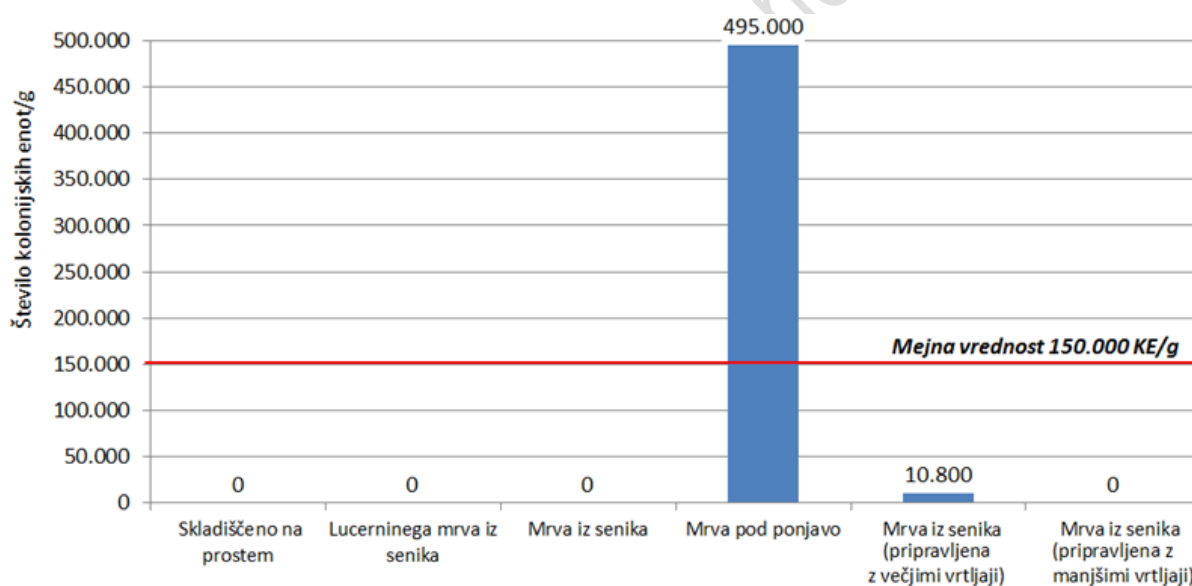


Grafikon 23: Plesni povezane s kvarjenjem pri valjastih balah skladiščenih na seniku in pod ponjavo.





Grafikon 24: Bakterije povezane s kvarjenjem sena v balah med skladiščenjem pod ponjavo in na seniku.



Grafikon 25: Prisotnost kvasovk v valjastih balah, skladiščenih na različne načine.

Kvasovke se pri skladiščenju valjastih bal na prostem niso razvile. Pri skladiščenju na seniku pa smo jih določili samo v enem vzorcu, kjer pa niso presegle priporočene vrednosti (Grafikon 25). Pri skladiščenju pod paro-propustno ponjavo je bil razvoj plesni in bakterij povezanih s kvarjenjem omejen, a so se na drugi strani razvile kvasovke, ki so bile pri skladiščenju pod paro prepustno ponjavo 3,3 krat nad priporočeno mejno vrednostjo. Splošno znano je, da je idealno okolje za razvoj kvasovk rahlo kislo, vlažno okolje s prisotnostjo kisika in temperaturnim območjem med 25 in 35 °C. Temperatura pod paro-propustno ponjavo se dvigne bolj kot pri skladiščenju mrve na seniku. Domnevamo, da bi lahko zaradi rasti in razvoja kvasovk prišlo tudi do razgradnje ogljikovih hidratov, kar bi lahko bil vzrok za majhno energijsko vrednost mrve (3,7 MJ NEL/kg sušine). Poleg tega je

krma kontaminirana s kvasovkami spremeni barvo, vonj in okus, kar lahko vpliva na zmanjšano zauživanje krme.

## 6.5 Zaključek

Glede na to, da je bil med odvzetimi vzorci samo en neoporečen, bi bilo v prihodnosti smiselno nameniti več pozornosti preprečevanju kvarjenja senenih bal med skladiščenjem. Poudarjamo naslednja priporočila:

Skladiščenje sena na prostem neugodno vpliva na kakovost mrve, tvorijo se plesni in bakterije povezane s kvarjenjem zato se takemu skladiščenju izogibajmo.

Pred spravilom zagotovimo ustrezno vsebnostjo sušine ( $< 15\%$  vlage) in krmo pospravimo v suho in zračno skladišče.

Grobi monitoring, opravljen v sklopu tega projekta kaže, da pod paro-propustno ponjavo prihaja do povečanja števila kvasovk, kar bi lahko vplivalo na energijsko vrednost krme. Predvidevamo da so v primeru, da ponjava ni paro-prepustna, negativni vplivi na kakovost krme še večji.

## 7 SPREMEMBE VSEBNOSTI SUROVIH BELJAKOVIN IN NETO ENERGIJE ZA LAKTACIJO MED PRIPRAVO SENA

V letih 2017 in 2018 smo na sedmih kmetijah v skupno 29 primerjavah določili sestavo in neto energijsko vrednost krme ob košnji in po sušenju na travniku. V osmih primerjavah je šlo za krmo prve košnje, v sedmih druge, v enajstih tretje, v eni četrte in v dveh za krmo pete košnje. Obravnavali smo krmo zelo zgodnjih pomladanskih košenj (28. april) do pozno jesenskih košenj (18. okt.). Krmo smo ob košnji vzorčili v eni do osmih ponovitvah (povprečje 2,8 ponovitve na primerjavo), po sušenju pa v dveh do dvanajstih ponovitvah (povprečje 3,7 ponovitve na primerjavo). Trajanje sušenja na travniku je v povprečju trajalo 47 ur (od 21 do 248 ur), ob neugodnih vremenskih razmerah manj (30 ur), on neugodnih pa dlje (107 ur). V tem času je krma dosegla primerno vsebnost sušine za sušenje na sušilnicah (v povprečju 645 g sušine na kg).

V 19 primerjavah smo nadaljevali tudi s spremljanjem sestave in energijske vrednosti krme med sušenjem na sušilnih napravah. Po sušenju krme smo iz sušilnice odvzeli in analizirali od enega do štiri vzorce (v povprečju 2,8). Vključene so bile sušilnice na hladen zrak (3 primerjave), sončno streho (5 primerjav), toplotno črpalko (6 primerjav), sekance (3 primerjave) in kombinacijo sončne strehe in toplotne črpalke (2 primerjavi). Sušilnice so v povprečju obratovala 34 ur (podatki za 14 primerjav).

### 7.1 Določitve sestave in neto energijske vrednosti vzorcev

Vzorci smo analizirali z metodo bližnje infrardeče spektroskopije (NIRS). Določili smo vsebnosti surovih beljakovin, surove vlaknine, surovih maščob, surovega pepela in vlaken, netopnih v kislem detergentu. Z NIRS metodo smo ocenili tudi količino plina, ki bi se razvila pri inkubaciji vzorcev z vampovim sokom. NIRS umeritvene enačbe so bile razvite na podlagi 786 vzorcev zelene krme, travnih silaž in sena s klasičnimi določitvami sestave. Med njimi je bilo tudi 605 vzorcev, ki so bili inkubirani z vampovim sokom. Na podlagi podatkov o sestavi in količini plina smo po enačbah, ki jih je predlagalo nemško združenje za prehransko fiziologijo, v prvem koraku izračunali vsebnosti presnovljive energije (GfE, 2008), v drugem pa še neto energije za laktacijo (GfE, 2001).

### 7.2 Rezultati

#### 7.2.1 Hitrost sušenja krme na travnikih

Vsebnosti sušine v krmi ob košnji in po sušenju ter ob spravilu na sušilnico ter hitrosti sušenja so prikazane v preglednici 33. Pri sušenju v ugodnih vremenskih razmerah so kmetje v večini primerov seno odpeljali na sušilnice prvi dan po košnji, v povprečju po 30 urah in pri povprečni vsebnosti sušine 647 g na kg. Podatki so skladni s podatki iz avstrijskih kmetij, kjer 48,5 % sena pospravijo s travnikov v času od 24 do 36 ur po košnji (Resch, 2013). Vsebnost sušine se je v primeru spravila v prvem dnevu po košnji v povprečju vsako uro povečala za 14,8 g na kg, s tem da so bile razlike med primerjavami precejšne (od 7,9 do 22,2 g na kg). Pri spravilu krme drugi dan po košnji je bilo sušenje počasnejše, predvsem zaradi dodatne noči.

V primeru deževanja ali košnje v pozni jeseni (sušenje v neugodnih vremenskih razmerah) je sušenje na travniku trajalo precej dlje (v povprečju 107 ur). Vsebnost sušine v krmi ob spravilu (637 g na kg) je bila podobna, kot pri sušenju v ugodnih razmerah. Seno se je sušilo bistveno počasneje kot pri sušenju v ugodnih razmerah (vsebnost sušine se je v povprečju vsako uro povečala za 6,7 g na kg).

Med sušenjem so kmetje krmo precej intenzivno obračali. Pri sušenju v ugodnih razmerah so kmetje, vključno z raztrosom po košnji, krmo obrnili 3 do 5 krat, v povprečju 3,9 krat (razpolagamo le s podatki 8 primerjav). Obračanje krme je bilo pogostejše kot poročajo za avstrijske kmetije, kjer le v 14,6 % primerov krmo za sušenje obračajo več kot 3 krat (Resch, 2013).

Preglednica 33. Vsebnosti sušine v krmi ter hitrost sušenja med sušenjem krme na travniku\*

| Postopek                                | n  | Vsebnost sušine (g/kg) |                  | Trajanje sušenja (h) | Hitrost sušenja (g sušine/kg na h) |                                           |
|-----------------------------------------|----|------------------------|------------------|----------------------|------------------------------------|-------------------------------------------|
|                                         |    | Ob košnji              | Ob spravilu      |                      | Spravilo prvi dan po košnji**      | Spravilo drugi dan po košnji ali kasneje* |
| Sušenje v ugodnih vremenskih razmerah   |    |                        |                  |                      |                                    |                                           |
| Vse košnje                              | 25 | 240<br>(145—360)       | 647<br>(447—834) | 30<br>(21—47)        | 14,8<br>(7,9—22,2)                 | 11,2<br>(9,2—13,5)                        |
| Prva košnja                             | 8  | 232<br>(157—340)       | 618<br>(516—798) | 33<br>(30—47)        | 22,6<br>(11,0—14,8)                | 9,2<br>(9,2—9,2)                          |
| Druga in naslednje košnje               | 17 | 244<br>(145—360)       | 660<br>(447—834) | 29<br>(21—46)        | 15,8<br>(7,9—22,2)                 | 12,2<br>(9,8—13,5)                        |
| Sušenje v neugodnih vremenskih razmerah |    |                        |                  |                      |                                    |                                           |
| Prva košnja                             | 0  | /                      | /                | /                    | /                                  | /                                         |
| Druga in naslednje košnja               | 6  | 191<br>(170—215)       | 637<br>(431—766) | 107<br>(50—248)      | /                                  | 6,7<br>(1,9—11,9)                         |

\* Prikazane so povprečne vrednosti in razpon (v oklepajih)

\*\* Pri sušenju v ugodnih vremenskih razmerah je prevladovalo spravilo prvi dan po košnji (21 od 25 primerjav), pri sušenju v neugodnih razmerah pa je bila krma v vseh primerih pospravljena drugi dan ali kasneje.

## 7.2.2 Spremembe vsebnosti surovih beljakovin (SB) in neto energije za laktacijo (NEL) med sušenjem na travniku

Vsebnosti SB in NEL v krmi ob košnji in ob spravilu na sušilnico so prikazane v preglednici 34. Pri sušenju v ugodnih razmerah se je vsebnost surovih beljakovin v povprečju zmanjšala za 6 g (od 153 na 147 g), vsebnost NEL pa za 0,17 MJ (od 5,80 na 5,63) na kg sušine. Tako zmanjšanje vsebnosti SB kot NEL je bilo pri drugi in naslednjih košnjah obsežnejše kot pri prvi košnji. Ta ugotovitev bi lahko bila posledica večjega deleža metuljnic in zeli in s tem povezanih večjih mehanskih izgub kakovostnejših delov rastlin. Pričakovali smo, da se bo zaradi podaljšane trajanja sušenja in zaradi povečanih mehanskih izgub vsebnost NEL pri sušenju do večje vsebnosti sušine zmanjšala bolj kot pri spravilu manj suhe krme. Z regresijsko analizo tega nismo uspeli potrditi. Zmanjšanje vsebnosti NEL

med sušenjem na travniku je primerljivo s podatki, ki jih je na podlagi poskusov v Avstriji prikazal Fritz (2018) (0,18, 0,14 in 0,11 MJ NEL na kg sušine pri sušenju na tleh, pri pripravi krme za sušenje s hladnim zrakom in sušenje z razvlaženim zrakom).

Pri sušenju v neugodnih vremenskih razmerah je bilo zmanjšanje vsebnosti SB zanemarljivo (v povprečju za 2 g na kg sušine), zmanjšanje vsebnosti NEL (v povprečju za 0,64 MJ na kg sušine) pa bistveno obsežnejše, kot pri sušenju v ugodnih razmerah.

Preglednica 34. Vsebnosti surovih beljakovin (SB) in neto energije za laktacijo (NEL) v krmi ob košnji in po sušenju na travniku\*

| Postopek                                                     | n  | Surove beljakovine (SB) |                  |               | Neto energija za laktacijo (NEL) |                     |                      |
|--------------------------------------------------------------|----|-------------------------|------------------|---------------|----------------------------------|---------------------|----------------------|
|                                                              |    | (g/kg sušine)           |                  |               | (MJ/kg sušine)                   |                     |                      |
|                                                              |    | Ob košnji               | Ob spravilu      | Zmanjšanje    | Ob košnji                        | Ob spravilu         | Zmanjšanje           |
| Sušenje v ugodnih vremenskih razmerah                        |    |                         |                  |               |                                  |                     |                      |
| Vse košnje                                                   | 24 | 153<br>(84—227)         | 147<br>(79—206)  | 6<br>(-29—32) | 5,80<br>(4,69—6,45)              | 5,63<br>(4,91—6,45) | 0,17<br>(-0,19—0,83) |
| Prva košnja                                                  | 8  | 129<br>(84—190)         | 127<br>(79—172)  | 1<br>(-14—18) | 5,75<br>(4,96—6,54)              | 5,74<br>(4,91—6,45) | 0,01<br>(-0,19—0,14) |
| Druga in naslednje košnje<br><br>Second and consecutive cuts | 16 | 165<br>(136—227)        | 157<br>(120—206) | 9<br>(-29—32) | 5,82<br>(5,53—6,22)              | 5,58<br>(5,07—6,03) | 0,25<br>(0,06—0,83)  |
| Sušenje v neugodnih vremenskih razmerah                      |    |                         |                  |               |                                  |                     |                      |
| Prva košnja                                                  | 0  | /                       | /                | /             | /                                | /                   | /                    |
| Druga in naslednje košnje                                    | 5  | 183<br>(164—201)        | 179<br>(157—212) | 2<br>(-12—11) | 6,26<br>(5,90—6,73)              | 5,60<br>(5,32—5,89) | 0,64<br>(0,37—0,95)  |

\* Prikazane so povprečne vrednosti in razpon (v oklepajih)

Pri določanju sprememb v vsebnosti SB in NEL med sušenjem na travniku (29 primerjav) smo ugotovili, da se rezultati posameznih primerjav med seboj zelo razlikujejo (preglednica 34). Razlike so lahko posledica lastnosti krme, vremenskih razmer in različnih praks spravila, k velikemu razponu pa je verjetno prispeval tudi način vzorčenja. Čeprav smo krmo ob košnji in po spravilu na splošno vzorčili v več ponovitvah (podrobnosti v poglavju Material in metode dela), se je pri 4 primerjavah vsebnost NEL od košnje do spravila povečala. To je lahko le posledica nezanesljivega vzorčenja ali analitike. Ocenjujemo, da potrebujemo za sledenje sprememb med sušenjem vsaj tri dobro odvzete vzorce ob košnji in tri ob spravilu.

### 7.2.3 Spremembe vsebnosti surovih beljakovin (SB) in neto energije za laktacijo (NEL) med sušenjem sena na sušilnicah

Vsebnosti SB in NEL v krmi ob spravilu na sušilnico in po sušenju so prikazane v preglednici 35. Med sušenjem na sušilnicah so bile spremembe vsebnosti SB in NEL majhne. Vsebnost SB se je v povprečju zmanjšala za 4 g na kg, vsebnost NEL pa za 0,05 MJ na kg sušine. Pri sušenju s toplim ali razvlaženim zrakom je bilo zmanjšanje manjše (3 g SB in 0,03 MJ NEL na kg sušine) kot pri sušenju s hladnim zrakom (6 g SB in 0,15 MJ NEL na kg sušine). Ob tem velja opozoriti, da smo seno po sušenju vzorčili najkasneje nekaj tednov po končanem sušenju in da te spremembe ne vključujejo morebitnih sprememb med dolgotrajnejšim skladiščenjem. Resch (2014) je ugotovil, da se vsebnost NEL med dolgotrajnejšim skladiščenjem sena, ki je bilo posušeno s hladnim ali razvlaženim zrakom, zmanjša za približno 0,25 MJ na kg sušine, pri skladiščenju na tleh posušenega sena pa je lahko zmanjšanje še večje (tudi nad 0,4 MJ na kg sušine).

Preglednica 35. Vsebnosti surovih beljakovin (SB) in neto energije za laktacijo (NEL) v krmi ob spravilu na sušilnico in po sušenju\*

| Postopek                 | n  | Surove beljakovine (SB) |                  |              | Neto energija za laktacijo (NEL) |                     |                      |
|--------------------------|----|-------------------------|------------------|--------------|----------------------------------|---------------------|----------------------|
|                          |    | (g/kg sušine)           |                  |              | (MJ/kg sušine)                   |                     |                      |
|                          |    | Ob spravilu             | Po sušenju       | Zmanjšanje   | Ob spravilu                      | Po sušenju          | Zmanjšanje           |
| Vsi postopki             | 19 | 152<br>(89—206)         | 148<br>(87—203)  | 4<br>(-8—21) | 5,63<br>(4,91—6,45)              | 5,58<br>(5,00—6,23) | 0,05<br>(-0,29—0,31) |
| Sušenje s hladnim zrakom | 3  | 163<br>(145—172)        | 157<br>(137—171) | 6<br>(1—9)   | 5,89<br>(5,54—6,45)              | 5,74<br>(5,40—6,23) | 0,15<br>(0,09—0,22)  |

|                                         |    |                 |                 |              |                     |                     |                      |
|-----------------------------------------|----|-----------------|-----------------|--------------|---------------------|---------------------|----------------------|
| Sušenje s toplim ali razvlaženim zrakom | 16 | 150<br>(89—206) | 147<br>(87—203) | 3<br>(-8—21) | 5,58<br>(4,91—6,13) | 5,55<br>(5,00—6,22) | 0,03<br>(-0,29—0,31) |
|-----------------------------------------|----|-----------------|-----------------|--------------|---------------------|---------------------|----------------------|

\* Prikazane so povprečne vrednosti in razpon (v oklepajih)

## 7.2.4 Zaključek

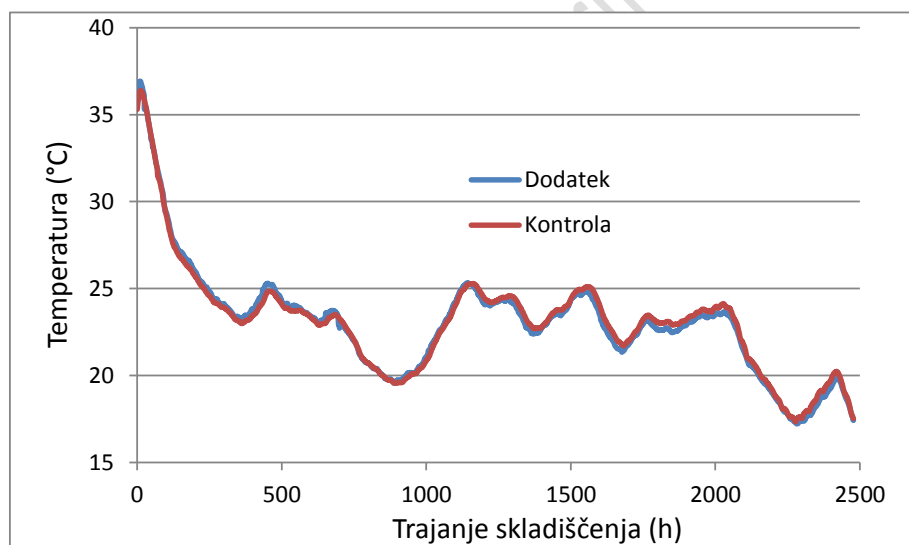
Ugotovili smo, da se je ob ugodnih vremenskih razmerah vsebnost NEL med sušenjem do sušine, ki je primerna za nadaljnje sušenje krme na sušilnicah ( $\approx 650$  g na kg), v povprečju zmanjšala za 0,17 MJ na kg sušine. Ob neugodnih vremenskih razmerah (deževanje ali pozno jeseni) je bilo zmanjšanje obsežnejše (v povprečju 0,64 MJ na kg sušine). Med sušenjem na sušilnicah s hladnim zrakom se je vsebnost NEL v povprečju zmanjšala za 0,15 MJ, pri sušenju s toplim ali razvlaženim zrakom pa za 0,03 MJ. V idealnih razmerah (ugodno vreme in sušenje s toplim/razvlaženim zrakom) lahko pričakujemo, da se bo med pripravo sena vsebnost NEL zmanjšala za približno 0,2 MJ, v manj ugodnih razmerah (kratkotrajno deževanje, jesensko vreme in sušenje na sušilnicah s hladnim zrakom) pa za približno 0,8 MJ NEL na kg sušine. Spremembe vsebnosti beljakovin so razmeroma majhne, v povprečju pod 10 g na kg sušine. Ob tem je treba poudariti, da so bili podatki pridobljeni na kmetijah, ki za sušenje sena uporabljajo sušilnice in ki tudi sicer pripravi sena posvečajo nadpovprečno pozornost.



## 8 VPLIV DODATKA ZA SENO NA SESTAVO IN NETO ENERGIJSKO VREDNOST SENA SKLADIŠČENEGA V VALJASTIH BALAH

Preskušali smo komercialni dodatek za seno na osnovi kalijevega sorbata, natrijevega propionata in natrijevega benzoata. Poskus sušenja prve košnje smo izvedli na trajnem travniku s pridelkom 3210 kg na ha. Košnjo smo opravili 6. junija, baliranje pa 9. junija 2019. Vremenske razmere za sušenje so bile dobre. Pripravili smo tri bale z dodatkom (265 g/tono) in tri bale brez dodatka (kontrola). Dodatek smo aplicirali kot vodno raztopino (250 g/l) z nahrbtno škropilnico po pripravljenih zgrabkih tik pred baliranjem. Gostota sena v balah je bila v povprečju 214 kg sušine na m<sup>3</sup>. Po baliranju smo v bale namestili temperaturne senzorje za spremljanje temperature med skladiščenjem. Bale smo skladiščili v suhem in zračnem skladišču. Vzorčenje za analize smo opravili 26. okt. 2019. Vsako balo smo vzorčili na dveh globinah (0 do 15 in 15 do 50 cm).

Ob baliranju je vsebovalo seno 869 g sušine na kg. Gre za sušino, ki bi morala, glede na strokovna priporočila, onemogočati kvarjenje med skladiščenjem. Med skladiščenjem se je seno, ki je imelo ob baliranju temperaturo prek 35 °C, v približno 8 dneh ohladilo na 25 °C. V poletnem času se je temperatura gibala med 20 in 25 °C. Temperature v balah brez dodatka in balami z dodatkom so se razlikovale le neznatno.



Grafikon 26: Potek temperatur v baliranem senu med skladiščenjem.

Dodajanje komercialnega dodatka ni vplivalo na vsebnost surovih beljakovin, v nevtralnem detergentu netopnih vlaken, v kislem detergentu netopnih vlaken, vodotopnih ogljikovih hidratov in NEL. Ob tem je treba upoštevati, da je seno ob baliranju vsebovalo manj kot 150 g vlage na kg sušine in da je možno, da bi pri večji vlažnosti dodatek deloval. Med skladiščenjem bal se je zunanji sloj (15 cm)

sena navlažil (od 869 g sušine na kg ob baliranju na 846 g na kg). Bale so bile med skladiščenjem dvignjene od tal in skladiščene v pokritem, zračnem, a zunanji atmosferi izpostavljenem skladišču (vlaženje zaradi padavin je bilo onemogočeno, v skladišče pa je lahko vstopal zunanji vlažen zrak). Ocenjujemo, da je bila povečana vlažnost zunanjega sloja bal posledica vlažnega jesenskega vremena v letu 2019. V tem sloju je prišlo do očitnega kvarjenja. Pri organoleptičnem pregledu smo opazili da se je to seno prašilo, imelo pa je tudi jasno izražen vonj po plesni.

Preglednica 36. Vsebnosti surovih beljakovin (SB) in neto energije za laktacijo (NEL) v krmi ob spravilu na sušilnico in po sušenju

|                                                           | Obravnavanje |         |            | Globina vzorčenja |          |            |
|-----------------------------------------------------------|--------------|---------|------------|-------------------|----------|------------|
|                                                           | Brez dodatka | Dodatek | Značilnost | 0-15 cm           | 15-50 cm | Značilnost |
| Sušina (g/kg)                                             | 854          | 858     | NS         | 846               | 866      | <0,05      |
| Surove beljakovine (g/kg sušine)                          | 83,9         | 83,7    | NS         | 84,8              | 82,8     | NS         |
| V nevtralnem detergentu netopna vlakna (NDF, g/kg sušine) | 617          | 613     | NS         | 606               | 624      | NS         |
| V kislem detergentu netopna vlakna (ADF, g/kg sušine)     | 372          | 378     | NS         | 371               | 379      | NS         |
| Vodotopni ogljikovi hidrati (g/kg sušine)                 | 121          | 117     | NS         | 122               | 116      | NS         |
| NEL (MJ/kg sušine)                                        | 4,68         | 4,62    | NS         | 4,71              | 4,58     | NS         |



Slika 23: Bala po vzorčenju sena za določitev sestave in energijske vrednosti.

## LITERATURA

DLG. 2004. Grobfutterbewertung. DLG-Schlüssel zur Bewertung von Grünfutter, Silage und Heu mit Hilfe der Sinnesprüfung, DLG-Information 1/2004, 16 s.

- Fritz, C. 2018. Ansatz zu einem ganzheitlichen Vergleich der Kosten und Erlöse von Bodenheu, Belüftungsheu und Grassilage. 45. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 21.-22. marec 2018, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 75-90.
- GfE. 2001. Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder. DLG Verlag, Frankfurt am Main, 136 str.
- GfE. 2008. Neue Gleichungen zur Schätzung der Umsetzbarer Energie für Wiederkäuer von Gras- und Maisprodukten. Proc. Soc. Nutr. Physiol., 17, 191-198.
- Gruber, L., Resch, R., Schauer, A., Steiner, B., Fasching, C. 2015. Einfluss verschiedener Heutrocknungsverfahren auf den Futterwert von Wiesenfutter im Vergleich zur Silierung. 42. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 25.-26. marec 2015, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 57-66.
- Lukač, B., Žnidaršič, T., Hohler, A., Slatnar, J., Zavodnik, A., Prepadnik, H., Mežan, A., Bevc, S., Verbič, J. 2017. Hranilna vrednost krme na slovenskih kmetijah v letu 2016. V: Čeh, T. (ur.), Kapun, S. (ur.), Zbornik predavanj 26. mednarodno znanstveno posvetovanje o prehrani domačih živali "Zdravčevi-Erjavčevi dnevi", Murska Sobota, Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod Murska Sobota, 85-92.
- Pirman, T., Kermauner, A., Lavrenčič, A. 2017. Kakovost doma pridelane voluminozne krme na nekaterih kmetijah v Sloveniji. V: Čeh, T. (ur.), Kapun, S. (ur.), Zbornik predavanj 20. mednarodno znanstveno posvetovanje o prehrani domačih živali "Zdravčevi-Erjavčevi dnevi", Murska Sobota, Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod Murska Sobota, 107-112.
- Pöllinger, A. 2014. Heutrocknungsverfahren im Vergleich. 19. Alpenländisches Expertenforum, Bericht LFZ Raumberg-Gumpenstein, 35-44
- Resch, R. 2013. Einfluss des Konservierungsmanagements auf die Qualität von Raufutter österreichischer Rinderbetriebe – Ergebnisse aus LK-Heuprojekten. 40. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 18.-19. april 2013, Bericht LFZ Raumberg-Gumpenstein, 1-16.
- Resch, R. 2014. Auswirkungen unterschiedlicher Trocknungsverfahren auf die Raufutterqualität. 19. Alpenländisches Expertenforum, Bericht LFZ Raumberg-Gumpenstein, 45-53.
- Verbič, J. 2018. Seno v obrokih za govedo : tržna niša za seneno mleko in meso. Glas dežele, 11, 12, 1-2.
- Verbič, J., Čeh, T., Gradišer, T., Janžekovič, S., Lavrenčič, A., Levart, A., Perpar, T., Velikonja Bolta, Š., Žnidaršič, T. 2011. Kakovost voluminozne krme in prireja mleka v Sloveniji. V: Čeh, T. (ur.), Kapun, S. (ur.), Zbornik predavanj 20. mednarodno znanstveno posvetovanje o prehrani domačih živali "Zdravčevi-Erjavčevi dnevi", Murska Sobota, Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod Murska Sobota, 97-110.
- Verbič, J., Verbič, J., Žnidaršič, T., Lukač, B., Babnik, D. 2014. Možnosti za izboljšanje energijske vrednosti travnih silaz za prirejo mleka. V: Čeh, T. (ur.), Kapun, S. (ur.). Zbornik predavanj 23. mednarodno znanstveno posvetovanje o prehrani domačih živali "Zdravčevi-Erjavčevi dnevi", Murska Sobota, Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski Zavod Murska Sobota, 201-209.

OSNUTEK, neelektrorirano, nerecenzirano

Razmere na trgu z mlekom in govejim mesom silijo rejce goveda v iskanje možnosti za zniževanje stroškov prireje in/ali večanja prodajne vrednosti proizvodov. Ena izmed možnosti zniževanja stroškov je povečanje produktivnosti živali preko zagotavljanja dobre kakovosti krme s travinja. To velja za vse reje ne glede na način pridelave krme. Za izboljšanje dohodkovnega položaja živinorejskih kmetij so se v zadnjih letih pojavile številne aktivnosti. Po zgledu iz tujine želijo preko vzpostavitve blagovne znamke in ali sheme kakovosti »seneno mleko in goveje meso« potrošniku ponuditi proizvode posebne kakovosti, s tem pa doseči višjo prodajno ceno. Zaradi pomanjkanja informacij o vplivih sodobnih tehnologij pridelave in načinov sušenja sena na ekonomiko prireje želimo v okviru naloge izdelati modelne izračune. Na podlagi teh bomo ocenjevali stroške ter lastno ceno pridelave in sušenja sena pri različnih tehnologijah.

## 9.1 Material in metode

Za ocenjevanje stroškov pridelave sena in prireje mleka smo uporabili del podatkov iz projektne naloge, za dopolnitev ali zgolj kontrolo pa smo uporabili tudi druge vire. Po predvidevanjih na ključne razlike v stroških med tehnologijami vplivajo vrednosti investicij, izkoristek in poraba energenta ter dela. Tako smo cene in tehnične podatke za gradnjo in postavitev sušilnih naprav s pripadajočo opremo zbrali neposredno pri ponudnikih in pa na kmetijah, ki so investicije v zadnjih letih že izvedle. Zbirali smo podatke dveh osnovnih tipov sušilnic za seno; sušilnica s sončno streho in toplotno črpalko ter sušilnica s sončno streho in pečjo na lesno biomaso. Podatke o vrednosti investicij smo pridobili pri kmetiji Kukenberger in kmetiji Benedičič (sodelovali v projektu), kmetiji Apat, kmetiji Bogataj ter pri podjetjih Biomasa d.o.o., Tajfun d.o.o. za avstrijskega ponudnika HSR Heutrocknung in Anton Šimenc s.p. za avstrijskega ponudnika Auer Landmaschinenbau. Na omenjenih kmetijah smo ocenjevali tudi porabo dela in porabo lesnih sekancev, medtem ko je bila poraba električne energije ocenjena že v delovnem svežnju 2.

Kot orodje za ocene ekonomike pridelave sena in prireje mleka smo uporabili modelne kalkulacije Kmetijskega inštituta Slovenije (KIS). Te so simulacijski modeli z vgrajenimi funkcijskimi odvisnostmi, ki na podlagi izbranih vhodnih tehnoloških parametrov (različna obratoslovno-tehnološka izhodišča) omogočajo oceniti porabo inputov ter dela, s tem pa tudi skupne stroške proizvodnje pri posameznih pridelkih kakor tudi na ravni različnih agregatov (kmetija, usmeritev, intenzivnost) in so pripravljeni na podlagi splošnih metodoloških izhodišč (Zagorc in sod., 2018). Ekonomske ocene smo izdelali na podlagi povprečnih cen brez DDV, ki so veljale v letu 2018.

Osnovna predpostavka, na katero se nanašajo obseg investicij in količine pridelave sena, je kmetija, ki pred investicijo pretežni del voluminozne krme pridelava na območjih z manj ugodnimi razmerami za pridelavo, manjši del voluminozne krme (koruzna silaža) pa pridelava v ravnini. Prireja mleka poteka z 20 molznicami, poleg pa redi še telice za remont črede. Z načrtovano spremembo načina prireje mleka, to je iz krmljenja molznic z več vrstami voluminozne krme v krmljenje s senom, smo izračunali letne potrebe molznic in telic po suhi snovi (SS). Te znašajo okoli 100 ton SS na leto kar pomeni okoli 1.200 m<sup>3</sup> sušilno skladiščnih kapacitet za seno. Pri povprečno trikosni rabi trajnega travinja in povprečnemu pridelku sena 7 ton SS/ha je za pridelavo sena potrebnih okoli 15 ha površin.

Za primerjalne ocene smo izdelali 3 modele; v modelu S0 upoštevamo seno sušeno na tleh in je slabše kakovosti kot v primeru S1 in S2. V S1 je seno sušeno v sušilnici, kjer je vir toplega in razvlaženega zraka kombinacija sončne strehe in kondenzacijske sušilnice, v primeru S2 pa se zrak ogreva in razvlaži s pomočjo sončne strehe in peči na lesno biomaso (lesni sekanci).

Investicija v sušilnico sena na biomaso je v primerjavi s kondenzacijsko sušilnico pomembno višja in je, gledano zgolj za potrebe sušenja sena, neracionalna. Zaradi možnosti prilagajanja sistema dodatnim potrebam na kmetiji in s tem izkoriščanja toplote tudi za ogrevanje, je del sistema za pridobivanje toplote mogoče izkoriščati preko celega leta. Tako smo v izračunu stroška amortizacije peči s pripadajočo opremo (zalogovniki, transporterji za sekance, itd.) odšteli vrednost v takšni meri, kolikor bi znašala investicija v manjši sistem za ogrevanje stanovanjske hiše.

Preglednica 37: Ocena vrednosti investicije v kondenzacijsko sušilnico in sušilnico na biomaso

|                                             | Kondenzacijska sušilnica | Peč na biomaso-lesni sekanci | Indeks       |
|---------------------------------------------|--------------------------|------------------------------|--------------|
| Skladiščna kapaciteta (m <sup>3</sup> ):    | 1.200                    | 1.200                        |              |
| Investicija (EUR):                          |                          |                              |              |
| objekt                                      | 35.000                   | 55.640                       | 159,0        |
| sušilnica                                   | 7.000                    | 7.000                        | 100,0        |
| grabež                                      | 28.500                   | 28.500                       | 100,0        |
| toplotna črpalka / peč na sekance           | 31.500                   | 45.000                       | 142,9        |
| dovoljenja                                  | 5.000                    | 5.000                        | 100,0        |
| investicijsko vzdrževanje                   | 1.020                    | 1.361                        | 133,5        |
| <b>Skupaj:</b>                              | <b>108.020</b>           | <b>142.502</b>               | <b>131,9</b> |
| Nabavna vrednost EUR/m <sup>3</sup> :       | 90,0                     | 118,8                        |              |
| - investicija za ogrevanje hiše (EUR)       | 0                        | 23.000                       |              |
| <b>Nabavna vrednost EUR/m<sup>3</sup>:</b>  | <b>90,0</b>              | <b>99,6</b>                  | <b>110,6</b> |
| <b>Strošek amortizacije (Cent/kg sena)*</b> | <b>3,64</b>              | <b>4,02</b>                  | <b>110,6</b> |

\* v izračunu upoštevano 90 kg sena na m<sup>3</sup> (razsuto stanje); amortizacijska doba: zgradbe 40 let, oprema 15 let

V spodnji preglednici (preglednica 38) prikazujemo porabo posameznega energenta pri dveh načinih sušenja sena. V kolikor so meritve porabe elektrike bolj natančne in z manj odstopanji med opazovanimi kmetijami, to ne moremo govoriti v primeru lesnih sekancev. Kmetije so za sušenje tone suhe snovi porabile od dobrega pol (0,56 m<sup>3</sup>) pa do skoraj kubičnega metra (0,94 m<sup>3</sup>) lesnih sekancev



na tono suhe snovi, kar pa ni zgolj posledica različnih vsebnosti sušine ob spravilu, temveč tudi kakovosti in vlažnosti sekancev.

Preglednica 38: Upoštevana poraba in cena energenta pri sušenju sena s toplotno energijo dveh različnih virov

| <b>Energent</b> | <b>EM</b>      | <b>Toplotna<br/>črpalka</b> | <b>Peč na sekance</b> | <b>Cena</b> |
|-----------------|----------------|-----------------------------|-----------------------|-------------|
|                 |                | EM/t SS                     | EM/t SS               | EUR/EM      |
| Elektrika       | kWh            | 0,1506                      | 0,0008*               | 0,139       |
| Lesni sekanci   | m <sup>3</sup> | 0                           | 0,75                  | 16,0        |

\* za delovanje grabeža

Ključne razlike med modeli so v številu strojnih faz, načinu spravila sena z dvorišča na senik, vsebnosti sušine in izgube ob spravilu ter v kakovosti krme. Tako je v primeru S0 število strojnih faz pred spravilom krme večje zaradi večjega števila obračanj. Na tleh sušeno seno je na senik pospravljeno s puhalnikom za seno, ovela trava pa je na sušilnico pospravljena s ti. grabežem.

Pri modelih S1 in S2 smo upoštevali 15 % izgube med spravilom in sušenjem v sušilnici (Pöllinger, 2015, Lukač in Žnidaršič, 2018), v primeru sušenja na tleh (S0) pa so izgube znašale 20 %. Vsebnost sušine ovele trave pred sušenjem je znašala 64 %. V primeru S1 in S2 je kakovosti krme enaka in sicer sta upoštevani vsebnosti neto energije laktacije (NEL) 6,1 MJ/kg SS in surovih beljakovin (SB) 172 g/kg SS. Kakovostni parametri ustrezajo kakovostnim parametrom zelo dobre travne silaže. Pri S0 seno vsebuje 5,3 MJ NEL/kg SS in 131 g/kg SS.

Kakovostni parametri sena, sušenega na tleh ter sena, sušenega v sušilnici, so pomembni pri sestavi krmnih obrokov za krave molznice. Tako smo v nadaljevanju pri ocenjevanju stroškov priraje mleka poleg kakovosti sena upoštevali tudi lastno ceno (strošek na enoto pridelanega sena). S pomočjo modela za sestavo in izračun vrednosti krmnih obrokov, ki temelji na matematični metodi linearnega programiranja, smo sestavili krmne obroke za molznice dveh modelov. Opredelitev intenzivnosti priraje mleka izhaja iz ocen mlečnosti, ki jih je mogoče dosegati zgolj s kakovostnim senom brez druge voluminozne krme (Verbič, 2018). Pri modelu M0 je krmni obrok sestavljen za povprečno mlečnost 6.500 l/kravo iz sena (sušeno na tleh), travne in koruzne silaže ter dokupljene krme. Krmni obrok je pri modelu M1 sestavljen za povprečno mlečnost 6.850 l/kravo. Večja mlečnost je posledica večje konzumacijske sposobnosti molznic, ki jo povzroča krmljenje le s senom odlične kakovosti in dokupljeno močno krmo (Fritz, 2018).

Velikost črede je v obeh primerih 20 krav molznic. Za primerjavo analizo med modeloma je pomembno, da je tehnologija krmljenja primerna tako za obseg reje, kot tudi za priraje mleka in mesa s senom. Tako sta med tehnološkimi parametri v modelih različna le intenzivnost priraje in struktura krmnega obroka.



## 9.2 Rezultati in ugotovitve

Ocene stroškov pridelave sena na sušilnicah kažejo, da so ti v primerjavi s sušenjem sena na tleh večji za okoli petino. K temu je pričakovano najbolj prispeval porast investicije oziroma strošek amortizacije sušilne naprave, posledično s tem pa je večji tudi strošek kapitala. Strošek amortizacije v primeru sušilnice s pečjo na biomaso je večji (za okoli tretjino) kot v primeru kondenzacijske sušilnice (preglednica 39), še posebno, če sistem na biomaso ni izkoriščen v celoti. V kolikor je sistem napravljen tako, da omogoča pol leta uporabe za potrebe sušenja sena, pol leta pa za ogrevanje bivalnih objektov, potem se razlike v strošku amortizacije pomembno znižajo, na okoli 10 %.

Preglednica 39: Ocena stroškov pridelava sena sušenega na tleh in sušenega s toplim in razvlaženim zrakom

| <b>Model*</b>                           | <b>S0</b>      | <b>S1</b>      | <b>S2</b>      | <b><u>S1</u></b> | <b><u>S2</u></b> |
|-----------------------------------------|----------------|----------------|----------------|------------------|------------------|
|                                         |                |                |                | <b>S0</b>        | <b>S0</b>        |
| <b>Neto pridelek sena (t/ha)</b>        | <b>6,51</b>    | <b>6,78</b>    | <b>6,78</b>    |                  |                  |
| <b>Vrsta stroška</b>                    |                |                |                |                  |                  |
| DOMAČ MATERIAL                          |                |                |                |                  |                  |
| gnojevka                                | 155,0          | 155,0          | 155,0          | 100,0            | 100,0            |
| KUPLJEN MATERIAL                        |                |                |                |                  |                  |
| mineralna gnojila                       | 56,0           | 56,0           | 56,0           | 100,0            | 100,0            |
| elektrika visoka tarifa                 | 36,2           | 141,5          | 0,7            | 390,8            | 2,0              |
| lesni sekanci                           |                |                | 84,0           |                  |                  |
| KUPLJENE STORITVE                       |                |                |                |                  |                  |
| zavarovanje zgradb                      | 4,0            | 13,5           | 14,9           | 332,7            | 368,2            |
| AMORTIZACIJA                            |                |                |                |                  |                  |
| senik                                   | 50,8           |                |                |                  |                  |
| sušilna naprava s toplotno črpalko      |                | 245,4          |                | 483,0            |                  |
| sušilna naprava na biomaso              |                |                | 272,1          |                  | 535,5            |
| DOMAČE STORITVE                         |                |                |                |                  |                  |
| domače strojne storitve                 | 435,3          | 339,9          | 341,8          | 78,1             | 78,5             |
| domače delo (neto)                      | 150,5          | 96,6           | 97,3           | 64,2             | 64,6             |
| OBVEZNOSTI IN POSREDNI STR.             |                |                |                |                  |                  |
| socialna varnost                        | 63,3           | 40,7           | 40,9           | 64,2             | 64,6             |
| nadomestila in regresi                  | 57,5           | 36,9           | 37,2           | 64,2             | 64,6             |
| posredni stroški                        | 11,0           | 8,6            | 8,1            | 78,6             | 73,8             |
| stroški kapitala                        | 87,2           | 146,8          | 156,0          | 168,3            | 178,8            |
| <b>STROŠKI SKUPAJ</b>                   | <b>1.106,9</b> | <b>1.284,7</b> | <b>1.267,6</b> | <b>116,1</b>     | <b>114,5</b>     |
| <b>STROŠKI GLAVNEGA PRIDELKA EUR/kg</b> | <b>0,170</b>   | <b>0,190</b>   | <b>0,187</b>   |                  |                  |

|                                        |              |                |                |              |              |
|----------------------------------------|--------------|----------------|----------------|--------------|--------------|
| subvencije                             | 170,5        | 162,0          | 162,2          | 95,0         | 95,2         |
| <b>STROŠKI ZMANJŠANI ZA SUBVENCije</b> | <b>936,4</b> | <b>1.122,7</b> | <b>1.105,4</b> | <b>119,9</b> | <b>118,0</b> |
| <b>STROŠKI ZMANJŠANI ZA SUBVENCije</b> |              |                |                |              |              |
| <b>EUR/kg</b>                          | <b>0,144</b> | <b>0,166</b>   | <b>0,163</b>   |              |              |

\* M0=sušeno na tleh; M1=sušeno s kondenzacijsko sušilnico; M2=sušeno na lesno biomaso

Zaradi manjše porabe strojnih faz pri obeh modelih sušenja sena na sušilnicah (S1 in S2) je strošek strojnih storitev manjši, manjša kot v primeru na tleh sušenega sena (S0) pa je tudi poraba dela. K manjši porabi dela, kot je pri obeh opcijah sušenja s toplim in razvlaženim zrakom (S1 in S2), prispeva predvsem delovno produktivnejši način spravila sena na senik z grabežem. Sušenje trave na sušilnicah omogoča pridelovalcem sena optimalnejši čas košnje in hitrejši način spravila, kar ob manjšem tveganju kot je ta v primeru sušenja na tleh, pomeni manjše izgube sena, s tem pa tudi hranil. Tako večji neto pridelek v primeru umetno sušenega sena blaži učinke nekaterih dejavnikov na povečanja stroškov.

Preglednica 40: Ocene stroškov prireja mleka (EUR/kravo) s travno in koruzno silažo (M0) in senom (M1)

| <b>Model*</b>                 | <b>M0</b> | <b>M1</b> | <b><u>M1</u></b> |
|-------------------------------|-----------|-----------|------------------|
| <b>Vrsta stroška</b>          |           |           | <b><i>M0</i></b> |
| Mlečnost (l/kravo)            | 6.500     | 6.850     | 105,4            |
| Velikost črede                | 20        | 20        | 100,0            |
| Doba uporabe krav (let)       | 5         | 5         | 100,0            |
| Količina krme (kg/molznico):  |           |           |                  |
| seno                          | 334,3     | 3.220,9   | 963,4            |
| paša                          | 6.575,3   | 6.678,1   | 101,6            |
| travna silaža                 | 5.346,1   |           |                  |
| koruzna silaža                | 2.912,9   |           |                  |
| koruzno zrnje                 | 779,6     | 1.748,7   | 224,3            |
| sojine tropine                | 234,9     | 315,4     | 134,3            |
| <b>Vrsta stroška</b>          |           |           |                  |
| <b>DOMAČ MATERIAL</b>         |           |           |                  |
| mleko za tele                 | 120,1     | 120,1     | 100,0            |
| seno                          | 48,1      | 534,8     | 1.112,4          |
| paša                          | 87,2      | 88,6      | 101,6            |
| travna silaža                 | 347,7     |           |                  |
| koruzna silaža                | 126,0     |           |                  |
| <b>KUPLJEN MATERIAL</b>       |           |           |                  |
| plemenske telice              | 262,5     | 262,5     | 100,0            |
| mineralno vitaminska mešanica | 46,4      | 49,3      | 106,4            |
| TL-starter                    | 33,3      | 33,3      | 100,0            |
| koruzno zrnje                 | 153,7     | 344,7     | 224,3            |
| sojine tropine                | 98,6      | 132,3     | 134,3            |
| slama                         | 18,9      | 18,9      | 100,0            |

|                                              |                |                |              |
|----------------------------------------------|----------------|----------------|--------------|
| drugi materialni stroški                     | 49,5           | 52,4           | 105,9        |
| KUPLJENE STORITVE                            | 174,7          | 176,4          | 101,0        |
| AMORTIZACIJA                                 | 169,4          | 169,4          | 100,0        |
| DOMAČE DELO IN STROJNE STORITVE              | 639,2          | 632,5          | 99,0         |
| OBVEZNOSTI IN POSREDNI STROŠKI               | 767,4          | 747,9          | 97,5         |
| <b>SKUPNI STROŠKI</b>                        | <b>3.142,7</b> | <b>3.363,3</b> | <b>107,0</b> |
| vrednost stranskih proizvodov                | 559,3          | 559,3          | 100,0        |
| <b>STROŠKI ZA IZR.LASTNE CENE</b>            | <b>2.583,4</b> | <b>2.804,0</b> | <b>108,5</b> |
| <b>LASTNA CENA (EUR/kg)</b>                  | <b>0,397</b>   | <b>0,409</b>   | <b>103,0</b> |
| subvencije                                   | 201,1          | 201,1          | 100,0        |
| <b>STROŠKI ZMANJŠANI ZA SUBVENCije</b>       | <b>2.275,7</b> | <b>2.510,9</b> | <b>110,3</b> |
| <b>STROŠKI ZMANJŠANI ZA SUBVENCije EUR/l</b> | <b>0,350</b>   | <b>0,367</b>   | <b>104,7</b> |

\* M0=klasična prireja mleka s travno in koruzno silažo; M1=prireja mleka s senom

Strošek krme predstavlja največji delež v skupnih stroških. Skupni strošek krme je v primeru prireje mleka s senom (M1) za okoli četrtno večji kot v primeru krmljenja krav s senom ter travno in koruzno silažo. V okviru tega je skupni strošek voluminozne krme v primeru M1 večji za dobra 2 %, ker pa se kljub večji vsebnosti NEL in SB v umetno sušenem senu potrebe po dokupljeni krmi povečajo, se za okoli dve tretjine poveča strošek kupljene krme. Večji strošek krme na primeru krmljenja s kakovostnim senom (M1) pa ni zgolj posledica razlik v kakovosti in cen krme, temveč se ta poveča tudi zaradi večje ješčnosti molznic in s tem povezane nekoliko večje mlečnosti (Pöllinger A., 2015).

Nasprotno od stroška krme pa je strošek dela in obveznosti iz dela manjši, vendar je razlika majhna. Skupni stroški prireje mleka s senom so v primerjavi s klasično prirejo mleka večji za okoli desetino, ker pa je prireja mleka večja, je lastna cena mleka večja za okoli 5 %.

Ker pa je prireja mleka s travno silažo, in hkrati brez rabe koruzne silaže, praviloma nekoliko dražja kot v primeru uporabe obeh vrst silaž, ocenjujemo, da bi bila pri enakih izhodiščih razlika v stroških prireje manjša kot je prikazana.

Variabilnost višine investicije v sušilne naprave za seno je velika. Možnost uporabe obstoječe infrastrukture, lastnega materiala in dela pri investiciji lahko investicijo pomembno poceni, zaradi posebnih prilagoditev in zahtevnosti izvedbe pa tudi pomembno podraži proizvodni proces. Posledično so razlike v stroških prirejenega mleka še nekoliko manjše, lahko pa tudi precej večje od prikazanih.

Pomembna ugotovitev je, da se upravičenost investicije v sušilno napravo s toplim in razvlaženim zrakom večja s povečevanjem izkoriščenosti sistema za sušenje, to pa je le v primeru celotnega prehoda na krmljenje s senom. V nasprotnem je za sušenje sena, praviloma druge košnje, smotrnejša

raba sončne strehe in prevetrovalne naprave (dosuševanje s hladnim ali v strešnih kanalih ogretim zrakom).

### 9.3 Razprava

Razlogi za prevladovanje pridelave travniške krme v obliki silaž ali senaž v zadnjih desetletjih so številni in vsebinsko različni. Proizvajalci strojev in strojne opreme so več pozornosti namenjali predvsem tehnologijam za spravilo travniške krme v obliki silaž kot pa tehnologijam učinkovitejšega spravila sena. Pri tem so predvsem zasledovali ekonomsko logiko, saj je bilo s strani proizvajalcev mleka in mesa, kar je drugi razlog, precejšno povpraševanje po opremi, s kateri so lahko izboljšali produktivnost ob povečevanju kmetijskih gospodarstev in obsegu rej. Hkrati so s tovrstnimi tehnologijami zniževali stroške (na enoto proizvoda), kar je prav tako pomemben dejavnik pri vse hujšem cenovnem pritisku. Pomemben dejavnik pa je tudi iskanje kompromisa med višino stroškov in vloženim trudom. Tako se zadnje četrto stoletje veliko travniške krme silira v obliki silažnih bal, kar je rejcem omogočilo (praviloma kljub višjim stroškom) lažje prilagajanje spravila krma vremenskim razmeram in uskladitvi z drugimi gospodarskimi ali prstočasnimi aktivnostmi, četudi na račun splošnemu poslabšanju kakovosti krme.

Ob prikazanih razlikah se postavlja vprašanje, zakaj v Sloveniji do sedaj (še) ni večjega obsega prireje mleka in mesa s senom, še posebno na območjih, kjer so s pridelavo kakovostne voluminozne krme omejeni. Problem je večplasten in zato je odgovorov več, prav gotovo pa na številnih kmetijah socio-ekonomski in organizacijski dejavniki razlogi prevladujejo nad čistimi ekonomskimi.

Na socio-ekonomskimi dejavniki bi na prvem mestu lahko omenimo obseg reje, velikostna struktura in razpršenost rej. Te ne vplivajo zgolj na višino stroškov, temveč tudi na prodajne možnosti (vzpostavitev mlečnih poti v okviru organiziranega odkupa in/ali lastna predelava in prodaja).

Zaradi obsežnejših investicij je nezanemarljiv dejavnik tudi denarni tok. Ta je vsekakor primernejši z investicijskega vidika pri proizvodnji, kjer je prihodek od prodaje proizvodov konstanten in reden (kot npr. pri mleku), kar se vidi tudi v sami strukturi investicij, ki so sofinancirane v okviru različnih oblik podpor s strani države ali ukrepov Skupne kmetijske politike.

Med dejavniki, ki negativno vplivajo na odločitev o investicijah v objekte za sušenje sena ali pa le na potek in obseg teh, moramo opozoriti tudi na administrativne in okoljske ovire ter ovire, zaradi katerih se v posameznem lokalnem okolju lahko strošek investicije opazno poveča.

Z razliko od prireje senenega mleka in mesa v Avstriji, Nemčiji in Švici, kjer se tovrsten način prireje odvija na hribovitih območjih in je del prehranske verige, se v Sloveniji za tovrsten način prireje odločajo kmetije, ki so po pridelovalnih razmerah in obsegu reje zelo različne. Opazna je tudi njihova razpršenost po državi. To kaže, da se kmetije, ki so bile v pretežni meri podprte tudi z javnimi sredstvi, odločajo za spremembe v prireji zgolj zaradi izboljšanja dohodkovnega položaja kmetije preko lastnih prodajnih poti, medtem ko pozitivnih učinkov v širšem obsegu, kot je to v primerjalnih državah, ni. Tako je eden ključnih omejitvenih dejavnikov nezmožnost prodaje proizvodov preko organiziranega odkupa, preko katerega bi bila korist za širšo družbo večja.

Dejstvo ob tem pa je, da predstavlja proizvodnja izdelkov z dodano vrednostjo kmetijskim gospodarstvom hribovitih travniških območjih večji eksistenčni pomen. Praviloma manjši obseg reje

in s tem manjši obrat kapitala omejujejo vsakršne investicije v primerjavi s kmetijami ravninskih območij. Najbolj se to odraža pri večjih investicijah, kamor lahko uvrščamo tudi izgradnjo sodobnih sušilne naprav za seno.

Glede na pričakovane trende in vzpostavljanja blagovnih znamk oziroma različnih shem, nosilcem kmetijske politike predlagamo čimprejšnjo širšo razpravo o vzpostavitvi konkretnjših in kmetijam bolj ciljno naravnanih ukrepov.

#### Literatura:

Fritz, C., 2018. Ansatz zu einem ganzheitlichen Vergleich der Kosten und Erlöse von Bodenheu, Belüftungsheu und Grassilage. 45. Viehwirtschaftliche Fachtagung, str. 75–90

Lukač, B., Žnidaršič, T. 2018. Mehanske izgube pridelka ob spravilu sena zaradi drobljenja. Rezultati poskusa.

Pöllinger, A., 2015. Technische Kennzahlen zu verschiedenen Heutrocknungsmethoden. 42. Viehwirtschaftliche Fachtagung, str. 41–48

Verbič, J., 2018. Seno v obrokih za govedo. Glas dežele. Priloga: Seno. december 2018, str. 1–2

Zagorc, B., Moljk B., Rednak M. Metodološka izhodišča in pojasnila k modelnim kalkulacijam. 2018: Kmetijski inštitut Slovenije.  
[http://www.kis.si/f/docs/Standardni\\_nabor/Splosna\\_izhodišca\\_in\\_specifčna\\_pojasnila\\_internet\\_2017.pdf](http://www.kis.si/f/docs/Standardni_nabor/Splosna_izhodišca_in_specifčna_pojasnila_internet_2017.pdf)

