

Oznaka poročila: ARRS-CRP-ZP-2020/12



ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH CILJNEGA RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra	V4-1610
Naslov	Tehnološke rešitve za pridelavo kakovostnega sena
Vodja	371 Viktor Jejčič
Naziv težišča v okviru CRP	2.2.2 Tehnološke rešitve za pridelavo kakovostnega sena
Obseg učinkovitih ur raziskovalnega dela	899
Cenovna kategorija	C
Obdobje trajanja	10.2016 - 09.2019
Nosilna raziskovalna organizacija	401 Kmetijski inštitut Slovenije
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	481 Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta 482 Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede 782 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	4 BIOTEHNIKA 4.03 Rastlinska produkcija in predelava 4.03.01 Kmetijske rastline
Družbeno-ekonomski cilj	08. Kmetijstvo
Raziskovalno področje po šifrantu FORD	4 Kmetijske vede in veterina 4.01 Kmetijstvo, gozdarstvo in ribištvo

2. Sofinancerji

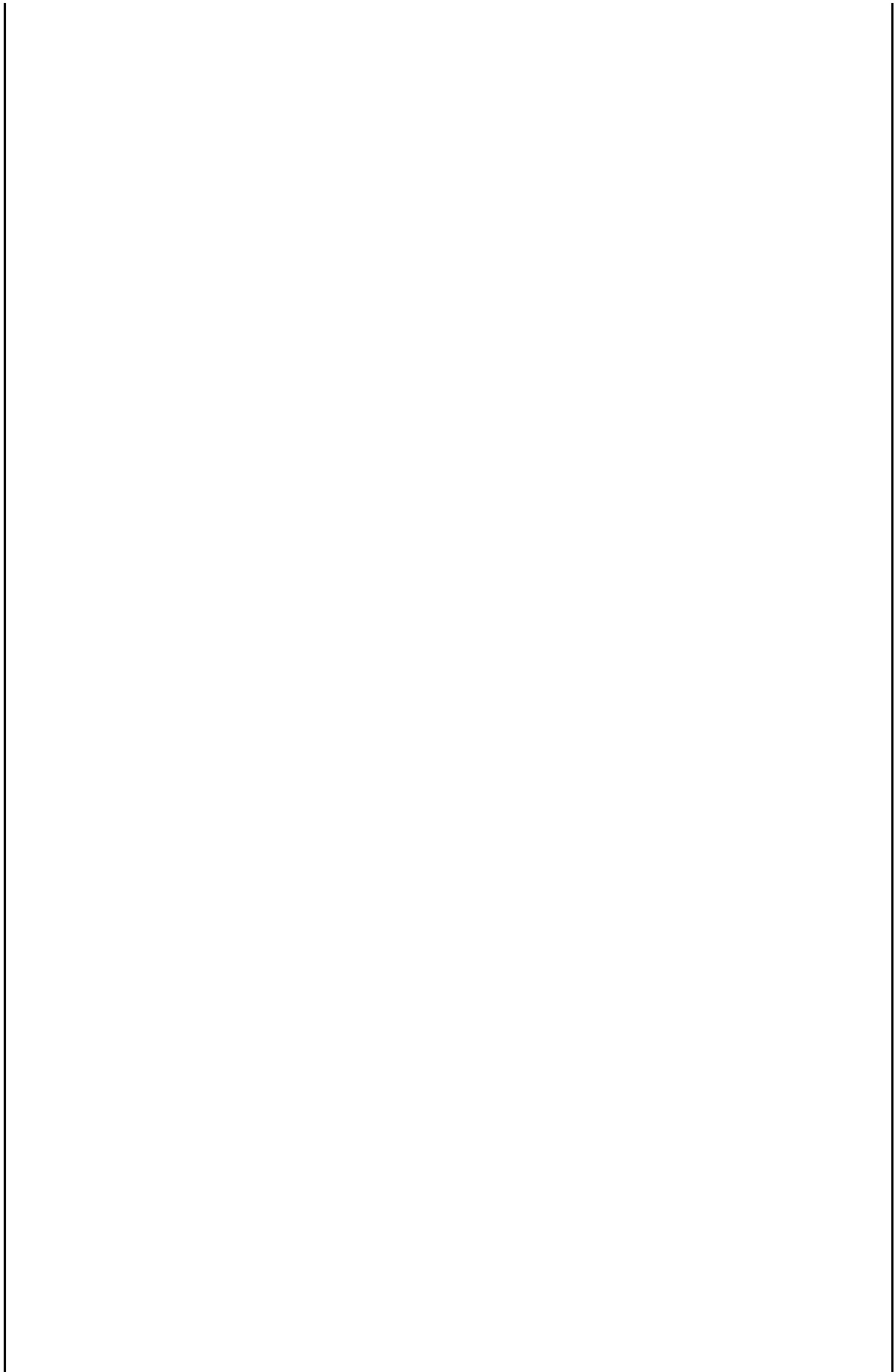
	Sofinancerji		
1.	Naziv	Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano	
	Naslov	Dunajska cesta 22, 1000 Ljubljana	

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

3. Povzetek raziskovalnega projekta¹

SLO

V projektu smo proučevali spravilo sena s sušenjem na tleh z različnimi postopki, stroji za spravilo sena in sistemi za njegovo dosuševanje ter njihov vpliv na kakovost sena, porabo energije in ekonomičnost pridelave. Na vzorčnih kmetijah smo zbrali vzorce sena, različnih košenj ter analizirali hranilno vrednost krme s pomočjo NIR. V poskus smo vključili različne vrste trav (mnogocvetna ljuljka, pasja trava, travniška bilnica) in metuljnic (črna detelja). Iz rezultatov dveletnih poskusov je razvidno, da sta se na tleh, ob primerljivi vsebnosti vlage ob košnji, najhitreje sušili pasja trava in travniška bilnica. Nekoliko počasneje je sušino pridobivala črna detelja, najpočasneje pa mnogocvetna ljuljka. Iz vidika gospodarnosti sušenja smo izvedli meritve sušenja krme z nižjo in višjo vsebnostjo vlage (več kot 40 %). Zajet je bil sistem sušenja: s hladnim prevetrovanjem, sončno streho, toplotno črpalko in kombinacije sončne strehe in uporabo biomase za dogrevanje in sončne strehe s toplotno črpalko. Izkazalo se je, da je stroškovno optimalno sušenje vedno v kombinaciji z uporabo sončne strehe. Primerjava med različnimi tehnologijami (biomasa, toplotna črpalka) kaže na nekoliko višji strošek sušenja z biomaso (0,0244 €/kg suhe snovi – toplotna črpalka + sončna streha; 0,030 €/kg suhe snovi – biomasa + sončna streha). 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. S pazljivo izbiro obratovalnih parametrov strojev za obračanje, pri obračanju mrve lahko zmanjšamo skupne izgube pridelka od 3,1 do 5,9 %. V razmerah ugodnega vremena in sušenja s toplim razvlaženim zrakom lahko pričakujemo, da se bo med pripravo sena vsebnost NEL zmanjšala za približno 0,2 MJ, v manj ugodnih razmerah pa za približno 0,8 MJ NEL/kg sušine. Ugotovljeno je, da se upravičenost investicije v sušilno napravo s toplim in razvlaženim zrakom veča 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).



ANG

In the project, we studied hay harvesting by drying on the ground with various procedures, hay harvesting machines and systems for its drying, and their impact on hay quality, energy consumption and economics of production. On sample farms, we

collected samples of hay, various mowings and analyzed the nutritional value of feed using NIR. Different species of grasses (italian ryegrass, cocksfoot, meadow fescue) and legumes (red clover) were included in the experiment. The results of two years of experiments show that cocksfoot and meadow fescue dried the fastest on the ground, with comparable moisture content during mowing. Slightly slower, red clover was gaining drought, and the slowest was the italian ryegrass. From the point of view of drying efficiency, we performed measurements of drying fodder with a lower and higher moisture content of more than 40%. The drying system was covered: by cold ventilation, solar roof, heat pump and combinations of solar roof and the use of biomass for reheating and solar roof with heat pump. It turns out that cost-optimal drying is always combined with the use of a solar roof. A comparison between different technologies (biomass, heat pump) shows a slightly higher cost of drying with biomass (0.0244 € / kg dry matter - heat pump + solar roof; 0.030 € / kg dry matter - biomass + solar roof). The use of a solar roof has been found to reduce drying costs regardless of the other drying technology used. The average consumption of total energy (from mowing to harvesting and compacting hay into cylindrical bales) per hectare of area (MJ/ha) when harvesting hay with harvesting and pressing hay into cylindrical bales is 27.6% higher than the average total energy consumption during harvesting hay with a loading trailer. In hay drying on the ground to the final dryness suitable for storage, we measured the largest losses (10 to 13.5%) of plant material in comparison of harvesting partially withered plant material. By carefully choosing the operating parameters of the tractor implements for hay turning, we can therefore reduce the total yield losses from 3.1 to 5.9% when turning the hay. In favorable weather conditions and drying with warm dehumidified air, the NEL content can be expected to decrease by about 0.2 MJ during hay preparation, and by about 0.8 MJ NEL / kg of dry matter in less favorable conditions. Eligibility for investing in a dryer with warm and dehumidified air increases with increasing utilization of the drying system, and this is only in the case of the entire transition to hay feeding. Otherwise, for drying hay, usually from second mowing, it is more expedient to use a sunroof and a ventilation device (drying with cold or heated air in the roof ducts).



4. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela oz. ciljev raziskovalnega projekta²

Cilji projekta so:

1. Trenutno stanje in identifikacija vzrokov zanj v pridelavi sena v Sloveniji. Cilj: Analizirati vzorce sena ter jih primerjati s stanjem v preteklih obdobjih, ter predlagati korake za izboljšanje trenutnega stanja.

2. Iskanje tehnoloških rešitev za dosuševanje s sodobnimi sušilnimi napravami in doseganje boljše kvalitete sena. Cilj: Proučitev in optimizacija različnih tehnologij sušenja iz vidika procesa sušenja v realnem kmetijskem okolju z upoštevanjem specifičnosti kmetijskega gospodarstva. Izdelava tehnoloških načrtov tipičnih in smotrni sušilnih naprav za slovenske razmere. Izdelava tehnoloških navodila za sušenje krme na sušilnih napravah.

3. Iskanje optimalnih tehnoloških rešitev za sušenje sena na tleh. Cilj: Ovrednotenje različnih tehnoloških rešitev za sušenje krme na tleh in merjenje porabe energije.

4. Dinamika sušenja gospodarsko pomembnih trav s trajnega travinja. Cilj: Pojasnitev razlik v dinamiki sušenja na tleh gospodarsko pomembnih trav s trajnega travinja.

5. Kakovost in hranilna vrednost na različne načine pridelanega sena. Cilj: Ovrednotiti vpliv skladiščenja na kakovost in hranilno vrednost na različne načine pridelanega sena.

6. Ekonomika različnih načinov pridelave sena. Cilj: Izdelava kalkulacij stroškov za različne načine pridelave sena.

7. Izdelava priročnika, ki bo povzemal ključne ugotovitve projekta v zvezi s sušenjem, pravilom, skladiščenjem in ekonomiko pridelave sena.

Delovni sklop 1 - v njem 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. 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), vlaknastih 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. Na podlagi tako določene kemijske sestave in enačb smo izračunali še vsebnosti presnovljive energije (ME) in neto energije za laktacijo (NEL). Ugotovili smo da s kakovostjo pridelane mrve v Sloveniji vsekakor ne moremo biti zadovoljni, ker večino sena posušimo na tleh. Za sušenje na tleh je 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 letenja vodilnih trav v travni ruši.

Delovni sklop 2 - proučene so bile obstoječe tehnologije ter tehnologije sušenja krme v drugih državah EU. Iz vidika gospodarnosti sušenja smo izvedli meritve sušenja krme z nižjo vsebnostjo vlage in krmo z višjo vsebnostjo vlage (več kot 40 %). Zajet je bil sistem sušenja s hladnim prevetrovanjem, s sončno streho, s toplotno črpalko in kombinacije sončne strehe z biomaso in sončne strehe s toplotno črpalko. Na podlagi izvedenih meritev in opazovanj posameznih procesov sušenja so izdelana tehnološka navodila in načrti za tipične sisteme sušenja. Ugotovljeno je bilo, da uporaba sončne strehe zmanjšuje stroške sušenja ne glede na uporabljeno drugo tehnologijo sušenja. Med ostalimi tehnologijami z ogrevanjem zraka je toplotna črpalka učinkovitejša od uporabe biomase. Smotrni način sušenja je sušenje s sončno streho, kjer se dodatno lahko vključi toplotno črpalko ali biomaso. Delovni sklop 3 - raziskave so izvajane 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 zaradi dopolnitev podatkovne baze v primerih, kjer je obstajala premajhna količina podatkov ali pa so podatki neuporabni za naše razmere. Podatki o izmerjeni porabi energije za spravilo sena s sušenjem na tleh so omogočili določiti skupno energijo (direktno energijo), potrebno za spravilo sena od košnje do transporta sena na skladišni prostor. 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, višja 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 suhe snovi. V primeru, ko se seno pobere in stisne v valjaste bale s stiskalnico za valjaste bale, poraba energije znaša 248 MJ/t suhe snovi. 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, ko 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, višja za 24,1% v primerjavi z urno porabo energije za prevoz sena z nakladalno prikolico. 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 sklopa 3 zasnovali več tehnoloških poskusov, kjer smo merili izgube pridelka zaradi drobljenja. Tekom različnih faz priprave in spravila sena smo merili mehanske izgube zaradi drobljenja, ob preizkušanju različnih obratovalnih parametrov strojev za spravilo sena. Izgube rastlinskih delov ob posameznih delovnih fazah smo določali s t.i. metodo sesanja. Vzorce smo odvzeli neposredno po koncu obračanja in zgrabljanja. 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. S pazljivim obračanjem mrve ahko zmanjšamo skupne izgube pridelka od 3,1 do 5,9 %.

V delovnem sklopu 4 smo ugotavljali dinamiko sušenja gospodarsko pomembnih trav s trajnega travinja. V poskus smo vključili različne vrste trav (mnogocvetna ljuljka, pasja trava, travniška bilnica) in metuljnic (črna detelja). Košnje in spravilo mrve smo izvedli v dveh različnih razvojnih stadijih (razraščanje in začetek latenja) pri vseh rastlinskih vrstah. V letu 2018 pa so si košnje v poskus vključenih vrst trav in metuljnice terminsko sledile glede na razvojno fazo (razraščanje, začetek latenja, polno latenje oz. začetek cvetenja). S sušenjem na tleh smo končali, 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. 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. Iz rezultatov dvehletnih poskusov je razvidno, da sta se na tleh, ob primerljivi vsebnosti vlage ob košnji, najhitreje sušili pasja trava in travniška bilnica. Nekoliko počasneje je sušino pridobivala črna detelja, najpočasneje pa mnogocvetna ljuljka.

V delovnem sklopu 5 smo na sedmih kmetijah v skupno 29 primerjavah določali spremembo sestave in energijske vrednosti krme med sušenjem na travniku, v 19 primerjavah pa med sušenjem na sušilnicah. 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). Ugotovili smo, da se je ob ugodnih vremenskih razmerah vsebnost NEL med sušenjem do sušine, ki je primerna za nadaljnje sušenje krme na sušilnicah, v povprečju zmanjšala za 0,17 MJ na kg sušine. Ob neugodnih vremenskih razmerah (dež 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 bile razmeroma majhne, v povprečju pod 10 g na kg sušine.

V delovnem sklopu 6 smo uporabili modelne kalkulacije za določanje ekonomičnosti različnih načinov dosuševanja sena. Za primerjalne ocene smo izdelali tri. Ugotovili smo da se upravičenost investicije v sušilno napravo s toplim in razvlaženim zrakom veča 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).

Obsežno poročilo projekta je podano v prilogi.

5. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem projektu in zastavljenih raziskovalnih ciljev³

Program je bil realiziran v celoti. Realizacijo raziskovalnih hipotez navajamo po delovnih sklopih.

6. Spremembe programa dela raziskovalnega projekta oziroma spremembe sestave projektne skupine⁴

Program dela ni bil spreminjan. Raziskovalno skupino je zapustil samo mag. Tone Godeša (sodeloval na delovnem sklopu 3) zaradi odhoda na drugo institucijo v letu 2017.

7. Najpomembnejši dosežki projektne skupine na raziskovalnem področju⁵

Dosežek			
1.	COBISS ID	4493356	Vir: vpis v obrazec
	Naslov	SLO	Ali spreminjajoče vremenske razmere še dopuščajo sušenje krme na tleh?
		ANG	Do changing weather conditions still allow the hay drying on the field?
	Opis	SLO	V letih 2017 in 2018 smo na eksperimentalnem polju UKC Pohorski dvor v Hočah (400 m nadmorske višine, 46 ° 30 '45 "S, 13 ° 30' 33" V) izvedli poljski poskus z namenom ugotoviti, ali vremenske razmere še dopuščajo sušenje krme na tleh in kakšna je dinamika sušenja treh različnih trav: mnogocvetne ljujke (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.), travniške bilnice (<i>Festuca pratensis</i> L.) in pasje trave (<i>Dactylis glomerata</i> L.). Na hitrost sušenja krme vplivajo predvsem vsebnost vode v rastlinah, razvojna faza rastlin in

Dosežek		
2.		okoljski dejavniki. Sušenje je lahko uspešno samo, če je relativna vlaga zraka nižja od vlažnosti materiala. Sušenje sena na tleh ob lepem vremnu (temperatura med 21 in 27 °C ter relativna vlaga med 45 in 30 %) traja do 2 dni (ponavadi od 2 do 4 dni). Čas spravila in sušenja pa se je v obeh eksperimentalnih letih bistveno podaljšal zaradi neugodnih vremenskih r
	ANG	The field experiment to determine do the changing weather condition still allow allohay drying in the field and the dynamics of dryness of three different grasses Italian ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.), meadow fescue (<i>Festuca pratensis</i> L.) and cocksfoot (<i>Dactylis glomerata</i> L.) in the field was carried out in the years 2017 and 2018 in the experimental field of the UKC Pohorski dvor in Hoče (400 m above sea level, 46 ° 30 '45 "N, 13 ° 30' 33" E). Water content in plants, the development phase of plants and environmental factors mainly affect the dryness of the hay. Hay drying in the field can be successful only if the relative humidity of the air is lower than the humidity of the material. Hay drying in the field at good weather conditions (temperature between 21 and 27 °C and relative humidity between 45 and 30%) lasts up to 2 days (usually 2 to 4 days). However, in both experimental years the time of harvesting and hay drying were significantly prolonged due unfavourable weather conditions.
	Objavljeno v	ČEH, Tatjana (ur.), KAPUN, Stanko (ur.). Zbornik predavanj = Proceedings of the 27th International Scientific Symposium on Nutrition of Farm Animals [being] Zadravec-Erjavec Days 2018, 8th and 9th November 2018. Murska Sobota: Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod. 2018
	Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci
2.	COBISS ID	5710184 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO Poraba energije za spravilo sena
	ANG	Energy consumption for haymaking
	Opis	SLO Analiza porabe energije je bila izvedena na dva načina spravila sena s sušenjem na tleh, na družinskih kmetijah na različnih lokacijah v Sloveniji. Poraba energije pri spravilu sena s sušenjem na tleh se določi iz porabljenega mineralnega dizelskega goriva pri izvajanju različnih delovnih operacij s traktorjem v enem celovitem procesu spravila sena (košnja, trošenje in obračanje, zgrabljanje, pobiranje sena z nakladalno prikolico ali pobiranje sena in baliranje s stiskalnico za izdelavo valjastih bal). Vsota porabe energije za vse delovne operacije nam poda podatek o končni porabi energije za spravilo sena s sušenjem na tleh na dva različna načina (z uporabo nakladalnih prikolic ali baliranjem v valjaste bale). Povprečna poraba skupne energije (od košnje do baliranja sena) na hektar površine (MJ·ha⁻¹) pri spravilu sena s stiskanjem sena v valjaste bale je za 27,6% višja od povprečne porabe skupne energije (MJ·ha⁻¹) pri spravilu sena, kadar spravilo poteka z nakladalno prikolico (porabljena energija od košnje do nakladanja sena z nakladalno prikolico). Pri prevozu sena je povprečna urna poraba energije (MJ·h⁻¹) za prevoz bal sena pri spravilu sena v valjaste bale za 24,1% višja od urne porabe energije za prevoz sena z nakladalno prikolico. Povprečna poraba energije na uro (MJ·h⁻¹) za manipulacijo z balami je 6,5% višja v primerjavi z delovnim postopkom praznjenja nakladalne prikolice in transporta sena iz nakladalne prikolice s puhalnikom v skladišče sena. Energy consumption analysis was carried out in two ways of haymaking with in field drying hay on family farms at different locations in Slovenia. Energy consumption of haymaking is determined from used mineral diesel fuel when performing various working operations with the tractor aggregate in one complete haymaking process (mowing, spreading, tedding, side raking, hay collection with self-loading wagon or collecting

Dosežek		
	ANG	hay and baling with round baler). Total energy consumption for all working operations provides us with data on final energy consumption for haymaking in two different ways (hay collection with self-loading wagon or collecting hay and hay baling with round baler). The average total energy consumption (from mowing to hay baling) per hectare area (MJ ha ⁻¹) during hay making with hay baling in round bales is higher by 27.6 % than the average total energy consumption (MJ·ha ⁻¹) in hay making, when hay is loaded with a self-loaded wagon (energy from mowing to loading hay with self-loaded wagon). In hay transport, average hourly energy consumption (MJ·h ⁻¹) used to transport round bales is 24.1 % higher than hourly energy consumption for hay transport with self-loaded wagon. The average hourly energy consumption (MJ·h ⁻¹) for manipulation with round bales is 6.5 % higher, compared with the working operation of unloading of self-loading wagon and the transport of hay from a self-loading wagon with the hay blower in the hay storage
Objavljeno v	Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zavod za mehanizacijo poljoprivrede; Aktualni zadaci mehanizacije poljoprivrede; 2019; Str. 351-358; Avtorji / Authors: Jejčič Viktor, Poje Tomaž	
Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci	
3.	COBISS ID	5921384 Vir: COBISS.SI
Opis	Naslov	SLO Spremembe vsebnosti surovih beljakovin in neto energije za laktacijo med pripravo sena
	ANG	Changes in concentrations of crude protein and net energy for lactation during the haymaking process
	SLO	Na sedmih slovenskih kmetijah smo preučevali spremembe vsebnosti surovih beljakovin (SB) in neto energije za laktacijo (NEL) med sušenjem krme na travniku (29 primerjav) in na sušilnicah (19 primerjav). Trajanje sušenja krme na travniku je ob ugodnih vremenskih razmerah v povprečju trajalo 30 ur, ob neugodnih pa 107 ur. Ob spravilu je krma v povprečju vsebovala 645 g sušine na kg. Ob ugodnih vremenskih razmerah sta se vsebnosti NEL in SB med sušenjem na travniku v povprečju zmanjšali za 0,17 MJ in 6 g, ob neugodnih vremenskih razmerah pa za 0,64 MJ in 2 g na kg sušine. Med sušenjem na sušilnicah s hladnim zrakom sta se vsebnosti NEL in SB v povprečju zmanjšali za 0,15 MJ in 6 g, pri sušenju s toplim ali razvlaženim zrakom pa za 0,03 MJ in 3 g na kg sušine. Zaključili smo, da se pri pripravi sena v idealnih razmerah (ugodno vreme in sušenje s toplim/razvlaženim zrakom) vsebnost NEL zmanjša 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. Zmanjšanje vsebnosti SB so razmeroma majhne in ne glede na način spravila 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 posvečajo postopkom priprave sena nadpovprečno pozornost.
	ANG	Changes in the content of crude protein (CP) and net energy for lactation (NEL) during the field drying (29 comparisons) and barn drying of herbage (19 comparisons) were studied at seven Slovenian farms. The duration of field drying lasted on average 30 hours when the drying conditions were favourable and 107 hours when they were unfavourable. At the harvest time, the average forage dry mater concentration was 645 g per kg. During the field drying under favourable weather conditions, the concentrations of NEL and CP decreased by 0.17 MJ and 6 g per kg of dry matter on average while during the drying in adverse weather conditions they decreased by 0.64 MJ and 2 g per kg of dry matter. During the barn drying using the cold air ventilation the concentrations of NEL and CP decreased by 0.15 MJ and 6 g while in case of drying with warm/dehumidified air they decreased by 0.03 MJ and 3 g per kg of dry matter on average. We conclude that during the haymaking in ideal conditions (favourable weather and drying with warm/dehumidified air),

	Dosežek	
		the concentration of NEL is decreased by about 0.2 MJ while in in less favourable conditions (short-term rain, autumn weather and drying on cold air dryers) it decreased by about 0.8 MJ NEL per kg of dry matter. Regardless of the hay making procedures the decrease in CP content is relatively small, i.e. below 10 g per kg of dry matter. It should be emphasized that the data were obtained from farms that use barn drying facilities and which pay above average attention to hay making procedures.
	Objavljeno v	Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod; Zbornik predavanj; 2019; Str. 223-228; Avtorji / Authors: Verbič Jože, Žnidaršič Tomaž, Benedičič Janez, Lukač Branko, Verbič Janko, Poje Tomaž
	Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci

8. Najpomembnejši dosežek projektne skupine na področju gospodarstva, družbenih in kulturnih dejavnosti⁶

	Dosežek	
1.	COBISS ID	4585004 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO Dinamika sušenja črne detelje (<i>Trifolium pratense</i> L.) in travniške bilnice (<i>Festuca pratensis</i> Huds.) na tleh
		ANG Dynamics of Ground Drying Red Clover (<i>Trifolium pratense</i> L.) and Meadow Fescue (<i>Festuca pratensis</i> Huds.)
	Opis	SLO Leta 2017 smo na poskusnem polju UKC Pohorski dvor, Fakultete za kmetijstvo in biosistemske vede v Hočah začeli s sušenjem črne detelje (<i>Trifolium pratense</i> L.) in travniške bilnice (<i>Festuca pratensis</i> Huds.). Naš cilj je bil ugotoviti, ali obstajajo razlike med dinamiko sušenja trav in metuljnic ter kako na dinamiko vplivata temperatura in vlažnost zraka. Sušenje smo izvedli v dveh terminih (17. 5. 2017–19. 5. 2017 in 29. 5. 2017–2. 6. 2017). Rezultati primerjave vsebnosti suhe snovi med rastlinama po obračanjih so le delno pokazali statistično značilne razlike v dinamiki sušenja trav in metuljnic, medtem ko lahko trdimo, da se z znižanjem temperature zraka in hkratnim povečanjem zračne vlažnosti hitrost sušenja upočasni.
		ANG In 2017, an experiment in the field of UKC Pohorski dvor, Faculty of Agriculture and Life Sciences in Hoče was carried out, where Red clover (<i>Trifolium pratense</i> L.) and Meadow fescue (<i>Festuca pratensis</i> Huds.) were dried on the ground. Our objectives were to find the differences in dynamics of ground drying between grasses and legumes and the impact of temperature and humidity on that process. The experiment was performed in two terms (17th May 2017–19th May 2017 and 29th May 2017–2nd June 2017). The results of the dry matter comparison between plants had shown only partially statistically significant differences in dynamics of ground drying grasses and legumes, while the data indicate that with a temperature drop and a simultaneous increase in relative humidity, the drying process is slowed down.
	Šifra	D.10 Pedagoško delo
	Objavljeno v	[D. Kovše]; 2019; VI, 28, [3] f.; Avtorji / Authors: Kovše Doroteja
	Tipologija	2.11 Diplomsko delo
2.	COBISS ID	4614444 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO Dinamika sušenja pasje trave (<i>Dactylis glomerata</i> L.) in mnogocvetne ljujke (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) na tleh
		ANG Dynamics of Ground Drying Cocksfoot (<i>Dactylis glomerata</i> L.) and Italian Ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.)

Dosežek		
Opis	SLO	Na poskusnem polju UKC Pohorski dvor Fakultete za kmetijstvo in biosistemske vede v Hočah smo leta 2017 začeli s sušenjem pasje trave (<i>Dactylis glomerata</i> L.) in mnogocvetne ljuljke (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.). Namen diplomskega dela je bil ugotoviti, ali obstajajo razlike v dinamiki sušenja med njima glede na razvojno fazo, v kateri se trava nahaja (razraščanje, začetek latenja, polno latenje oz. cvetenje), ter glede na dejavnike okolja (temperatura in padavine) v času košnje in sušenja. Košnjo in sušenje smo izvedli v dveh terminih (od 17.5.2017 do 19.5.2017 in od 29.5.2017 do 2.6.2017). Analiza vsebnosti suhe snovi med rastlinama po obračanjih je pokazala, da se je pasja trava sušila hitreje kot mnogocvetna ljuljka, ne glede na razvojno fazo, v kateri se je nahajala. Na dinamiko sušenja preučevanih rastlinskih vrst pa imajo velik vpliv tudi klimatske razmere.
	ANG	In the field of the UKC Pohorski dvor, Faculty of Agriculture and Life Sciences in Hoče, an experiment was carried out in 2017, where Cocksfoot (<i>Dactylis glomerata</i> L.) and Italian Ryegrass (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) were dried on the ground. The purpose of the diploma thesis was to determine whether there are differences in the dynamics of drying between them depending on the development phase in which the grass was located (overgrowth, initial branching, full branching oz. flowering) and on environmental factors (temperature and precipitation) during harvesting and drying. Harvesting and drying was carried out in two terms (17th May 2017 to 19th May 2017 and 29th May 2017 to 2nd June 2017). An analysis of the dry matter content of the plants after the rotation showed, that the Cocksfoot had dried faster than the Italian Ryegrass, regardless of the development phase in which it was located. The drying dynamics of the studied plant species are also strongly influenced by the climatic conditions.
Šifra		D.10 Pedagoško delo
Objavljeno v		[J. Videčnik]; 2019; VI, 21, [2] f.; Avtorji / Authors: Videčnik Jasmina
Tipologija		2.11 Diplomsko delo
3.	COBISS ID	4597292 Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Vpliv načina gospodarjenja in postopkov spravila na kakovost krme s travinja
	ANG	Effects of Management and Harvesting Procedures on the Quality of Grassland Fodder
Opis	SLO	V letu 2018 smo na Fakulteti za kmetijstvo in biosistemske vede Univerze v Mariboru opravili raziskovalno delo, ki je temeljilo na analiziranju vpliva načina gospodarjenja na travinju in postopkov spravila krme na kakovost le-te. Na območju podravske regije smo na 30 kmetijah izvedli prav toliko anket in odvzeli vzorce krme. Z anketnimi listi smo zbrali podatke o načinu gospodarjenja na travnikih, in sicer o vrsti in količini uporabljenih gnojil, načinu gnojenja, številu košenj ter načinu spravila oziroma sušenja krme. V vegetacijski dobi rastlin, to je v mesecih maju, juniju in juliju, smo zbrali vzorce pridelane krme različnih košenj (seno in otava) in jih na Kmetijskem inštitutu Slovenije (KIS) analizirali s spektroskopijo NIR. Na podlagi spektrov in z uporabo splošne umeritvene enačbe za travniško krmo smo pri vzorcih krme določili vsebnost surovih beljakovin, surove vlaknine, NDF, ADF, pepela in surovih maščob. Iz podatkov o kemični sestavi in prostornini plina smo s pomočjo uradne nemške regresijske enačbe izračunali neto energijo za laktacijo (NEL). Ugotavljamo, da v zbranih vzorcih krme ni značilnih razlik v izbranih parametrih kakovosti krme glede na število košenj, zaporedno košnjo, prisotnost padavin in število obračanj opravljenih na travinju. Le čas košnje značilno vpliva na količino surovih beljakovin v krmi. Krma košena zvečer jih vsebuje več kot krma, košena zjutraj.
		In the year 2018, a team at the Faculty of Agriculture and Life Sciences in

	Dosežek	
	ANG	Hoče did a research paper, in which the effect of management manner on grassland and the effect of different harvesting procedures on the quality of fodder were analyzed. In the Podravje region, 30 surveys on 30 farms we carried out, and we took examples of the fodder. With the survey, we collected information about management manners on meadows and grasslands, the type and the amount of fertilizers used, the fertilizing method, the number of grass cuttings and the fodder harvesting or drying method. During the vegetation phases of the plants in May, June and July, examples of farmed fodder from the first and the second grass cutting from selected farms were collected. The collected examples were analyzed via NIR at the Agricultural Institute of Slovenia. With spectrums and the use of the general measurement formula, the raw proteins content, raw fibre content, NDF, ADF, ash content and raw fat content in the examples of fodder were evaluated. Based on the information about the chemical structure and gas volume, we calculated the net energy value, with the official German regression formula. No significant differences in the collected feed samples of the selected parameters of feed quality, in terms of number of cuts, successive mowing, presence of precipitation and number of grassland turns were found. Only the mowing time significantly affected the amount of raw protein in the feed. The fodder mown in the evening contains more raw protein than the fodder mown in the morning.
	Šifra	D.10 Pedagoško delo
	Objavljeno v	[M. Walner]; 2019; VII, 38 f., [16] f. pril.; Avtorji / Authors: Walner Mirjana
	Tipologija	2.11 Diplomsko delo
4.	COBISS ID	4619564 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO Vpliv tehnoloških postopkov pri sušenju na tleh na izgube in kakovost krme
	ANG	Effects of Technological Proceedings in Ground Hay Curing on Losses and Fodder Quality
	Opis	SLO V okviru CRP »Tehnološke rešitve za pridelavo kakovostnega sena« na Kmetijskem inštitutu Slovenije smo v letu 2017 opravili dva poskusa v severovzhodnem delu Slovenije. Poskusa sta temeljila na analiziranju vplivov tehnoloških postopkov sušenja krme na izgube in kakovost le-te. V obeh poskusih smo odvzeli vzorce za analizo izgub in kakovosti krme. V prvem poskusu, ki je bil zastavljen na dveh površinah (na prvi so prevladovala trava, na drugi metuljnice), smo ugotavljali vpliv botanične sestave na izgube in kakovost krme. Na drugem poskusu, ki je bil zasnovan na trajnem travinju, pa smo analizirali vpliv delovne hitrosti in števila vrtljajev delovnih strojev na izgube in kakovost krme. Rezultati prvega poskusa so pokazali statistično značilne razlike v izgubah in kakovosti krme glede na prevladujoče rastline v ruši. Različne delovne hitrosti in števila vrtljajev delovnih strojev značilno vplivajo na parameter kakovosti krme, ne pa tudi na njene izgube. Pri manjših vrtljajih in manjši delovni hitrosti delovnih strojev so vrednosti NEL v krmi višje kot pri krmi, kjer so bili uporabljeni večji vrtljaji in večje delovne hitrosti.
	ANG	In the year 2017 the team within project »Technological Solutions for Cultivation of Quality Hay« on the Agricultural Institute of Slovenia finished two experiments in the Northeast of Slovenia. The experiments were based on analysing the effects of technological proceedings in hay curing on losses and fodder quality. Samples of the fodder were collected and the losses and quality of fodder in both experiments were evaluated. In the first experiment, which was carried out on two surfaces (grasses were developed on the first surface, and the other developed leguminosae), the influence of botanical composition was being checked. On the permanent grass in the second experiment influence of working speed and number of rotations of working machines on losses and quality was being checked. The results from the first experiment showed statistically characteristic

	Dosežek	
		differences considering the dominant plants in losses and quality of fodder. The different working speeds and numbers of rotations in the second experiment influenced the parameter of quality characteristically, but not the losses in fodder. The net energy value was produced at smaller rotations and smaller working speeds higher than at larger rotations and working speeds.
	Šifra	D.10 Pedagoško delo
	Objavljeno v	[T. Beškovnik]; 2019; VIII, 9-37, [2] f.; Avtorji / Authors: Beškovnik Tamara
	Tipologija	2.11 Diplomsko delo

9. Drugi pomembni rezultati projektne skupine⁷

V okviru projekta smo organizirali štiri seminarje, ki so bil zelo dobro obiskani. Udeleženci so bili zelo različni, od pridelovalcev, kmetijskih svetovalcev, učiteljev iz srednjih šol in univerz, domače industrije ter s strani ponudnikov kmetijskih strojev. Na internetni strani projekta je objavljeno veliko število prispevkov s področja tehnologije spravila sena.

10. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁸

10.1. Pomen za razvoj znanosti⁹

SLO

V vseh delovnih sklopih smo pridobili nova znanja s področja problematike spravila sena s sušenjem na tleh z različnimi postopki, stroji za spravilo sena in sistemi za njegovo dosuševanje ter njihov vpliv na kakovost sena, porabo energije in ekonomičnost pridelave. Do sedaj je na nekaterih področjih skoraj v celoti primanjkovalo znanstveno raziskovalnih podatkov npr. energija, ki se porabi pri različnih delovnih operacijah pri spravilu sena z različnimi traktorskimi priključnimi stroji za spravilo sena. Teh podatkov je izredno malo tudi v tuji znanstveni literaturi s področja spravila sena z različnimi traktorskimi priključnimi stroji poleg tega so v veliko primerih agrotehnični, klimatski, in drugi pomembni pogoji, precej drugačni, kot pri nas. Prav tako imajo izsledki raziskave pomembno vlogo za razvoj znanosti na institucionalnem nivoju. S sodelovanjem na projektu se je okrepilo strokovno in znanstveno delo na vseh sodelujočih institucijah. To še posebej velja ob upoštevanju, da v Sloveniji teče večji del kmetijske pridelave prav na površinah, ki jih obravnava projekt.

ANG

In all work packages, we gained new knowledge in the field of hay harvesting by drying on the ground with various procedures, hay harvesting machines and systems for its drying, and their impact on hay quality, energy consumption and production efficiency. So far, there has been an almost complete lack of scientific research data in some areas, e.g. energy consumed in different haymaking operations with different tractor attachments for haymaking. These data are extremely scarce in the foreign scientific literature in the field of hay harvesting with various tractor connected machines, in addition, in many cases agro technical, climatic, and other important conditions are quite different than in our country. Research findings also play an important role in the development of science at the institutional level. By participating in the project, the professional and scientific work at all participating institutions was strengthened. This is especially true considering that in Slovenia most of the agricultural production takes place on the areas covered by the project.

10.2. Pomen za razvoj Slovenije¹⁰

SLO

V Sloveniji je v razvoju tržna niša prireje senenega mleka in mesa, kar dokazuje tudi porast certificiranj kmetov za seneno prirejo. Za uspešnost tovrstne prireje in s tem razvoj tega področja je ključno znanje, ki se lahko ustrezno prenese na končne uporabnike - kmete.

Zelo pomembno je da so izdelki iz senene prireje so izdelki višjega kakovostnega razreda in tudi z višjo dodano vrednostjo. Kljub temu pa je potrebno zagotoviti kmetijam ustrezno strokovno podporo, da je prireja učinkovita in za kmetije ekonomsko sprejemljiva. Ugotovitve in podatki pridobljene v projektu so pomembne tudi za oblikovanje novih ukrepov programa razvoja podeželja za naslednjo finančno perspektivo. Sklop Dinamika sušenja gospodarsko pomembnih trav s trajnega travinja, ki je del projekta, je nastal in bil vključen v projekt zaradi povpraševanja pridelovalcev krme (živinorejcev) po teh znanjih. Na nekatera vprašanja jim včasih nismo znali natančno odgovoriti, saj rezultatov iz tujih raziskav ne moremo neposredno prenesti in primerjati z našimi pridelovalnimi pogoji in podnebnimi razmerami. Z raziskavo pridobljena znanja bodo uporabljali tudi svetovalci Kmetijsko svetovalne službe. Rezultati omenjenega delovnega svežnja imajo težo tudi z vidika razvoja znanosti na področju gospodarjenja na travinju in pridelovanja krme za trajnostno živinorejo. Za kmetije je posebej pomembna kakovost pridelane in konzervirane krme. Delovni sklop 4 izpostavlja odvisnost sušenja krme na tleh od klimatskih dejavnikov. Rezultati pa kmetijam dajejo možnost ovrednotenja pridelane voluminozne krme na tleh. Tudi za živinorejo kot gospodarsko panogo rezultati prinašajo smernice, ki omogočajo povečanje konkurenčnosti v slovenskem in tudi svetovnem prostoru.

ANG

In Slovenia, the market niche for hay milk and meat production is developing, which is also proven by the increase in farmers' certification for hay production. For the success of this type of production and thus the development of this area is the key knowledge that can be properly transferred to end users - farmers. It is very important that the products from hay production are products of a higher quality class with higher added value. Nevertheless, it is necessary to provide farms with appropriate professional support so that the production is efficient and economically acceptable for the farms. The findings of the project are also important for the design of new measures for the rural development program for the next financial perspective. The Dynamics of drying of economically important grasses from permanent grassland, which is part of the project, was created and included in the project due to the demand of feed producers (livestock breeders) for this knowledge. Some questions we sometimes could not answer them precisely, as the results from foreign research cannot be directly transferred and compared with our production conditions and climatic conditions. The knowledge gained from the research will also be used by the advisors of the Agricultural Advisory Service. The results of this work package also carry weight from the point of view of the development of science in the field of grassland management and production of feed for sustainable livestock farming. The quality of produced fodder is especially important for farms. Work package 4 highlights the dependence of soil drying on forage on climatic factors. The results, however, give farms the opportunity to evaluate the produced voluminous fodder on the ground. The results for livestock farming as an industry also provide guidelines that enable an increase in competitiveness in Slovenia as well as in the world.

11. Vpetost raziskovalnih rezultatov projektne skupine

11.1. Vpetost raziskave v domače okolje

Kje obstaja verjetnost, da bodo vaša znanstvena spoznanja deležna zaznavnega odziva?

- ☐ v domačih znanstvenih krogih
☒ pri domačih uporabnikih

Kdo (poleg sofinancerjev) že izraža interes po vaših spoznanjih oziroma rezultatih?[11](#)

Za rezultate se zanimajo kmetije, Kmetijska svetovalna služba ter proizvajalci dosuševalnih strojev in naprav. Odziv strokovne javnosti potrjuje tudi številčna udeležba na izvedenih seminarjih. Spoznanja in rezultati raziskave krepijo znanje pridelovalcev in strokovnih služb za iskanje in prenos razvojnih rešitev. Rezultati so prispevali k oblikovanju vsebin za EU projekt EIP, Seneno meso in mleko (nosilec: KGZS, 2019-2021). Nekateri člani projektne skupine sodelujejo na projektu.

11.2. Vpetost raziskave v tuje okolje

Kje obstaja verjetnost, da bodo vaša znanstvena spoznanja deležna zaznavnega odziva?

- ☒ v mednarodnih znanstvenih krogih
☐ pri mednarodnih uporabnikih

Navedite število in obliko formalnega raziskovalnega sodelovanja s tujini raziskovalnimi inštitucijami:¹²

Kateri so rezultati tovrstnega sodelovanja:¹³

12. Označite, katerega od navedenih ciljev ste si zastavili pri projektu, katere konkretne rezultate ste dosegli in v kakšni meri so doseženi rezultati uporabljeni

Cilj		
F.01	Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.02	Pridobitev novih znanstvenih spoznanj	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.03	Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.04	Dvig tehnološke ravni	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.05	Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.06	Razvoj novega izdelka	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	

F.07	Izboljšanje obstoječega izdelka	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.08	Razvoj in izdelava prototipa	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.09	Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.10	Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.11	Razvoj nove storitve	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.12	Izboljšanje obstoječe storitve	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.13	Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.14	Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.15	Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.16	Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen

	Uporaba rezultatov	V celoti
F.17	Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
F.18	Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.19	Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.20	Ustanovitev novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.21	Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.22	Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.23	Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.24	Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.25	Razvoj novih organizacijskih in upravljaljskih rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	

F.26	Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.27	Prispevek k ohranjanju/varovanje naravne in kulturne dediščine	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen bo v naslednjih 3 letih
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
F.28	Priprava/organizacija razstave	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.29	Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.30	Strokovna ocena stanja	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.31	Razvoj standardov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.32	Mednarodni patent	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.33	Patent v Sloveniji	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.34	Svetovalna dejavnost	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.35	Drugo	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	

**Komentar****13. Označite potencialne vplive oziroma učinke vaših rezultatov na navedena področja**

	Vpliv	Ni vpliva	Majhen vpliv	Srednji vpliv	Velik vpliv	
G.01	Razvoj visokošolskega izobraževanja					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	☒	☐	☐	☐	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	☒	☐	☐	☐	
G.01.03.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.02	Gospodarski razvoj					
G.02.01	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	☒	☐	☐	☐	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	☒	☐	☐	☐	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	☒	☐	☐	☐	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	☒	☐	☐	☐	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	☒	☐	☐	☐	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	☒	☐	☐	☐	
G.02.07.	Večji delež izvoza	☒	☐	☐	☐	
G.02.08.	Povečanje dobička	☒	☐	☐	☐	
G.02.09.	Nova delovna mesta	☒	☐	☐	☐	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	☒	☐	☐	☐	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	☒	☐	☐	☐	
G.02.12.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.03	Tehnološki razvoj					
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti	☒	☐	☐	☐	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	☒	☐	☐	☐	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij	☒	☐	☐	☐	
G.03.04.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.04	Družbeni razvoj					
G.04.01	Dvig kvalitete življenja	☒	☐	☐	☐	
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja	☒	☐	☐	☐	
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave	☒	☐	☐	☐	
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti	☒	☐	☐	☐	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe	☒	☐	☐	☐	
G.04.06.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.05.	Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete					
G.06.	Varovanje okolja in trajnostni razvoj					
G.07	Razvoj družbene infrastrukture					

G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura					
G.07.02.	Prometna infrastruktura					
G.07.03.	Energetska infrastruktura					
G.07.04.	Drugo:					
G.08.	Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva					
G.09.	Drugo:					

Komentar**14. Naslov spletne strani za projekte, odobrene na podlagi Javnih razpisov za sofinanciranje ciljnih raziskovalnih projektov za leta 2016, 2017, 2018 in 2019¹⁴**

https://www.kis.si/CRP_1/Projekt_V4-1610_Tehnoloske_resitve_za_pridelavo_kakovostnega_sena/

C. IZJAVE

Podpisani izjavljam/o, da:

- so vsi podatki, ki jih navajamo v poročilu, resnični in točni;
- se strinjamo z obdelavo podatkov v skladu z zakonodajo o varstvu osebnih podatkov za potrebe ocenjevanja in obdelavo teh podatkov za evidence ARRS;
- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v pisni obliki (v primeru, da poročilo ne bo oddano z digitalnima podpisoma);
- so z vsebino zaključnega poročila seznanjeni in se strinjajo vsi soizvajalci projekta;
- bomo sofinancerjem istočasno z zaključnim poročilom predložili tudi elaborat na zgoščenki (CD), ki ga bomo posredovali po pošti, skladno z zahtevami sofinancerjev.

Podpisi:

*zastopnik oz. pooblaščen oseba
raziskovalne organizacije:*

in

vodja raziskovalnega projekta:

Kmetijski inštitut Slovenije

Viktor Jejčič

ŽIG

Datum: 20.5.2020

Oznaka poročila: ARRS-CRP-ZP-2020/12

¹ Napišite povzetek raziskovalnega projekta (največ 3.000 znakov v slovenskem in angleškem jeziku). [Nazaj](#)

² Navedite cilje iz prijave projekta in napišite, ali so bili cilji projekta doseženi. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja, rezultate in učinke raziskovalnega projekta in njihovo uporabo ter sodelovanje s tujimi partnerji. Največ 12.000 znakov vključno s presledki (približno dve strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

³ Realizacija raziskovalne hipoteze. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

⁴ Navedite morebitna bistvena odstopanja in spremembe od predvidenega programa dela raziskovalnega projekta, zapisanega v prijavi raziskovalnega projekta. Navedite in utemeljite tudi spremembe sestave projektne skupine v zadnjem letu izvajanja projekta. Če sprememb ni bilo, navedite »Ni bilo sprememb«. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

⁵ Navedite dosežke na raziskovalnem področju, ki so nastali v okviru tega projekta. Raziskovalni dosežek iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka –

sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FORD področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A'' ali A'. [Nazaj](#)

⁶ Navedite dosežke na področju gospodarstva, družbenih in kulturnih dejavnosti, ki so nastali v okviru tega projekta. Dosežke iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FORD področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A'' ali A'.

Dosežek na področju gospodarstva, družbenih in kulturnih dejavnosti je po svoji strukturi drugačen kot dosežek na raziskovalnem področju. Povzetek dosežka na raziskovalnem področju je praviloma povzetek bibliografske enote (članka, knjige), v kateri je dosežek objavljen.

Povzetek dosežka na področju gospodarstva, družbenih in kulturnih dejavnosti praviloma ni povzetek bibliografske enote, ki ta dosežek dokumentira, ker je dosežek sklop več rezultatov raziskovanja, ki je lahko dokumentiran v različnih bibliografskih enotah. COBISS ID zato ni enoznačen, izjemoma pa ga lahko tudi ni (npr. prehod mlajših sodelavcev v gospodarstvo na pomembnih raziskovalnih nalogah, ali ustanovitev podjetja kot rezultat projekta ... - v obeh primerih ni COBISS ID). [Nazaj](#)

⁷ Navedite rezultate raziskovalnega projekta iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 7 in 8 (npr. v sistemu COBISS rezultat ni evidentiran). Največ 2.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

⁸ Pomen raziskovalnih rezultatov za razvoj znanosti in za razvoj Slovenije bo objavljen na spletni strani: <http://sicris.izum.si/> za posamezen projekt, ki je predmet poročanja. [Nazaj](#)

⁹ Največ 4.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

¹⁰ Največ 4.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

¹¹ Največ 500 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

¹² Največ 500 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

¹³ Največ 1.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

¹⁴ Izvajalec mora za projekte, odobrene na podlagi Javnega razpisa za izbiro raziskovalnih projektov Ciljnega raziskovalnega programa »CRP 2016« v letu 2016, Ciljnega raziskovalnega programa »CRP 2017« v letu 2017 in Ciljnega raziskovalnega programa »CRP 2019« v letu 2019 ter Javnega razpisa za izbiro raziskovalnih projektov Ciljnega raziskovalnega programa »Zagotovimo.si hrano za jutri« v letu 2016 in Ciljnega raziskovalnega programa »Zagotovimo.si hrano za jutri« v letu 2018, na spletnem mestu svoje RO odpreti posebno spletno stran, ki je namenjena projektu. Obvezne vsebine spletne strani so: vsebinski opis projekta z osnovnimi podatki glede financiranja, sestava projektne skupine s povezavami na SICRIS, faze projekta in njihova realizacija, bibliografske reference, ki izhajajo neposredno iz izvajanja projekta ter logotip ARRS in drugih sofinancerjev. Spletna stran mora ostati aktivna še 5 let po zaključku projekta. [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-CRP-ZP/2020 v1.00

A2-AF-1F-AA-9E-E0-8A-DE-1B-75-16-CD-EA-3A-B9-4C-45-84-FC-BC

**ZAKLJUČNO POROČILO O IZVEDBI
RAZISKOVALNEGA PROJEKTA CILJNEGA
RAZISKOVALNEGA PROGRAMA »ZAGOTOVIMO.SI
HRANO ZA JUTRI«**

- Naslov projekta:** Tehnološke rešitve za pridelavo kakovostnega sena (V4-1610)
- Naročnika:** Republika Slovenija, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano
Republika Slovenija, Javna agencija za raziskovalno dejavnost
- Trajanje projekta:** 1.10.2016 do 30.09.2019
- Izvajalci:** Kmetijski inštitut Slovenije
Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta
- Odgovorni nosilec:** dr. Viktor JEJČIČ
- Avtorji poročila:** dr. Branko Lukač, dr. Jože Verbič, dr. Janez Benedičič, dr. Anastazija Gselman, dr. Tomaž Žnidaršič, mag. Ben Moljk, Janko Verbič, dr. Drago Babnik, prof. dr. Rajko Bernik, prof. dr. Branko Kramberger, mag. Tomaž Poje, dr. Viktor Jejčič

Ljubljana, maj 2020

KAZALO VSEBINE

IZVLEČEK	3
ABSTRACT	4
UVOD	5
Delovni sklop 1: TRENUTNO STANJE IN IDENTIFIKACIJA VZROKOV ZANJ V PRIDELAVI SENA V SLOVENIJI	7
Delovni sklop 2: ISKANJE TEHNOLOŠKIH REŠITEV ZA DOSUŠEVANJE S SODOBNIMI SUŠILNIMI NAPRAVAMI IN DOSEGANJE BOLJŠE KVALITETE SENA.	11
Delovni sklop 3: ISKANJE OPTIMALNIH TEHNOLOŠKIH REŠITEV ZA SUŠENJE SENA NA TLEH.	42
Delovni sklop 4: DINAMIKA SUŠENJA GOSPODARSKO POMEMBNIH TRAV S TRAJNEGA TRAVINJA.	62
Delovni sklop 5: KAKOVOST IN HRANILNA VREDNOST NA RAZLIČNE NAČINE PRIDELANEGA SENA	78
Delovni sklop 6: EKONOMIKA RAZLIČNIH NAČINOV PRIDELAVE SENA	91
Delovni sklop 7: IZDELAVA PRIROČNIKA V ZVEZI S SUŠENJEM, SPRAVILOM SKLADIŠČENJEM IN EKONOMIKO PRIDELAVE SENA.	98
OBJAVE ČLANOV PROJEKTNE SKUPIN POVEZANE S TEMATIKO PROJEKTA CRP- V 41610	99

IZVLEČEK

V projektu smo proučevali spravilo sena s sušenjem na tleh z različnimi postopki, stroji za spravilo sena in sistemi za njegovo dosuševanje ter njihov vpliv na kakovost sena, porabo energije in ekonomičnost pridelave. Na vzorčnih kmetijah smo zbrali vzorce sena, različnih košenj ter analizirali hranilno vrednost krme s pomočjo NIR. V poskus smo vključili različne vrste trav (mnogocvetna ljuljka, pasja trava, travniška bilnica) in metuljnic (črna detelja). Iz rezultatov dveletnih poskusov je razvidno, da sta se na tleh, ob primerljivi vsebnosti vlage ob košnji, najhitreje sušili pasja trava in travniška bilnica. Nekoliko počasneje je sušino pridobivala črna detelja, najpočasneje pa mnogocvetna ljuljka. Iz vidika gospodarnosti sušenja smo izvedli meritve sušenja krme z nižjo vsebnostjo vlage in krmo z višjo vsebnostjo vlage več kot 40 %. Zajet je bil sistem sušenja: s hladnim prevetrovanjem, sončno streho, toplotno črpalko in kombinacije sončne strehe in uporabo biomase za dogrevanje in sončne strehe s toplotno črpalko. Izkazalo se je, da je stroškovno optimalno sušenje vedno v kombinaciji z uporabo sončne strehe. Primerjava med različnimi tehnologijami (biomasa, toplotna črpalka) kaže na nekoliko višji strošek sušenja z biomaso (0,0244 €/kg suhe snovi – toplotna črpalka + sončna streha; 0,030 €/kg suhe snovi – biomasa + sončna streha). Ugotovljeno je bilo, da uporaba sončne strehe zmanjšuje stroške sušenja ne glede na uporabljeno drugo tehnologijo sušenja. Pri spravilu sena je merjena količina goriva, ki se porabi pri spravilu s traktorskimi priključnimi kosilnicami, obračalniki, grabljalniki, balirkami, nakladalnimi prikolicami, itn. 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 pri spravilu sena z nakladalno prikolico. 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. S pazljivo izbiro obratovalnih parametrov strojev za obračanje, pri obračanju mrve torej lahko zmanjšamo skupne izgube pridelka od 3,1 do 5,9 %. V razmerah ugodnega vremena in sušenja s toplim razvlaženim zrakom lahko pričakujemo, da se bo med pripravo sena vsebnost NEL zmanjšala za približno 0,2 MJ, v manj ugodnih razmerah pa za približno 0,8 MJ NEL/kg sušine. Ugotovljeno 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).

ABSTRACT

In the project, we studied hay harvesting by drying on the ground with various procedures, hay harvesting machines and systems for its drying, and their impact on hay quality, energy consumption and economics of production. On sample farms, we collected samples of hay, various mowings and analysed the nutritional value of feed using NIR. Different species of grasses (italian ryegrass, cocksfoot, meadow fescue) and legumes (red clover) were included in the experiment. The results of two years of experiments show that cocksfoot and meadow fescue dried the fastest on the ground, with comparable moisture content during mowing. Slightly slower, red clover was gaining drought, and the slowest was the italian ryegrass. From the point of view of drying efficiency, we performed measurements of drying fodder with a lower moisture content and fodder with a higher moisture content of more than 40%. The drying system was covered: by cold ventilation, solar roof, heat pump and combinations of solar roof and the use of biomass for reheating and solar roof with heat pump. It turns out that cost-optimal drying is always combined with the use of a solar roof. A comparison between different technologies (biomass, heat pump) shows a slightly higher cost of drying with biomass (0.0244 € / kg dry matter - heat pump + solar roof; 0.030 € / kg dry matter - biomass + solar roof). The use of a solar roof has been found to reduce drying costs regardless of the other drying technology used. The average consumption of total energy (from mowing to harvesting and compacting hay into cylindrical bales) per hectare of area (MJ/ha) when harvesting hay with harvesting and pressing hay into cylindrical bales is 27.6% higher than the average total energy consumption during harvesting hay with a loading trailer. In hay harvesting, the amount of fuel used in harvesting with tractor-mounted mowers, tedders, rakes, balers, loading trailers, etc. was measured. In hay drying on the ground to the final dryness suitable for storage, we measured the largest losses (10 to 13.5%) of plant material in comparison of harvesting partially withered plant material. By carefully choosing the operating parameters of the tractor implements for hay turning, we can therefore reduce the total yield losses from 3.1 to 5.9% when turning the hay. In favorable weather conditions and drying with warm dehumidified air, the NEL content can be expected to decrease by about 0.2 MJ during hay preparation, and by about 0.8 MJ NEL/kg of dry matter in less favorable conditions. Eligibility for investing in a dryer with warm and dehumidified air increases with increasing utilization of the drying system, and this is only in the case of the entire transition to hay feeding. Otherwise, for drying hay, usually from second mowing, it is more expedient to use a sunroof and a ventilation device (drying with cold or heated air in the roof ducts).

UVOD

Travinje v Sloveniji pokriva kar 58,4 % kmetijskih zemljišč v uporabi, zato ga velja kar najbolje izkoristiti. Kakovostno pridelana in pospravljena krma je namreč ključnega pomena za pokrivanje beljakovinskih in energijskih potreb rejnih živali (krave molznice, pitanci) in tudi osnova za kakovostne kmetijske pridelke (mleko in meso). Praviloma so hranilne snovi iz kakovostne voluminozne krme tudi cenejše kot v dokupljeni močni krmi. Še v začetku 20. stoletja je zimski obrok za prežvekovalce vseboval zgolj seno. Konec 20. stoletja, s prihodom traktorskih balirk in ovijalk za valjaste bale, se je ta trend vedno bolj nagibal v prid siliranja travinja. Danes je sušenje krme v Sloveniji na 25 % kmetij prevladujoč način konzerviranja, na 36 % kmetij sta sušenje in siliranje krme enakovredno zastopana postopka, krmo izključno sušijo pa le še na 6 % kmetij. Sušenje krme na tleh je tako, poleg siliranja, še zmeraj prevladujoča oblika konzerviranja voluminozne krme v Sloveniji. Seno in silaža pa se v obroku za krave velikokrat dopolnjujeta. S kombinacijo obeh rejci velikokrat odpravijo pomanjkljivosti ene ali druge krme. V zadnjem času sušenje sena ponovno pridobiva na veljavi predvsem na tistih slovenskih kmetijah, kjer v neposredni prodaji na ta način prirejenega mleka in mesa vidijo poslovno priložnost za boljši zaslužek. Gre za specifična živila, ki na nivoju EU predstavlja le 3 % tržni delež, vendar v nekaterih gospodarstvih članic EU njegov delež vztrajno raste. Tako npr. v sosednji Avstriji predstavlja na ta način pridelano mleko že kar 15 % tržni delež. Deloma k večjemu pomenu pridelave sena prispeva tudi Republika Slovenija s tem, ko v okviru KOPOP programa omogoča kmetijam vstop v izbirno zahtevo TRZ_MRVA oz. obvezno zahtevo TRZ_OSIL. Pri obeh zahtevah je uporaba silaže prepovedana, zato morajo kmetje vso travniško krmo pospraviti v obliki sena. Prvenstveno je namen obeh zahtev pozitiven, torej izboljšati naravovarstveno stanje okolja predvsem pa ohraniti biotsko raznovrstnost travinja. Za popolno učinkovitost omenjenih KOPOP zahtev so kmetje, predvsem pa kmetijska stroka pred izzivom, da poiščejo načine kako na ekonomičen način pridelati, kakovostno in higiensko neoporečno seno, ki bo pokrilo vzdrževalne in proizvodne potrebe rejnih živali, ter omogočilo prirejo kakovostnega mleka in mesa v vse bolj neugodnih vremenskih pogojih.

V zares ugodnem vremenu je seno najenostavneje pridelati na tleh, vendar je v praksi neto energijska vrednost sena 15 % slabša od hranilne vrednosti travnih silaž in lahko zadostuje le prehranskim potrebam srednje intenzivne prireje mleka in mesa. Pridelava kakovostnega sena je v prvi vrsti vezana na zgodnjo košnjo v času med latenjem in cvetenjem trav, ki je v Sloveniji ob prvi košnji običajno v sredini maja oziroma najkasneje v prvi dekadi junija. Trenutno v Sloveniji velika večina kmetov pripravlja seno na tleh, le slaba tretjina uporablja sušilne naprave. Pri sušenju krme na tleh so zelo pomembne izgube, ki nastanejo zaradi dihanja pokošene trave in mehanskih poškodb rastlinske mase ob košnji, obračanju in spravi. Sušenje krme s trajnega travinja na tleh je lahko zelo problematično, saj potrebujemo vsaj tri tople dni, brez padavin. Uporaba kosilnic z gnetilniki in večja intenziteta obračanja lahko sicer potrebni čas sušenja zmanjšata, vendar je lahko to obenem povezano z večjimi mehanskimi izgubami zaradi drobljenja. Predvsem ob prvi košnji je vreme v osrednjeslovenski in gorenjski regiji velikokrat zelo spremenljivo, zaradi česar prihaja pri sušenju na tleh do precejšnjih izgub hranilnih snovi tudi zaradi izpiranja, dihanja in mikrobne razgradnje hranilnih snovi. V preteklosti je bilo pridelovanje kakovostnega sena v osrednjeslovenski in gorenjski regiji odvisno od sušenja v ostrvih, kozolcih in drugih dosuševalnih napravah. Na omenjenem področju smo že pred dobrimi tremi desetletji imeli več tisoč za takratni čas sodobnih sušilnic za dosuševanje s prevetrovanjem, ter nekaj deset sistemov s solarnim ogrevanjem zraka. Ker je bilo to povezano z veliko fizičnega dela, nepopolno razvitimi sistemi sušenja za večje količine krme, predvsem pa nepoznavanjem

tehnoloških postopkov sušenja na sušilnih napravah, tehnologija dosuševanja krme na sušilnih napravah ni prevzela vidnejše vloge. V zadnjih letih pridobiva vedno bolj na pomenu sušenje krme na izpopolnjenih dosuševalnih napravah. V osnovi ločimo dva načina sušenja na sušilnih napravah, in sicer sušenje s hladnim zrakom in sušenje s toplim zrakom. Pri sušenju s toplim zrakom le-tega dogrevamo z različnimi viri energije (biomasa, nafta, plin ali v kombinaciji z razvlaževanjem s toploto črpalko). V Sloveniji najpogosteje kot vir toplote uporabljamo segreti zrak pod streho skednja.

Po uveljaviti traktorskih balirk za valjaste bale je na površinah, kjer relief dopušča, ena najpogostejših tehnologij spravilo sena v obliki valjastih bal. Omenjena tehnologija ima sicer nekatere prednosti, saj omogoča učinkovito, strojno spravilo sena ter ne zahteva velikih skladiščnih kapacitet, v primerjavi s spravilom sena v rinfuzi. Vendar pa se v praksi mnogokrat soočamo s plesnivim senom, katerega zauživanje je lahko tudi do 40 % manjše. Seno pospravljen s premajhno vsebnostjo sušine (70 do 80 %) je med skladiščenjem podvrženo mikrobiološkemu procesu, ki povečajo izgubo suhe snovi ter zmanjšujejo hranilno vrednost krme. V senenih balah s premajhno vsebnostjo sušine pričnejo z intenzivnim razvojem plesni iz rodov *Aspergillus*, *Fusarium* in *Penicillium*. Številne vrste iz teh rodov kot npr. *Aspergillus flavus* so znane, da proizvajajo mikotoksine sicer v manjšem obsegu kot je to pri silazah ali koruznem zrnju, vendar je tako higiensko oporečno seno kljub vsemu nevarno za zdravje živali in ljudi. Razvoj škodljivih mikroorganizmov lahko omejimo z ustreznim načinom dosuševanja - za skladiščenje mora seno vsebovati več kot 85 % sušine.

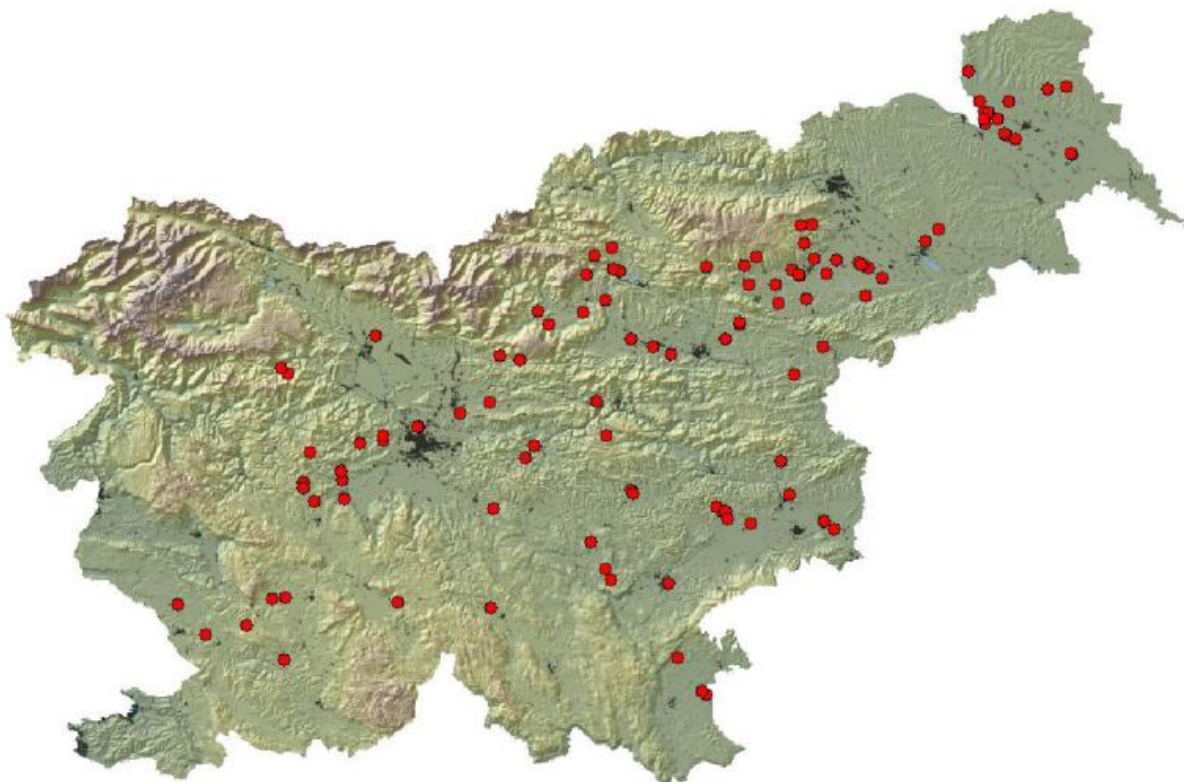
Razvoj kmetijske mehanizacije na področju priprave in spravila krme je naredil velik napredek k zmanjšanju mehanskih izgub zaradi drobljenja. V zadnjem obdobju so se pojavili celo novi stroji, ki lahko pomembno prispevajo k zmanjšanju mehanskih izgub v primerjavi s klasičnim vrtavkastim zgrabljajnikom. Kljub vsemu so podatki v literaturi o obsegu izgub pri posameznih delovnih fazah sušenja in strojnega spravila zelo različni, slovenskih pa pravzaprav nismo imeli. Domnevamo, da leži vzrok za veliko variabilnost podatkov v delovnih pogojih (razgibanost terena, naklon in oblike površine) ter od načina dela upravljavca traktorja s priključnim strojem (npr. izbira ustreznih nastavitev stroja, izbira primerne števila in pogostosti obračanj, širine zgrabkov, primerne delovne hitrosti in števila vrtljajev delovnih elementov na priključnem stroju). Različni načini sušenja in spravila sena zahtevajo tudi različne energetske vnose. Večina energije, ki se porabi v direktni obliki pri sušenju in spravilu sena na tleh izvira iz energije fosilnih goriv oziroma mineralnega dizelskega goriva. Veliki vložki energije v spravilo sena pa pomenijo manjšo ekonomičnost procesa spravila ter posledično tudi večje onesnaževanje okolja s toplogrednimi plini.

Cilji raziskovalnega projekta so bili:

- analizirati trenutno stanje v pridelavi sena v Sloveniji in identificirati vzroke zanj;
- iskanje tehnoloških rešitev za dosuševanje in doseganje boljše kvalitete sena;
- iskanje tehnoloških rešitev za sušenje sena na tleh;
- preučiti dinamiko sušenja gospodarsko najpomembnejših vrst trav s trajnega travinja;
- določiti kakovost in hranilno vrednost na različne načine pripravljenega sena (sušenja na tleh, dosuševanje s hladnim zrakom, dosuševanje s toplim zrakom);
- ovrednotiti stroške različnih načinov pridelave oziroma sušenja sena in stroške postavitve sušilnic;
- izdelava priročnika, ki bo povzemal ključne ugotovitve projekta v zvezi z sušenjem, spravilom, skladiščenjem in ekonomiko pridelave sena.

Delovni sklop 1: TRENUTNO STANJE IN IDENTIFIKACIJA VZROKOV ZANJ V PRIDELAVI SENA V SLOVENIJI

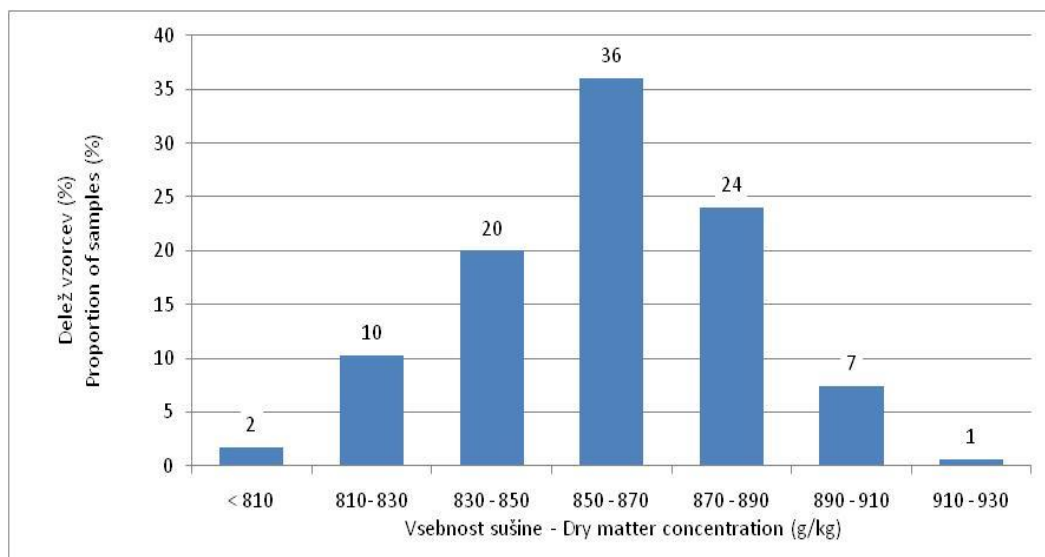
Cilj tega sklopa je analizirati vzorce sena ter jih primerjati s stanjem v preteklih obdobjih, ter predlagati korake za izboljšanje trenutnega stanja. V tem delovnem sklopu smo preučili kakovost krme na Slovenskih kmetijah in pridobili vpogled v dejansko kvaliteto sena na slovenskih kmetijah. V ta namen 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.

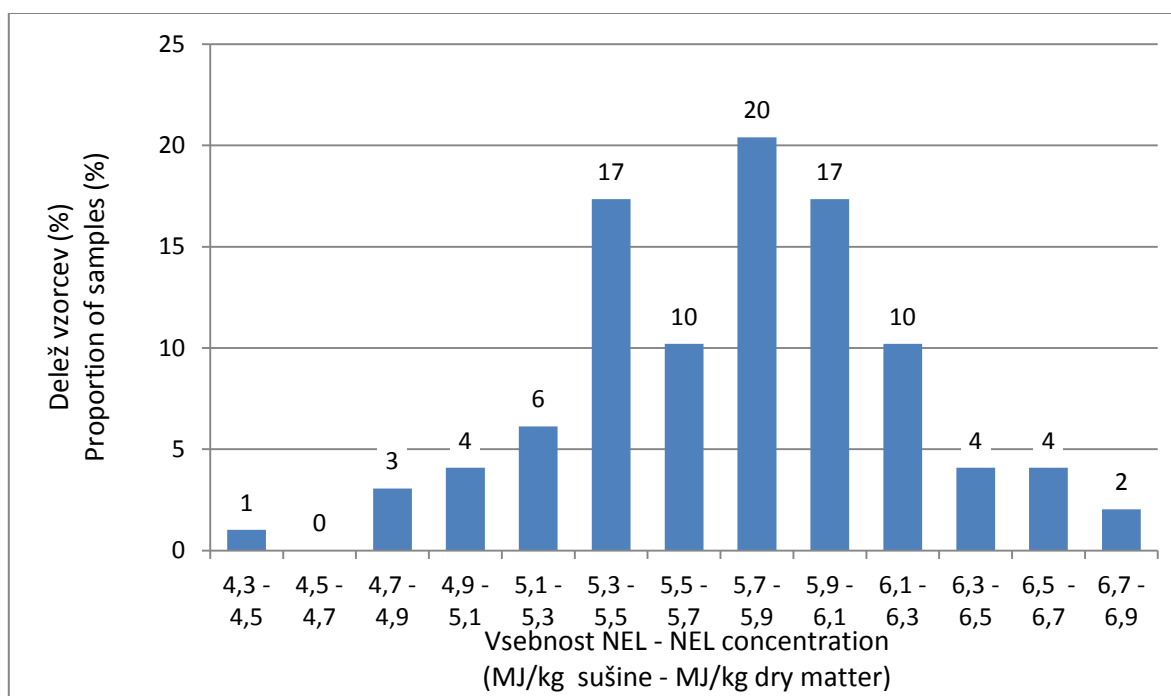
Preglednica 1: Sestava in energijska vrednost vzorcev mrve (n=159).

	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 četrtine vzorcev, Dobro – povprečje druge četrtine vzorcev, Zadovoljivo – povprečje tretje četrtine vzorcev, Slabo – povprečje spodnje četrtine 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 četrti košnje (preglednica 4) bi verjetno lahko zmanjšali, vendar tudi trenutne vsebnosti pepela niso kritične oziroma so povsem primerljive z Avstrijskimi rezultati (Resch 2013).

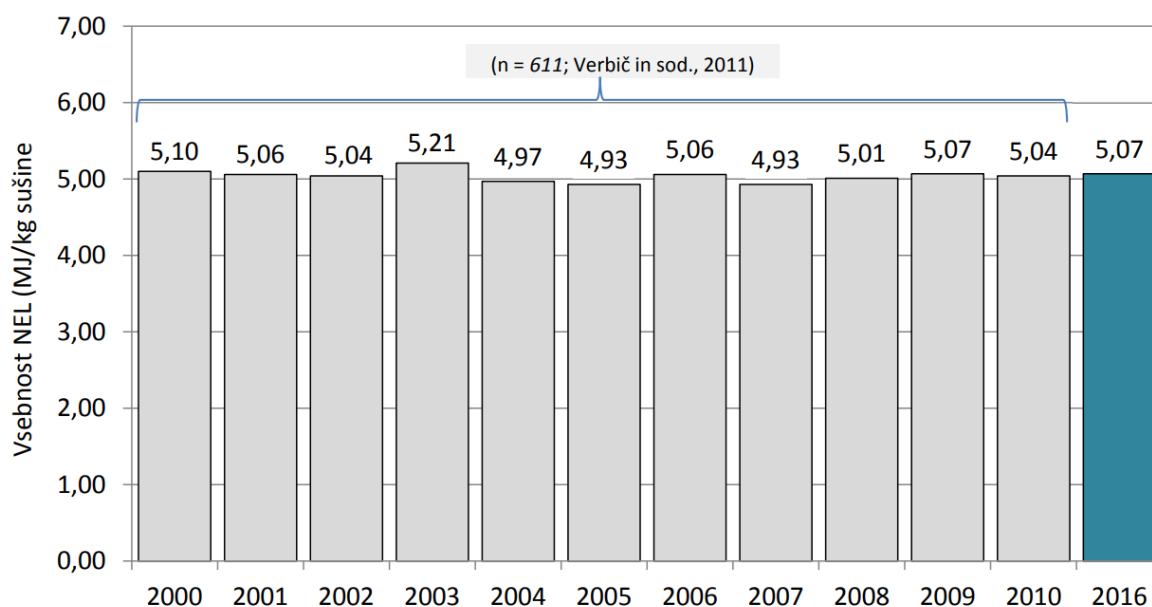


Grafikon 2: Porazdelitev vzorcev mrve, analiziranih v letu 2016, glede na vsebnost neto energije za laktacijo (NEL) (n=159).

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.

Delovni sklop 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

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.

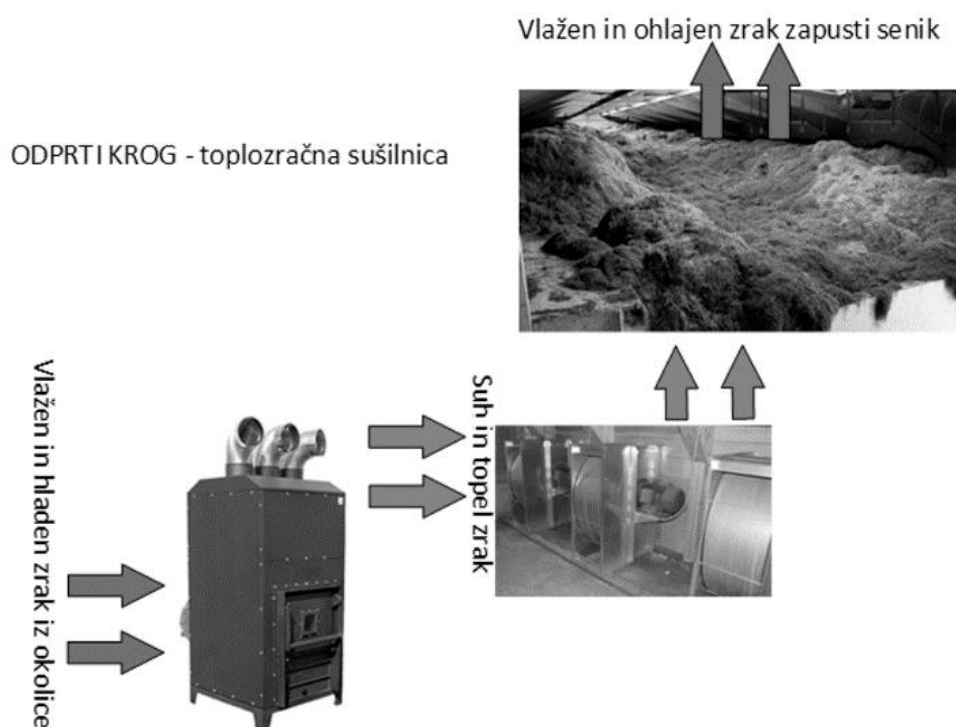
T [°C]	zraka	Relativna vlažnost [%]	Absolutna vlažnost [g vode/kg zraka]
20		65	11,0
20		100	14,7
25		65	15,0
25		100	20,1

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

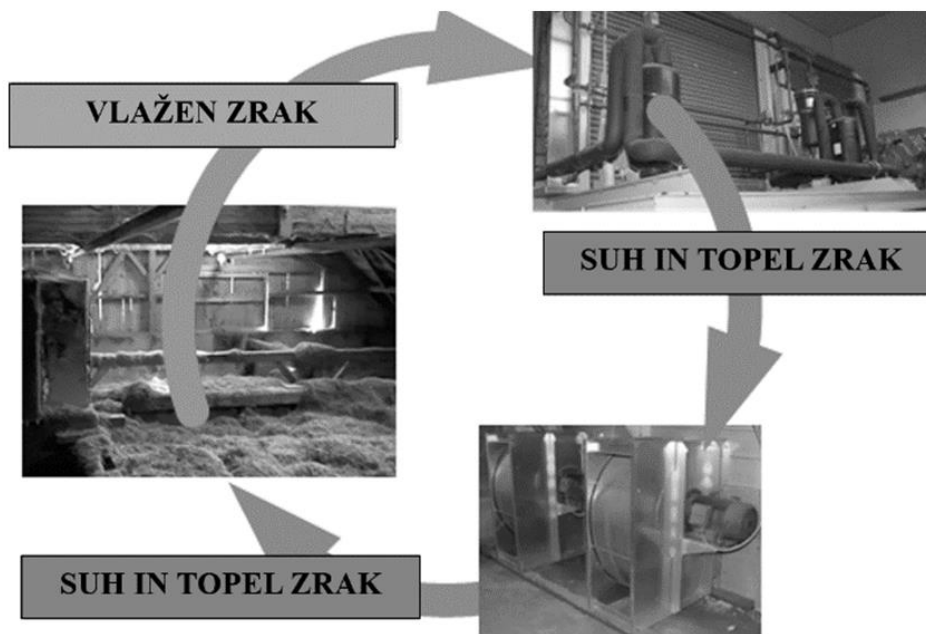
Pri odprtem zračnem toku (Slika 2) zrak sesamo iz okolice in ga preko enega izmed prej omenjenih načinov segrevamo in s tem osušimo ter nato vpihavamo v sušilni boks ali bale. Zrak se pri potovanju skozi krmo navlaži in ohladi, nato pa odvajamo iz sušilne komore v okolico. Slaba stran tovrstnega sušenja 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^3 pri nižji temperaturi nižja kot pri višjih temperaturah (Tabela 1).



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

Zaprta zračna kroga (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).

Toplota za sušenje

Z razvojem tehnologij segrevanja zraka in poznavanjem mehanizma adiabatnega 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 biooglja
- 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).

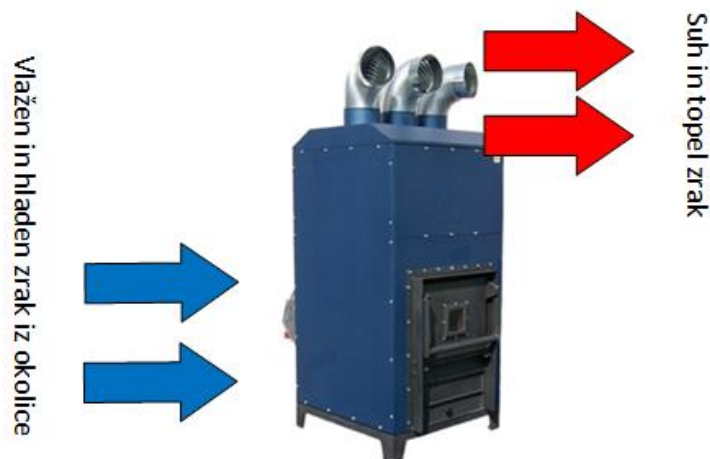
Energija iz biomase

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

Energija iz plina in fosilnih goriv

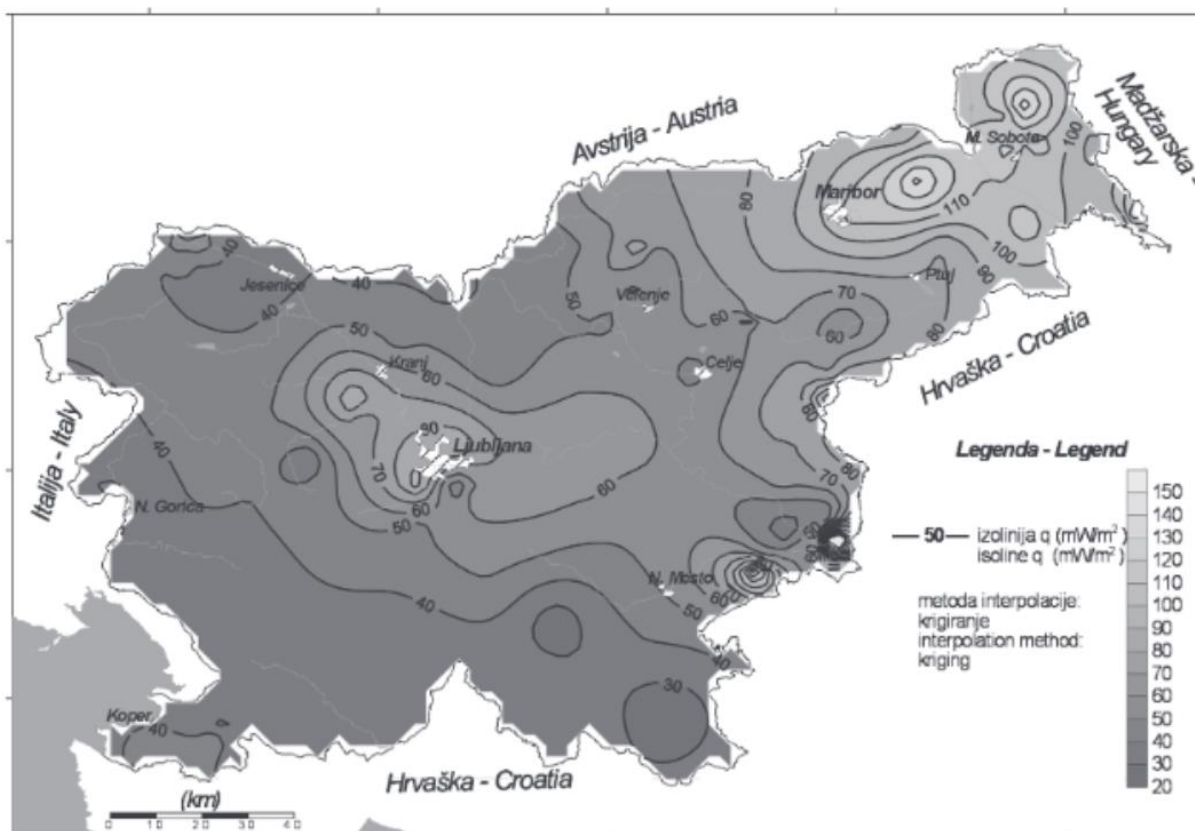
V večini primerov se energija iz plina in fosilnih goriv pridobiva neposredno z gorenjem v izgorevalni komori, katera potem ogreva tok zraka ki prehaja ob komori. Te naprave imenujemo termogeni (slika 5). Plinski in oljni gorilci pa so lahko nameščeni na klasičnih kurilnih napravah in ti potem ogrevajo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



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

Geotermalna energija

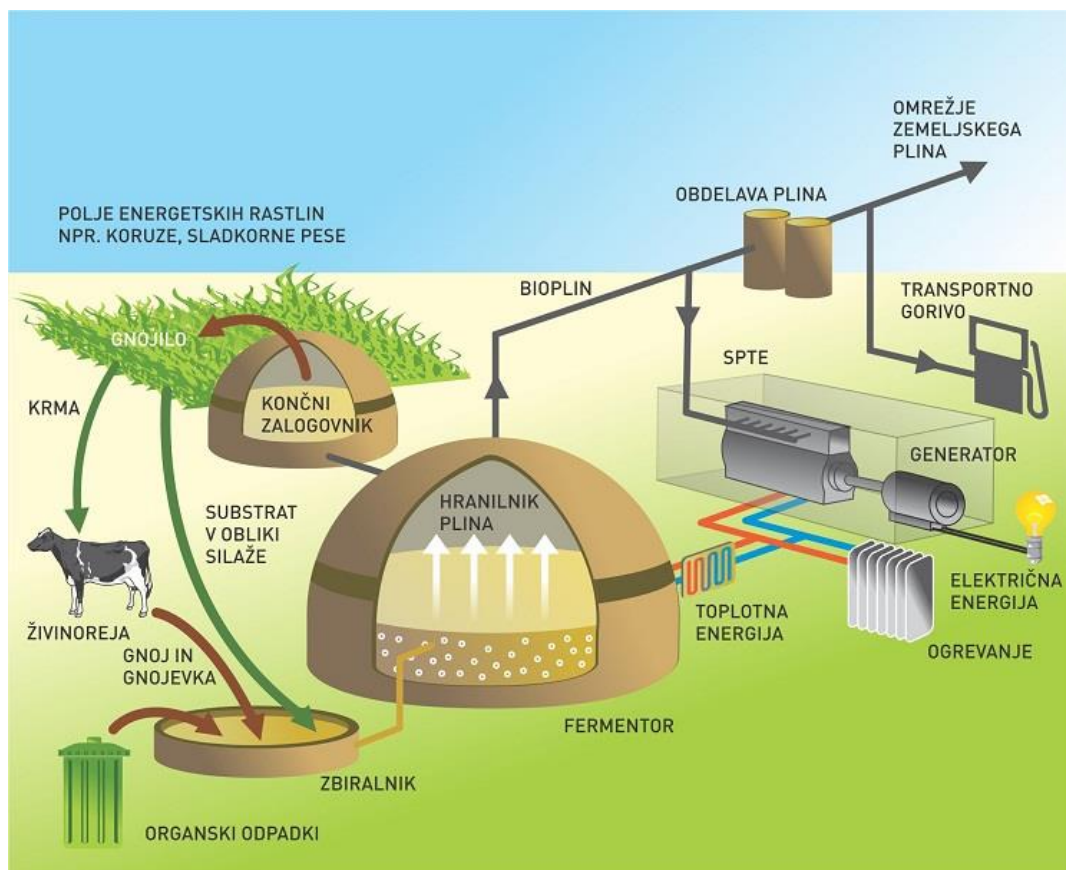
Ta se uporablja lahko na področjih, ki so bogata z geotermalno energijo. Stroški takšnega sistema so precejšnji, saj potrebujemo vrtino z geotermalno vodo. V Sloveniji je takšno področje le v Prekmurju.



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/>)

Energija iz proizvodnje bioplinarn

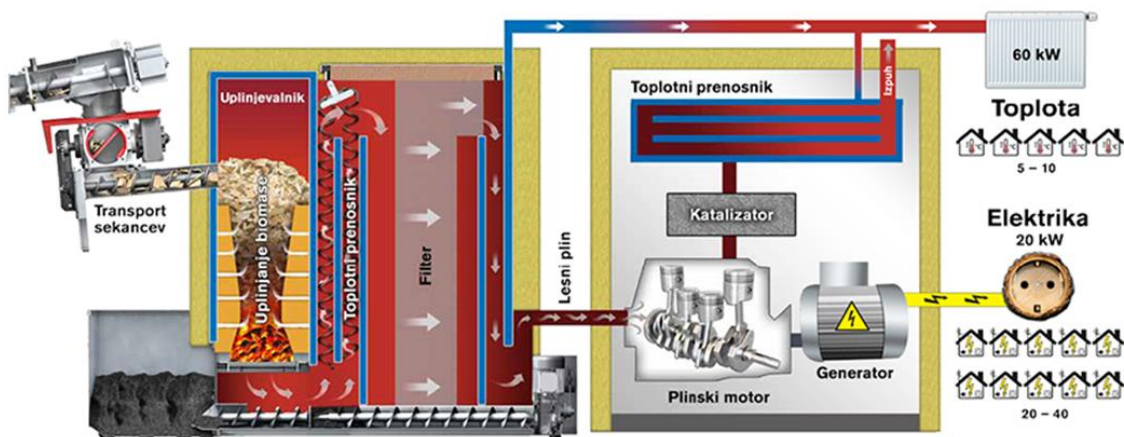
Toplota pri proizvodnji bioplina nastaja kot stranski produkt in se lahko v poletnem času s pridom izkorišča za sušenje sena. Odpadne toplote je lahko več kot 50 %, odvisno od sistema in njegove tehnološke dovršenosti.



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

Energija pri proizvodnji elektrike iz lesnega plina

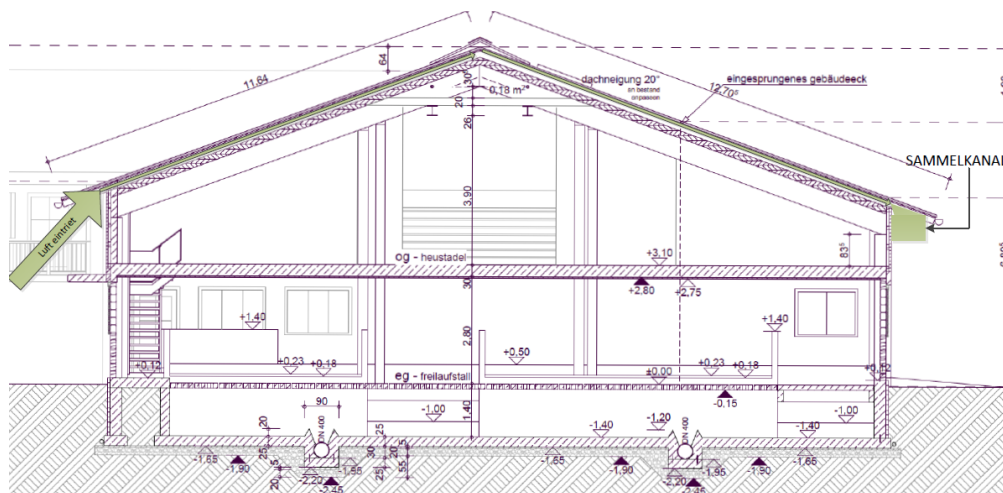
V zadnjem času se pojavlja vedno več kogeneracij s proizvodnjo elektrike iz lesnega plina. Enako kot pri bioplinarnah je toplota stranski proizvod, ki se lahko uporabi za sušenje sena. Investicija v bioplinarno ali v elektrarno na lesni plin je velika. Iz 0,9 kg suhega lesa pridobimo 1 kWh elektrike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



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

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.

Orientacija strehe	Nagib/naklon strehe				
Stopnja naklona	10°	20°	30°	40°	50°
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

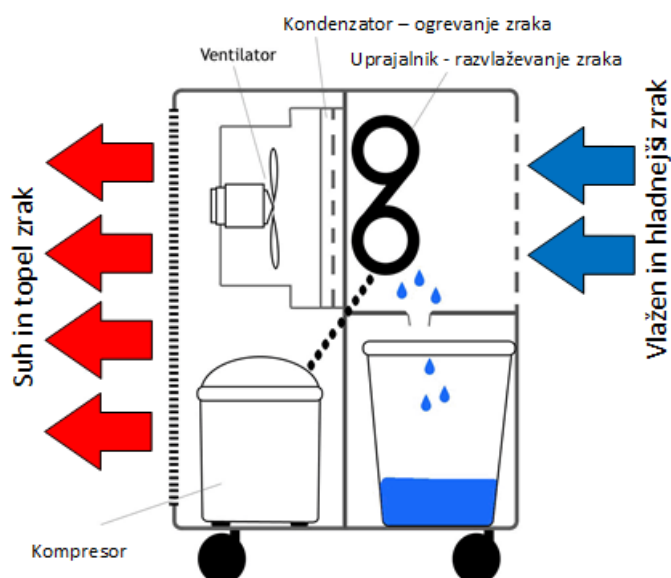
Najboljši izkoristek ima pločevinasta kritina. Sicer podatki za prozorno streho kažejo boljši izkoristek, vendar se moramo zavedati, da prozorna streha z leto izgubi prozornost in se s tem tudi zmanjša izkoristek. Izkoristek tako lahko pade pod izkoristek betonske kritine. V tabeli so prikazani posamezni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

Preglednica 5: Izkoristki sončne energije pri različnih vrstah kritine.

Vrsta kritine	Izkoristek [%]
Prozorna streha	58
Pločevina	52
Eternit plošče	42
Opečnati strešniki	37

Toplotna črpalka

Toplotna črpalka upravlja dvojno funkcijo. Zrak razvlažuje in segreva. Zrak, ki v procesu sušenja prihaja iz sušilnega boks 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 sušечеga sena.



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

Ogled dobre prakse v Nemčiji in Švici

Obiskali smo kmetijo Petra Obermüller-ja na Bavarskem in kmetijo Erwina Niederbergerja v Švici. Kmetija Petra Obermüller-ja redi v povprečju 18 krav molznic in ima kondenzacijsko sušilno napravo. Velikost boks je 62 m². 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.

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 kvalitete krme
- Merjenje mase pripeljane krme na sušilno napravo

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

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

Ves čas sušenja smo beležili porabljeno 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

Izvedba preizkusa

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 hitrejša in učinkovitejša 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 $0,13 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} \text{ m}^{-2}$.

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.

Tehnologija sušenja	Sodobnost naprave	Kmetija	Povprečna vlažnost (v %)	Zaporedna košnja	Poraba kWh na kg sušine	Količina za sušenje [kg sušine]
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 1,63 kWh/kg SS – porabljena toplota	1766

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 m².

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

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 m².

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
Poraba električne energije	
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
Poraba električne energije	
Ventilator (kWh)	100
Toplotna črpalka (kWh)	374
Poraba skupaj (kWh)	474
Poraba (kWh na kg sušine)	0,157
Čas sušenja na sušilni napravi (h)	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
Poraba električne energije	
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

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 m².

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
Poraba električne energije	
Ventilator (kWh)	150
Toplotna črpalka (kWh)	2876
Poraba skupaj (kWh)	1,628
Poraba (kWh na kg sušine)	0,085

Ugotovitve 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 m²) 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.

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.

Tehnologija	Kmetija	Vlažnost (v %)	Poraba kWh/kgSS	Količina sušenje [kg SS]
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

Kmetija: Janko Verbič

Kmetija leži na Vrhniku 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	prevetrovanje na hladen zrak
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
Poraba električne energije	
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

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
Poraba električne energije	
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
Poraba električne energije	
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

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	toplotna + sončna
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
Poraba električne energije	
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
Poraba električne energije	
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
Poraba električne energije	
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
Poraba električne energije	
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

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 m².

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
Vnos	32120
Izmerjena vlažnost vzorca	46,0
Vnešena SS	17344
Vlažnost po sušenju	10,0
Izločena voda	13042
Poraba električne energije	
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 ³)	16,5
Poraba toplote na kg SS (kWh)	0,666
Poraba toplote na kg SS (kWh)	0,733

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.

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 pravilu. V praksi to pomeni pravilu naslednji dan po košnji. Težava pri sušenju s sončno streho pa je možna odsotnost sonca – torej daljše deževno obdobje, ki nastopi po pravilu 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 pravila)

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.

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 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

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:

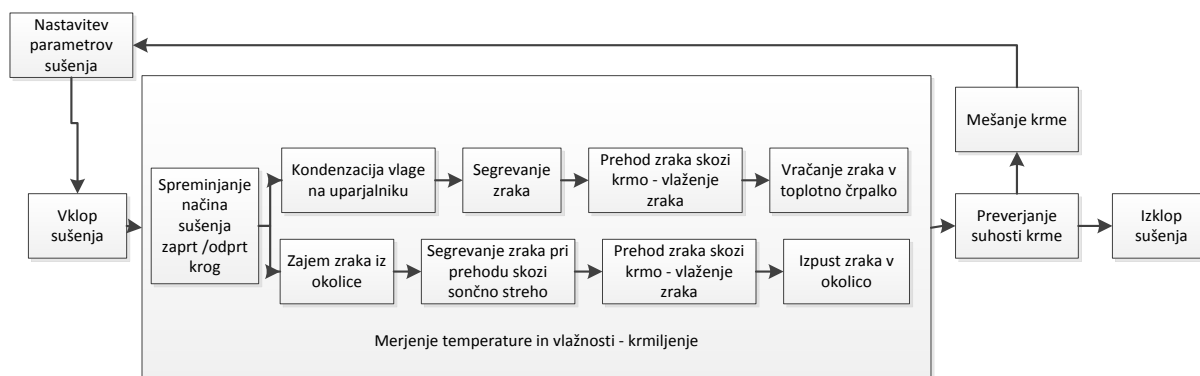
- Ventilator s frekvenčnim pretvornikom in nadzorom pretoka zraka za varčno obratovanje (Ventilator mora delovati v območju med $0,08 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}^2$ in $0,11 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}^2$ površine boksa. Premagovati mora tlak do 1500 Pa. Pri višjih višinah boksov do 2200 Pa)
- Opcijsko manj zmogljiv sistem za dogrevanje zraka oziroma kondenzacijsko sušenje (Priporoča se moč peči v velikosti $0,6 \text{ kW}/\text{m}^2$ površine boksa. Izvedba s toplotno črpalko se priporoča minimalno 1,2 kW električne moči na 10 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

Tehnološka rešitev seno-silaža

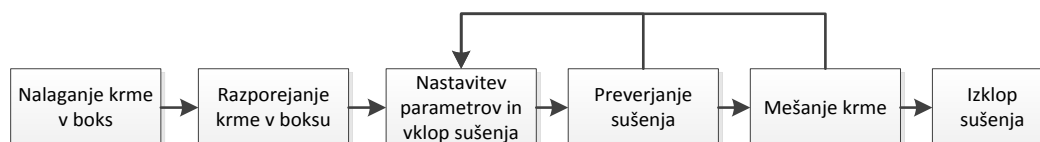
Sistem sušenja, kjer imajo na kmetiji kombinacijo seno – silaža je lahko manj zmogljiv, saj v večini primerov prvo in zadnjo košnjo silirajo vmesne pa sušijo. Stabilnost vremena v poletnih mesecih je mnogo večja kot jeseni ali spomladi. Prav tako ni daljših deževnih obdobj, ki bi onemogočala sušenje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

- Ventilator s frekvenčnim pretvornikom in nadzorom pretoka zraka za varčno obratovanje (Ventilator mora delovati v območju med $0,08 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}^2$ 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)
- 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

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.

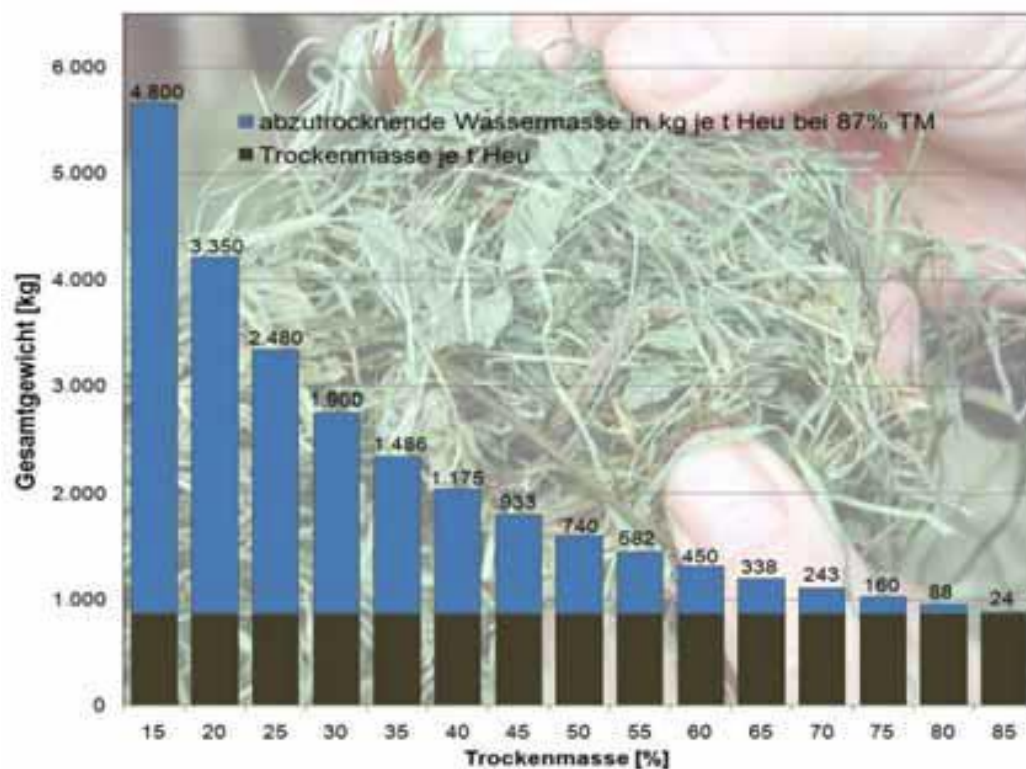
Tehnološka navodila za sušenje

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 H₂O na 1000 kg sena. Pri 80% vsebnosti vode bi morale izhlapeti 3350 kg H₂O na 1000 kg sena. Pri 75% vsebnosti vode bi morale izhlapeti 2480 kg H₂O 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) H₂O 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 latanja 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.

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 m² 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!

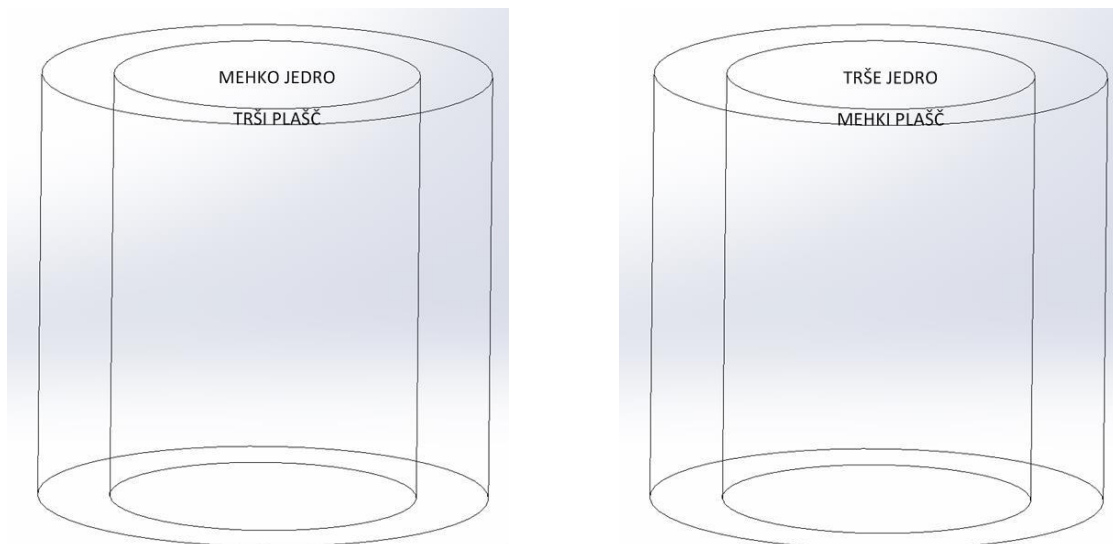
Temeljne informacije(sušenje valjastih bal):

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:

- Zgrabeč 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 trdim 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 prepihanje bale s trdim jedrom je večji za približno 35 % (1600 Pa) od potrebnega statičnega tlaka za prepihanje 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 nastavitve pravilnega razmerja med trdoto jedra in plašča. Pri balirkih 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 nastavitve 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 spravilu »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.

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 odvaža. 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.

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.

Delovni sklop 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).

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.

Metodologija

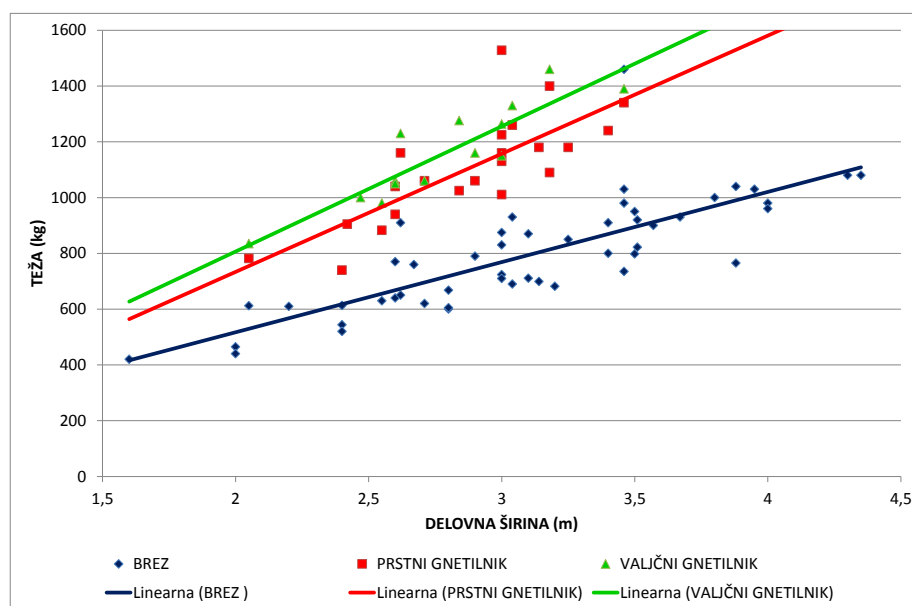
Raziskave za ugotavljanje porabe energije pri spravilu sena v delovnem sklopu 3 so potekale na osnovi modelnih izračunov s podatki iz domačih in tujih znanstveno strokovnih baz podatkov ter z merjenjem porabe energije na vzorčnih kmetijah. Pri mehaniziranih opravilih smo ugotavljali porabo energije pri 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.

Rezultati merjenja porabe goriva pri različnih delovnih operacijah pri spravilu sena

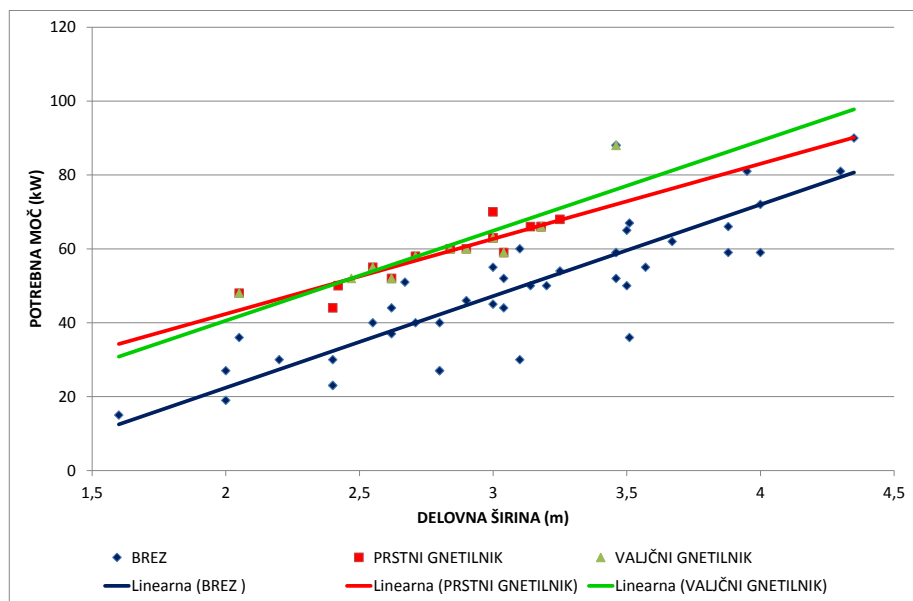
Pri košnji je pomembna storilnost kosilnice, ki pa je odvisna od delovne širine kosilnice in vozne hitrosti. V zadnjih letih je trend naraščanja obeh dejavnikov. Teža kosilnice je v veliki meri odvisna od delovne širine kosilnice. Bobenske kosilnice so zaradi svoje konstrukcije težje od diskastih in 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.

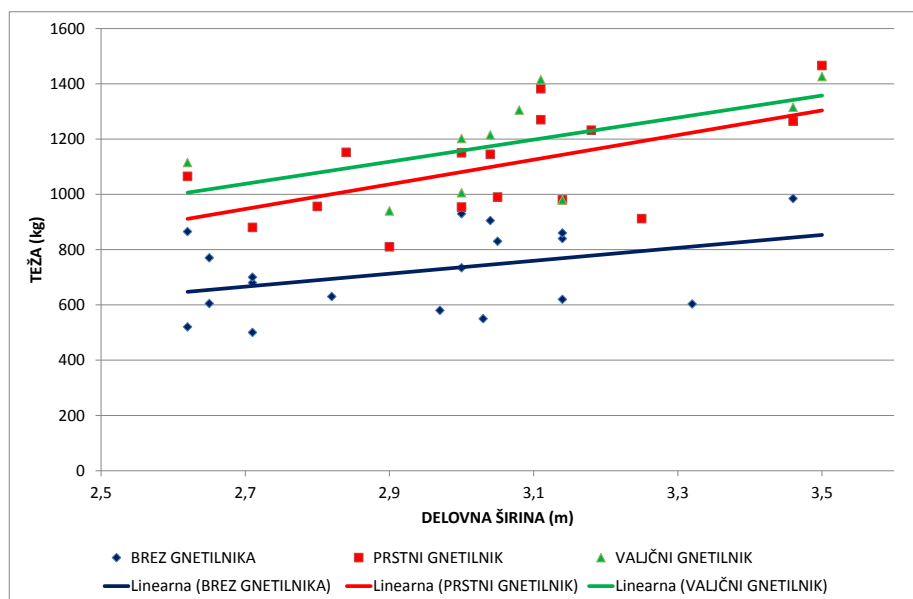
Na grafikonih od 4 do 8 je prikazana teža čelnih in zadnjih kosilnic brez in z dvema vrstama gnetilnikov ter potrebna moč za njihov pogon glede na delovno širino



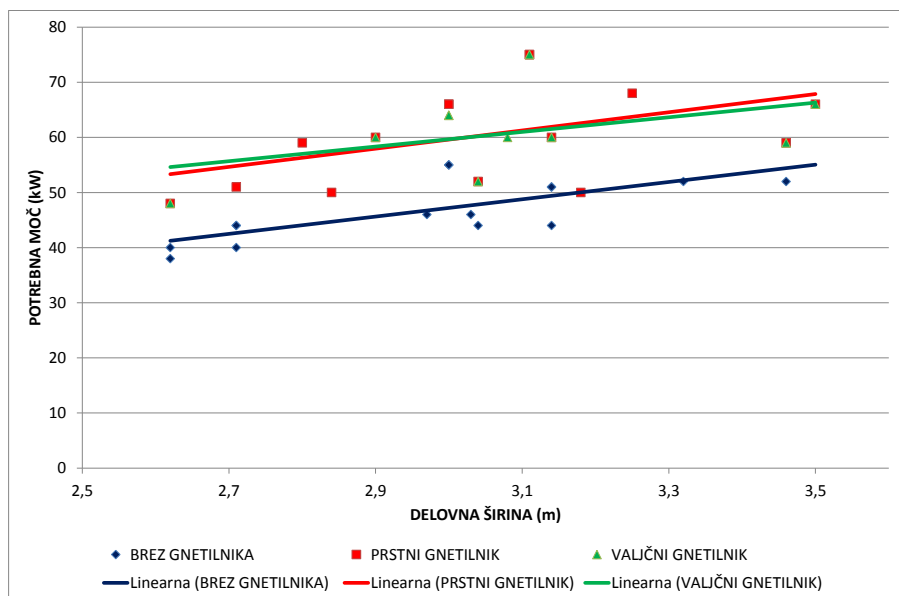
Grafikon 4: Masa zadnjih nošenih diskastih kosilnic brez in z dvema vrstama gnetilnikov glede na delovno širino. Prikazana je teža 86 kosilnic, nekatere vrednosti se prekrivajo. Prikazan je tudi trend naraščanja.



Grafikon 5: Podatki proizvajalcev glede potrebne moči za pogon zadnjih 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.).

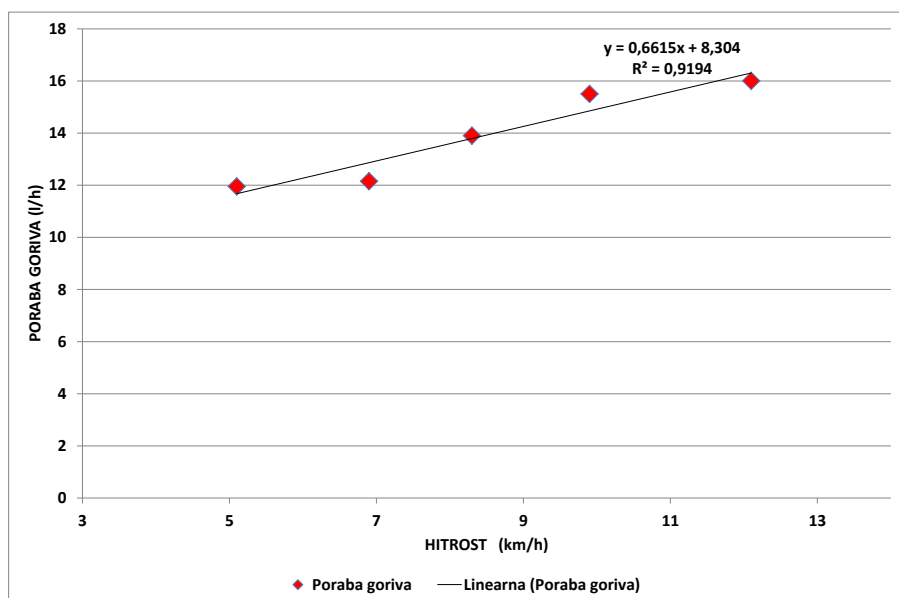


Grafikon 6: Masa čelnih kosilnic brez in s prstnim ali valjčnim gnetilnikom glede na delovno širino kosilnice.



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

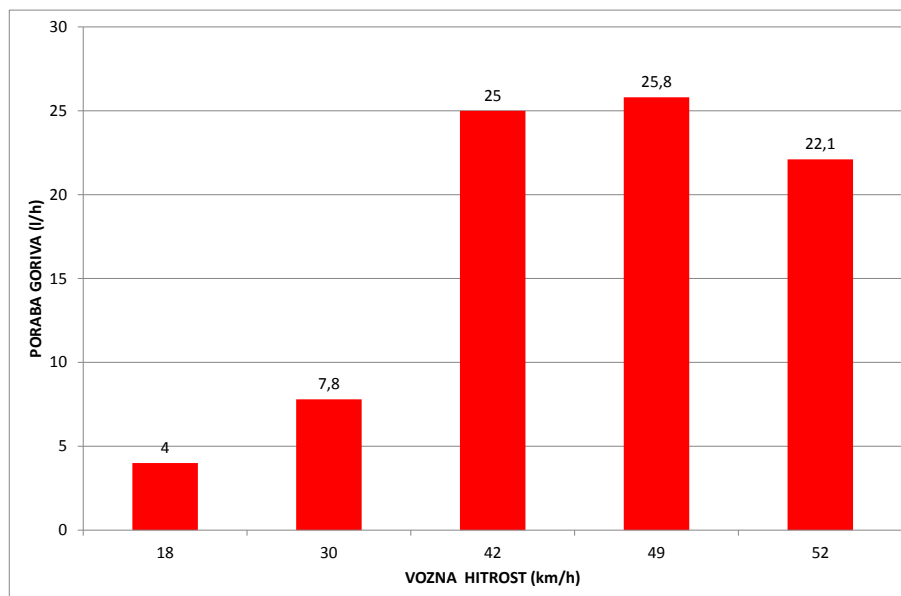
Na porabo goriva pri košnji vpliva tudi hitrost košnje. Na grafu 5 je prikaz urne porabe goriva pri košnji trave na lokaciji Jablje z 81 kW traktorjem in s kosilnico Krone EasyCut 32 CV pri različnih delovnih hitrostih. Iz izmerjenih rezultatov porabe goriva je določena linearna regresija, ki ima korelacijski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

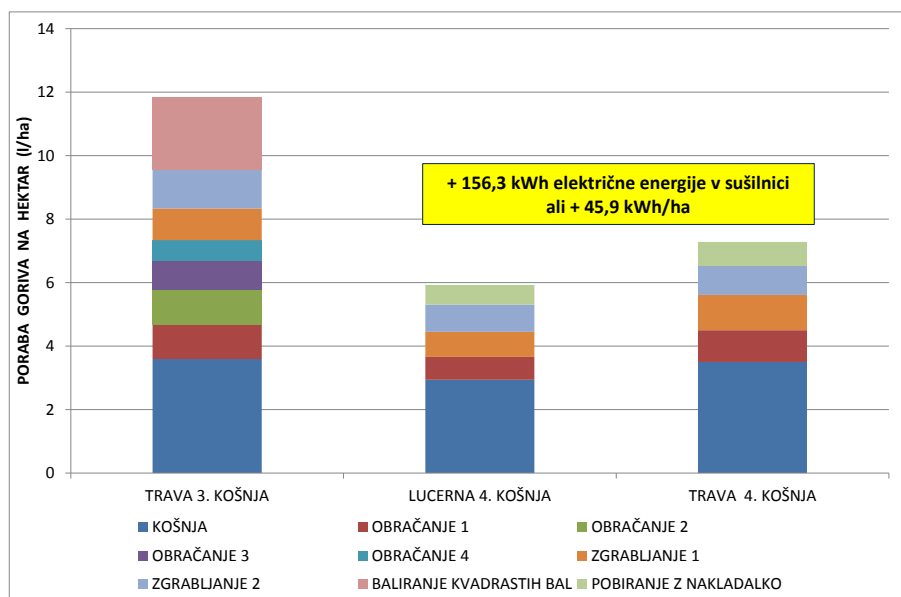
transportne hitrosti. Danes imamo že traktorje, ki imajo ob maksimalni vozni hitrosti tudi t.i. »ekonomični modus«, ki omogoča maksimalno vozno hitrost pri manjši porabi goriva. Če traktorji te možnosti nimajo, je zelo enostavna rešitev, da voznik nekoliko zmanjša vozno hitrost in s tem zmanjša porabo 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 voznih hitrostih.

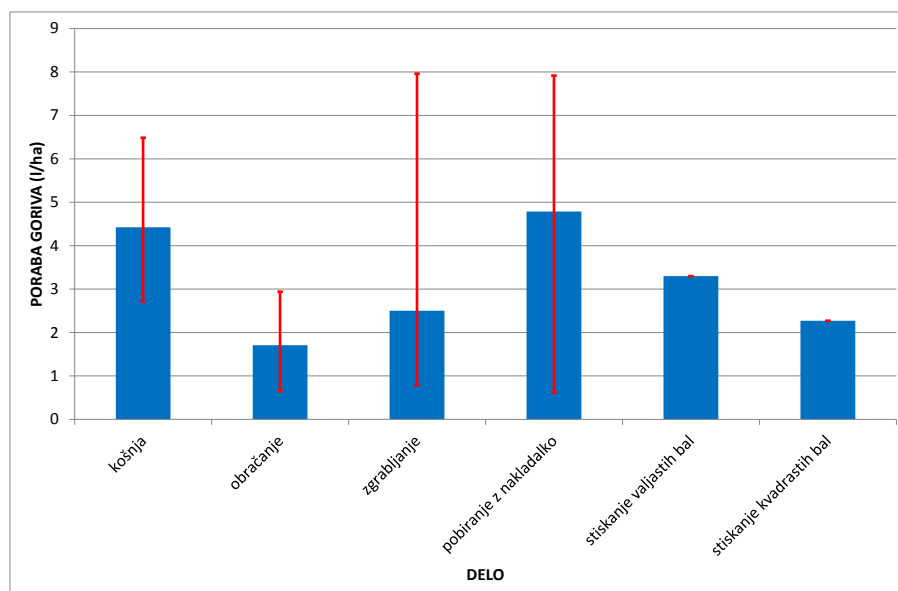
Porabo goriva pri spravilu krme lahko izrazimo tudi s porabo goriva na hektar površine (l/ha). Na grafikonu 10 je prikazana poraba goriva pri spravilu krme tretje in četrte košnje trave ter četrte košnje lucerne. Prvi poskus smo izvedli na trajnem nižinskem travinju ob tretji košnji v obdobju (od 17.07. 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 četrti 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 porabljenjo za pogon ventilatorja pri sušilnici. V grafikonu 10 je poraba goriva prikazana brez transporta strojev do parcel. Podatki so podani za efektivno 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.

Energetska analiza spravila sena

Pregled literature

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 jasn: 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_{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 ($E_{\text{indirektna}}$) 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 fitofarmacevtskih 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 energetske 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 spravilu 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 spravilu sena, kot so: gnetenje trave, obračanja in zgrabljanja sena, zelo majhna poraba goriva pa za transport senenih bal in sena (Morissette in Savoie, 2014).

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 spravilo 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, porabljenega 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 košnjo, 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 m³, 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

Delovna operacija	Povprečna poraba energije (MJ/ha)
Košnja (rotacijska – disk kosilnica)	182
Obračanje in raztros (rotacijski obračalnik – trosilnik)	453
Zgrabljanje v zgrabke (rotacijski zgrabljajnik)	567
Pobiranje in transport sena z nakladalno prikolico	202
Skupaj	1130

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

Delovna operacija	Povprečna poraba energije (MJ/ha)
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.

Delovna operacija	Povprečna poraba energije (MJ/ha)
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.

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

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.

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 prevladovale 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. (travniki s prevladujočimi travami) in ob 11.30 (travniki 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.

Poskus 2

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).

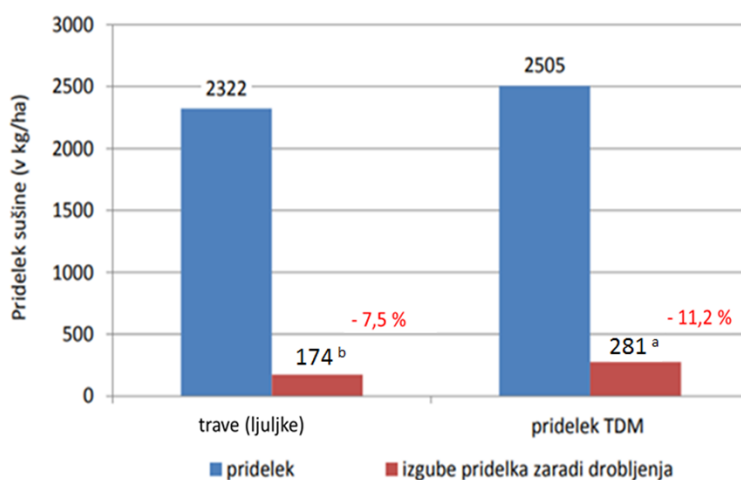
Vremenske razmere so bile pri obeh poskusih ugodne za sušenje (brez padavin). Meritve izgub smo v obeh poskusih izvedli po koncu obračanja in zgrabljanja, v zgrabkih in izven zgrabkov. Vzorčili smo na več mestih po principu švicarske metode s sesalcem (Staubsauger methode). Premerili smo dolžino in širino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

Vzorčenje za določevanje izgub

Vzorke smo odvzeli na desetih različnih mestih neposredno po koncu obračanja in zgrabljanja. Velikost vzorčne površine je bila 1 m². 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 stehali 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.

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 prevladovalе trave 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).



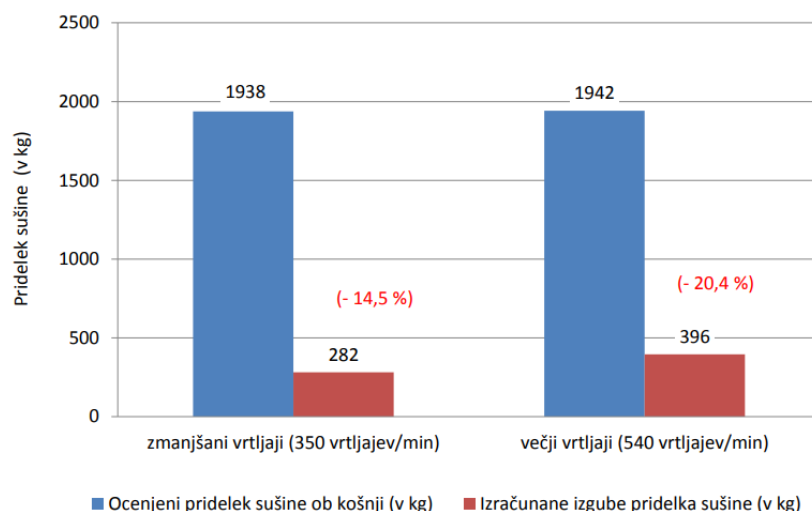
Grafikon 12: Izgube pridelka sušine (kg sušine/ha) po spravilu delno uvele TDM oziroma trav v poskusu 1. Povprečja označena z različnima malima črkama (a, b) se med seboj statistično razlikujejo (LSD; $p < 0,05$).

Na površini, kjer so prevladovalе trave 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.

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).

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 kvadrataste 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 topel 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 kvadraste bale (Claas Quadrant 3200RC) (Slika a). Spravilo sena s balirko za valjaste bale (Claas Rollant 255) (Slika b). Zbiranje zdrobljene 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 tople strehe (Slika e). Ločevanje rastlinskih delcev in anorganskih primesi v zbranih vzorcih (Slika f).

Podrobni opis izvedbe poskusov

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 sejanem travniku. Na prvi površini (3,84 ha) imenovani Pašnik. Površina je bila občasno dosejavana s travno mešanico, v ruši so zato prevladovala 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.

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.

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.

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 spravilom delno uvele krme (Poskus 3 = 831 g /kg, Poskus 4 = 697 g/kg) skupne izgube niso bile večje od 11 %.

Preglednica 25: Izgube pri različnih načinih sušenja in spravila mrve

		Vrsta travnika/ posevka	Datum košnje	Kmetija	Način spravila	Vrtljaji priključne gredi pri delu s traktorskimi priključki	Število delovnih prehodov s stroji za spravilo	Velikost površine	Pridelek (v kg na hektar)	Izgube pridelka v %
Poskus 1	sušenju na tleh vpliv različnih vrtljajev priključne gredi	Trajni/sejani travnik	18.6.2018 (3. košnja)	Infrastrukturni center Jablje / osrednja Slovenija	Valjaste bale	Večji vrtljaji priključne gredi 540 vrtljajev/min Zmanjšani vrtljaji priključne gredi 400 vrtljajev/min	košnja raztros 2 x obračanje zgrabljanje raztros zgrabkov, zgrabljanje baliranje	3,84	1878	13,5 pri večjih vrtljajih 10,4 % pri manjših vrtljajih
Poskus 2	sušenje na tleh	Trajni nižinski travnik	17.7.2018 3. košnja	Zore / osrednja Slovenija	Balirka velike za kvadraste bale	850/500 360 360, 340 360 340 360 980	košnja raztros 2 x obračanje zgrabljanje raztros zgrabkov zgrabljanje spravilo	3 ha	1833	6,7
Poskus 3	Sušenje na tleh in prevetrovanje s toplim zrakom izpod strehe	Trajni nižinski travnik	8.8.2018 4. košnja	Zore / osrednja Slovenija	Z nakladalko	860/500 380 340 360 340	košnja raztros, zgrabljanje, obračanje zgrabkov, spravilo	1,50	996	10,2
Poskus 4	sušenju na tleh in prevetrovanje s toplim zrakom izpod strehe	Lucerna	8.8.2018 4. košnja	Zore / osrednja Slovenija	Z nakladalko	820/470 320 320 300 320	košnja raztros, zgrabljanje, obračanje zgrabkov, 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.

Delovni sklop 4: DINAMIKA SUŠENJA GOSPODARSKO POMEMBNIH TRAV S TRAJNEGA TRAVINJA.

Cilj v sklopu 4 je bil pojasnitev razlik v dinamiki sušenja na tleh gospodarsko pomembnih trav s trajnega travinja.

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.

1.1 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 najboljše 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 presnavljanja mikroorganizmi namreč razgrajujejo in porabljajo organsko snov sušičih 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.

2 MATERIAL IN METODE DELA

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 ljuljka, 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 m² (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 grudičaste 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_2O_5 in 180 kg K_2O (osnovno gnojenje

+ tri dognojevanja). Črno deteljo smo v osnovnem gnojenju gnojili le s fosforjem in kalijem (PK gnojilo) tako, da smo dodali 120 kg P₂O₅ in 180 kg K₂O 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 ⁻¹)
ML	mnogocetna ljuljka (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) cv. 'Melquatro'	100	50
TB	travniška bilnica (<i>Festuca pratensis</i> L.) cv. 'Arita'	100	50
PT	pasja trava (<i>Dactylis glomerata</i> L.) cv. 'Trepasno'	100	25
ČD	Črna detelja (<i>Trifolium pretense</i> L.) cv. 'Rozeta'	100	25

2.2 Izvedba in meritve v poskusu

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

Rastlinska vrsta	Razvojna faza	Datum in ura košnje	Datum in ura spravila
Pasja trava Travniška bilnica	razraščanje	17. 5. 2017 ob 13.00	19. 5. 2017 ob 16.00
	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

Terminalska 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: Terminalska razporeditev košenj in spravila mrve v letu 2018.

Rastlinska vrsta	Razvojna faza	Datum in ura košnje	Datum in ura spravila
Pasja trava Mnogocvetna ljuljka Travniška bilnica	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
	polno latenje/začetek 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 % 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 stekali vzorce sušeče se mase rastlin s 6 m² 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).

2.3 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.

Datum	Temperatura (°C)	Padavine (mm)	Relativna vlaga (%)
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).

2.4 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.

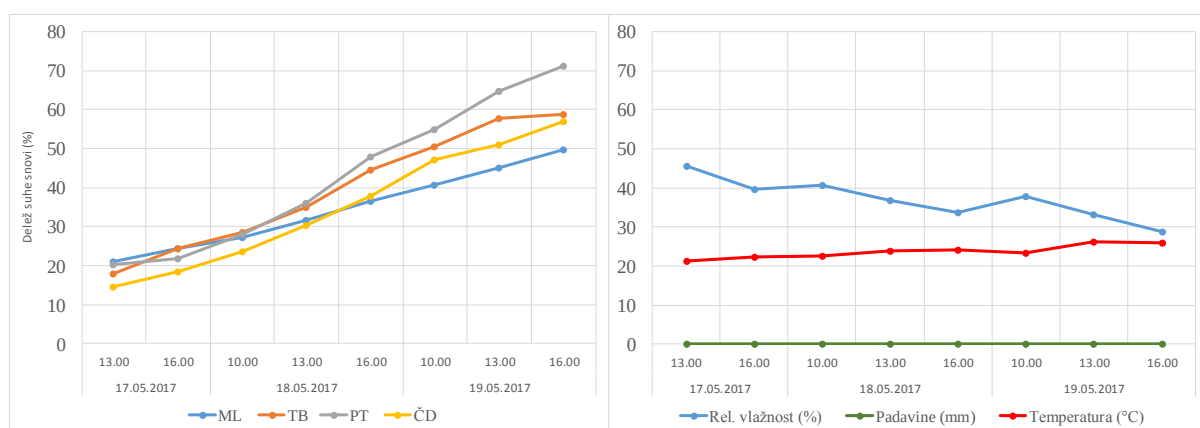
3 REZULTATI POSKUSOV

3.1 Dinamika sušenja rastlin v letu 2017

3.1.1 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 temperature 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.

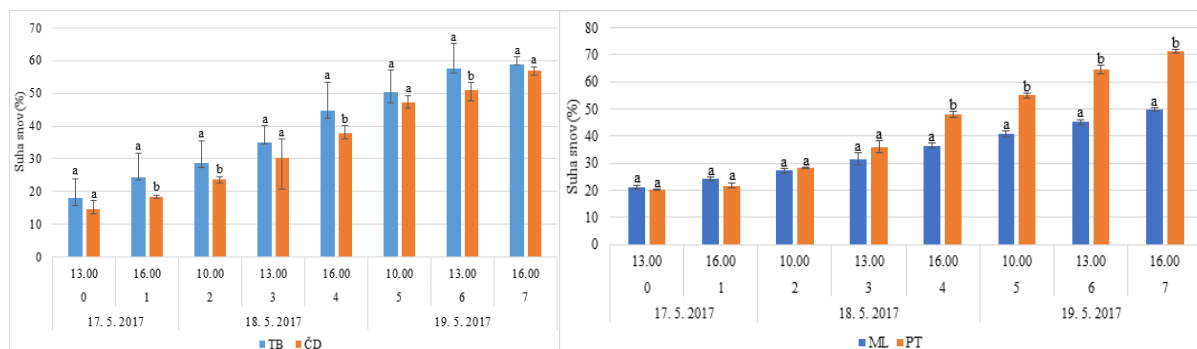
Rastline so konec tretjega dne po košnji (19. 5 2017) že dosegle v povprečju med 50 % (mnogocvetna ljuljka) in 71 % (pasja trava) suhe snovi (SS; grafikon 14), kar pa še ne zadostuje za skladiščenje.



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).

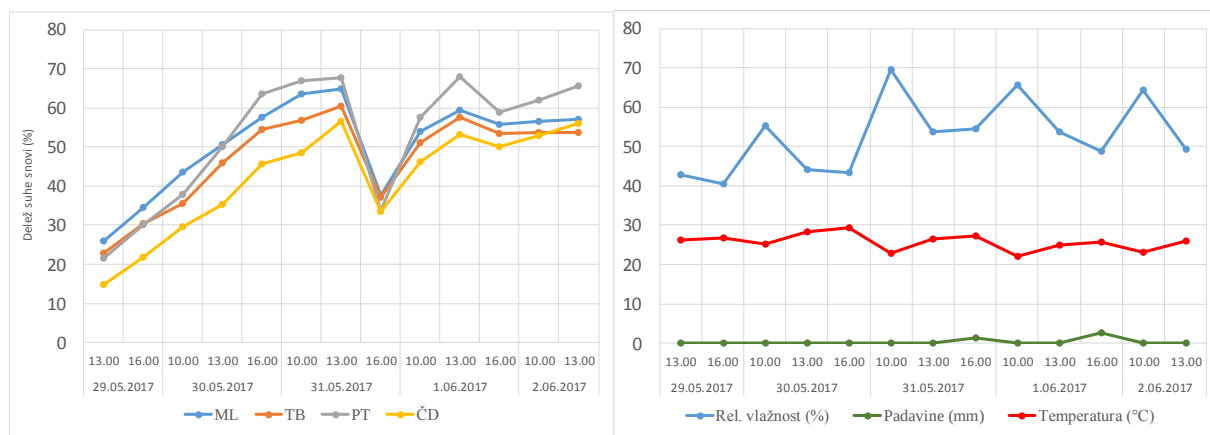
Grafikon 15: Spreminjanje vsebnosti suhe snovi (SS v %) med sušenjem travniške bilnice in črne detelje ter mnogocvetne ljuljke in pasje trave po košnji 17. 5. 2017.

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 latanja. 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 dinamiki sušenja 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.

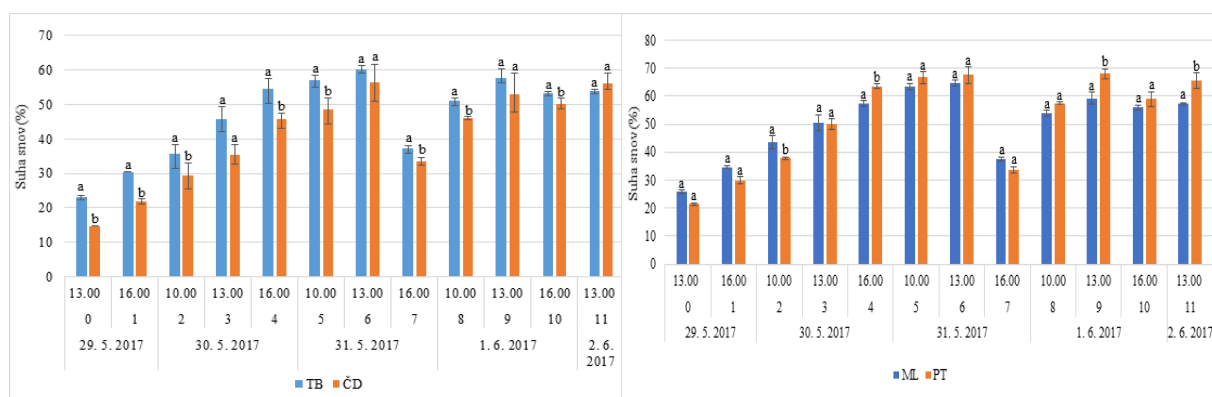
Tudi v tem terminu smo hitrost sušenja oz. delež suhe snovi smo v krmi ugotavljali vsake tri ure po košnji, do ugotovljene končne sušine (grafikon 16). V tem terminu sta bili travniška bilnica in pasja trava v fazi začetka latenja, mnogocvetna ljuljka v fazi začetka cvetenja in črna detelja v fazi brstenja. Košnjo smo prav tako izvedli ob 13. uri, ko je bila relativna zračna vlaga približno 40 % in temperature 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 %).

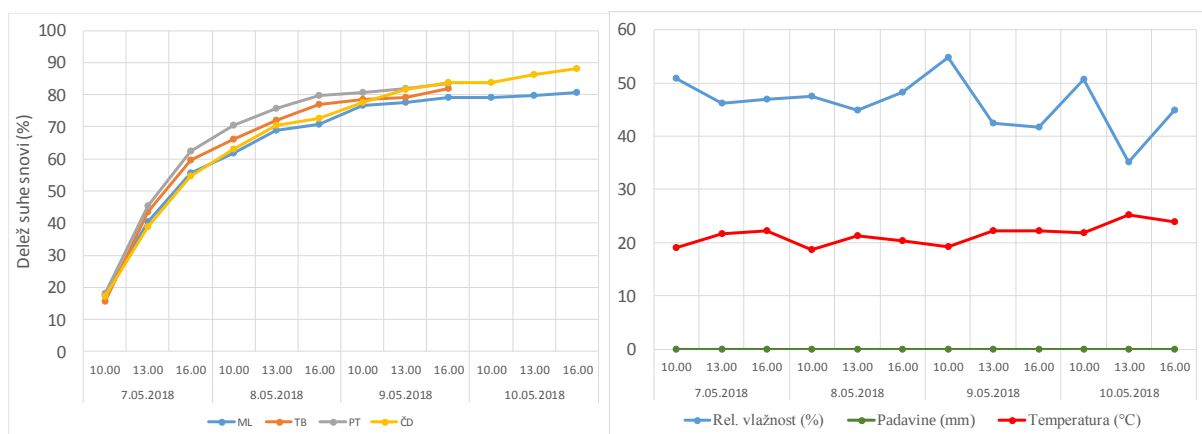
Tretji dan izvajanja poskusa (31. 5. 2017) so sušečo krmo zmočile padavine (1,4 mm), ki so se v obliki ploh pojavljale še v naslednjih dneh (skupna količina tretji in četrti dan je znašala 4 mm). Posledično smo krmo sušili dlje kot običajno. Da bi preprečili preveliko izgubo hranilnih snovi, smo sušenje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

3.2 Dinamika sušenja rastlin v letu 2018

3.2.1 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).



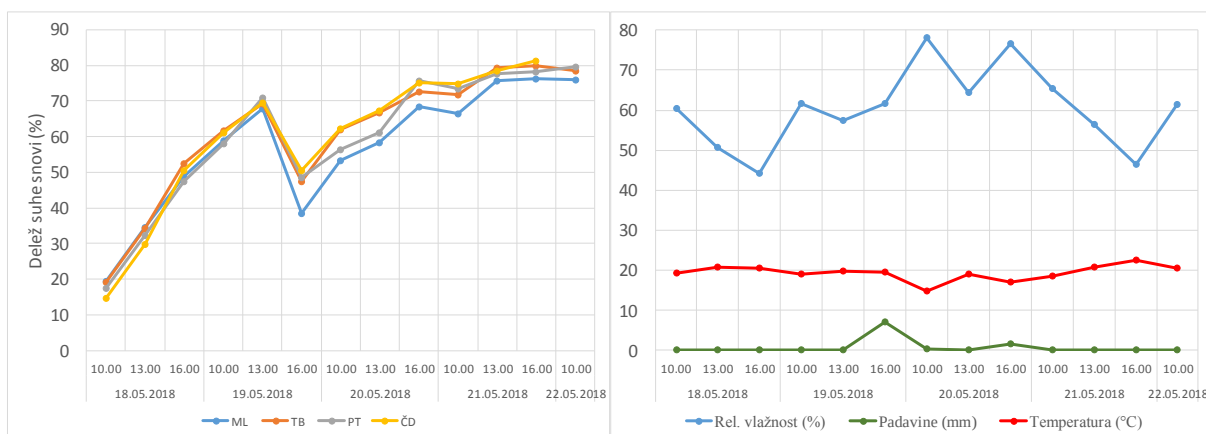
Legenda: ML – mnogocvetna ljuljka, TB – travniška bilnica, PT – pasja trava, ČD – črna detelja

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

3.2.2 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.

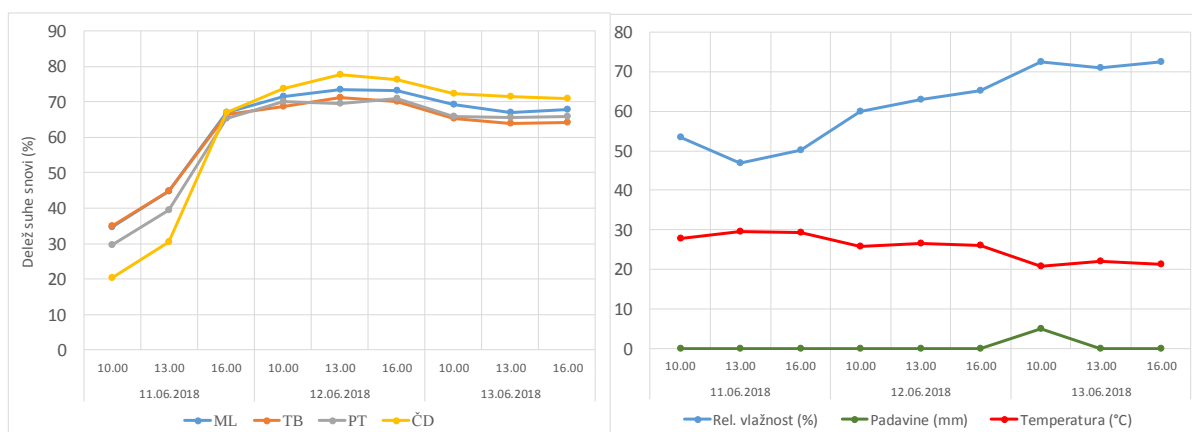


Legenda: ML – mnogocvetna ljuljka, TB – travniška bilnica, PT – pasja trava, ČD – črna detelja

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

3.2.3 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.

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.

Delovni sklop 5 KAKOVOST IN HRANILNA VREDNOST NA RAZLIČNE NAČINE PRIDELANEGA SENA

Cilj sklopa 5 je bil ovrednotiti vpliv skladiščenja na kakovost in hranilno vrednost na različne načine pridelanega sena. 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 neoporečnost sena. Hranilno vrednost smo ocenjevali s pomočjo metode NIRS, higiensko neoporečnost na podlagi ugotavljanja prisotnosti plesni v vzorcih.

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.

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 pripravili iz krme sušene z različnim številom vrtljajev, so bile skladiščene od spravila konec julija do marca (8 mesecev).

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).

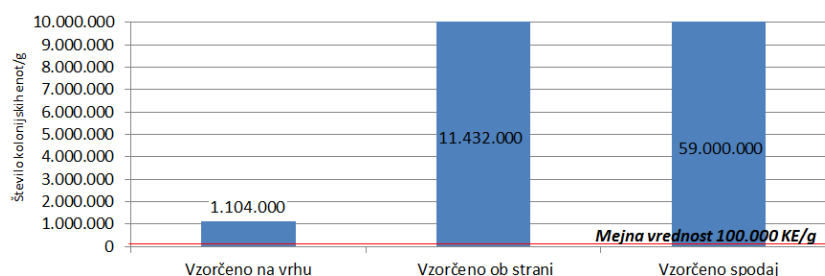
Preglednica 32: Hranilna vrednost na različne načine skladiščene mrve.

	SS	SB (v g/kg SS)	SVI (v g/kg SS)	SP (v g/kg SS)	NEL (v MJ NEL/kg SS)
Valjaste bale s senika (manjši vrtljaji)	859	121	306	93	4,73
Valjaste bale s senika (večji vrtljaji)	862	123	324	85	4,86
Valjaste bale s senika	876	102	314	82	4,33
Lucernino seno v valjastih balah s senika	868	165	272	92	4,99
Bale pokrite s paro prepustno ponjavo	882	74	371	78	3,70
Bale sena na prostem – vzorčeno zgoraj	866	84	329	83	4,11
Bale sena na prostem vzorčeno s starani	830	81	342	88	3,88
Bale sena na prostem vzorčeno spodaj	725	94	336	117	3,54

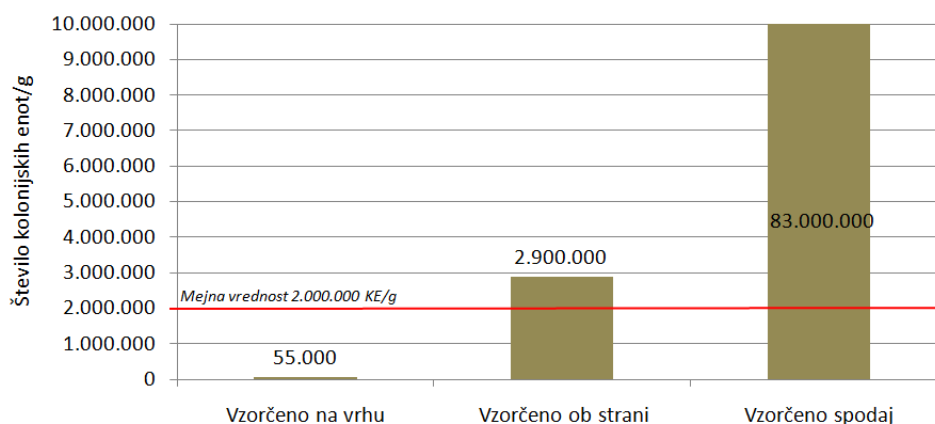
Mikrobiološki rezultati

Krma naj bi vsebovala manj kot 100.000 kolonij saprofitskih plesni (povezanih s kvarjenjem). Od obravnavnih 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/neprierna 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.

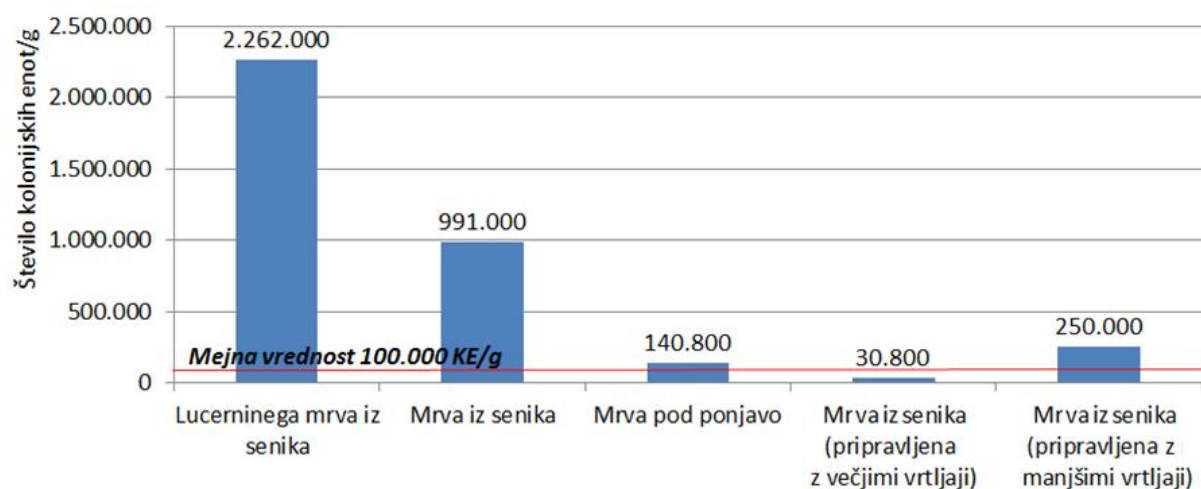


Grafikon 21: Plesni povezane s kvarjenjem pri valjastih balah skladiščenih na prostem brez ponjave.

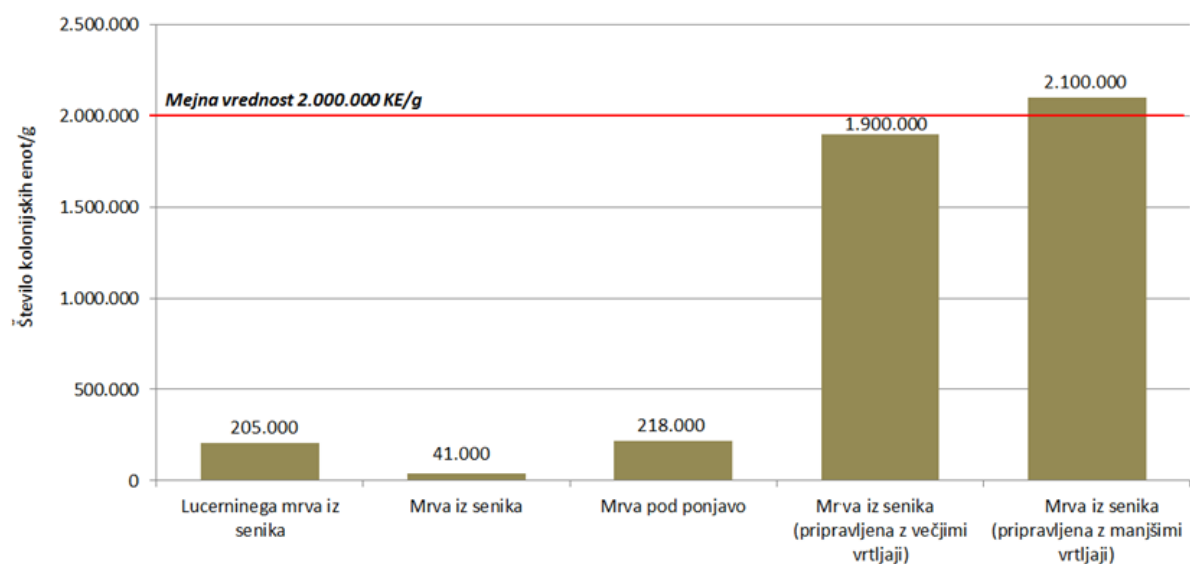


Grafikon 22: Bakterije povezane s kvarjenjem sena med skladiščenjem valjastih bal na prostem brez ponjave.

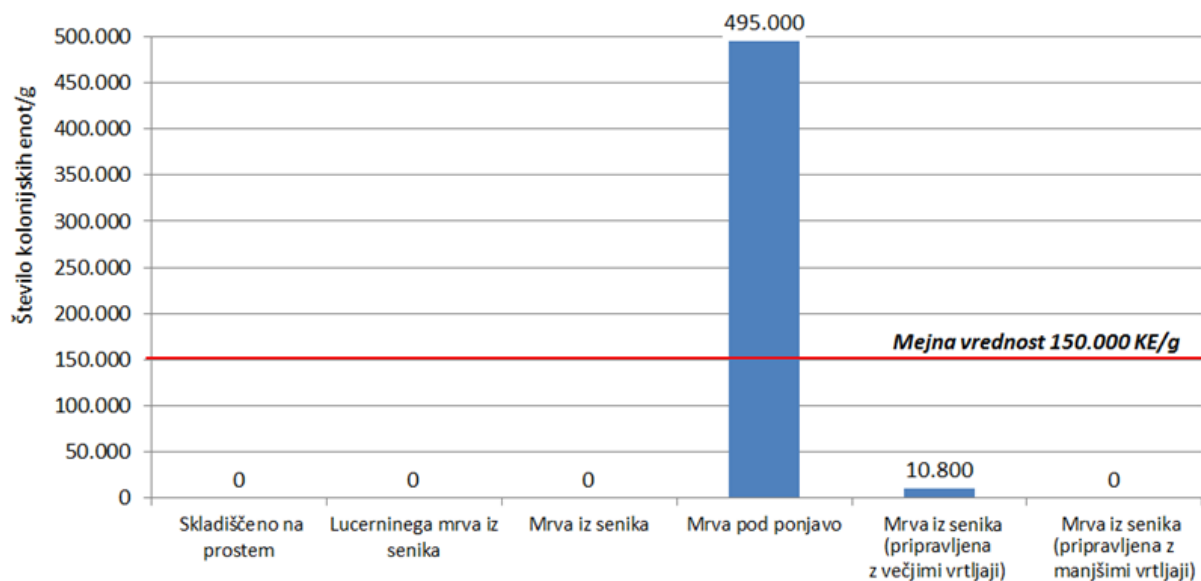
Tudi pri skladiščenju valjastih bal pod streho so se razvile plesni povezane s kvarjenjem nad priporočeno vrednostjo z izjemo enega vzorca (Grafikon 23). Plesni so se v največji meri razvile pri lucernini in travniški mrvi iz senika, kar povezujemo s pravilom mrve ob neustrezni vsebnosti sušine. Pri 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 spravičkom 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.

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.

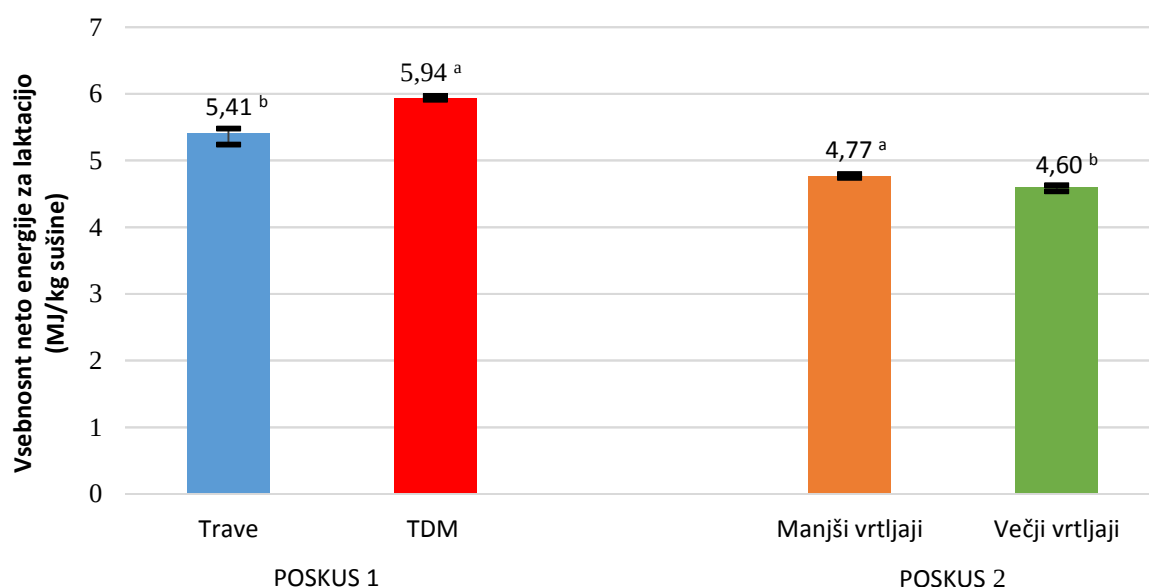
Grobi monitoring, opravljen v sklopu tega projekta kaže, da pod paro-propustno ponjavo prihaja do povečanja števila kvasovk, kar bi lahko vplivalo na energijsko vrednost krme. Predvidevamo da so v primeru, da ponjava ni paro-prepustna, negativni vplivi na kakovost krme še večji.

VPLIV SESTAVE RUŠE IN ŠTEVILA VRTLJAJEV PRIKLJUČNE GREDI TRAKTORJA PRI DELU S STROJI NA HRANILNO VREDNOST KRME

Vpliv sestave ruše in števila vrtljajev priključne gredi traktorja na hranilno vrednost mrve smo preučevali v dveh poskusih. Vpliv sestave ruše smo preučevali na kmetiji Rantaša v

Bolehnečicah, vpliv števila vrtljajev pa na kmetiji Lukač v Murskih Črncih. Gre za poskusa, pri katerih smo ugotavljali mehanske izgube med spravilom sena in sta podrobneje opisana v poglavju Iskanje optimalnih tehnoloških rešitev za sušenje sena na tleh (delovni sklop 3).

Rezultati poskusov so pokazali statistično značilne razlike v hranilni vrednosti krme glede na sestavo travne ruše. Prav tako so se potrdile statistično značilne razlike med nižjim in višjim številom vrtljajev traktorske priključne gredi pri sušenju krme na tleh. Energijska vrednost krme je bila na površini, kjer so prevladovala metuljnice (TDM), statistično večja v primerjavi s površino, kjer so prevladovala trave. Zbrani vzorci mrve iz TDM so v povprečju vsebovali 5,94 MJ NEL/kg sušine, vzorci mrve iz trav pa 5,41 MJ NEL/kg sušine. V poskusu, kjer smo uporabili različno število vrtljajev priključne gredi traktorja, je seno, pripravljeno z manjšim številom vrtljajev v povprečju vsebovalo 4,77 MJ NEL/kg sušine, pri večjem številu vrtljajev pa 4,60 MJ/kg sušine.



Grafikon 25: Vsebnost NEL glede na sestavo travne ruše in število vrtljajev priključne gredi traktorja. Povprečja označena z različnima malima črkama (a , b) se med seboj statistično značilno razlikujejo ($p < 0,05$).

Kljub temu, da razlike v izgubi pridelka pri različnem številu vrtljajev niso bile statistično značilne (rezultati delovnega sklopa 3) sklepamo, da je smiselno paziti na število vrtljajev priključne gredi traktorja oziroma posledičnega števila vrtljajev gredi priključenih delovnih strojev za spravilo sena, saj je bila hranilna vrednost krme, ki je bila obračana z nižjim številom vrtljajev priključne gredi traktorja, statistično značilno boljša od krme ki je bila obračana z višjim številom vrtljajev priključne gredi traktorja. Na podlagi absolutnih razlik v neto energijski vrednosti krme sklepamo, da bi lahko energijsko vrednost krme v veliko večji meri izboljšali z ukrepi za izboljšanje sestave travne ruše, kakor pa z ukrepom omejitve števila vrtljajev priključne gredi traktorja pri obračanju in zgrabljanju krme.

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

Material in metode dela

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 zgodnih 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 obratovalle 34 ur (podatki za 14 primerjav).

Določitve sestave in neto energijske vrednosti vzorcev

Vzorke 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).

Rezultati

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 precejšnje (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 (145—360)	647 (447—834)	30 (21—47)	14,8 (7,9—22,2)	11,2 (9,2—13,5)
Prva košnja	8	232 (157—340)	618 (516—798)	33 (30—47)	22,6 (11,0—14,8)	9,2 (9,2—9,2)
Druga in naslednje košnje	17	244 (145—360)	660 (447—834)	29 (21—46)	15,8 (7,9—22,2)	12,2 (9,8—13,5)
Sušenje v neugodnih vremenskih razmerah						
Prva košnja	0	/	/	/	/	/
Druga in naslednje košnje	6	191 (170—215)	637 (431—766)	107 (50—248)	/	6,7 (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.

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

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 (89—206)	148 (87—203)	4 (-8—21)	5,63 (4,91—6,45)	5,58 (5,00—6,23)	0,05 (-0,29—0,31)
Sušenje s hladnim zrakom	3	163 (145—172)	157 (137—171)	6 (1—9)	5,89 (5,54—6,45)	5,74 (5,40—6,23)	0,15 (0,09—0,22)
Sušenje s toplim ali razvlaženim zrakom	16	150 (89—206)	147 (87—203)	3 (-8—21)	5,58 (4,91—6,13)	5,55 (5,00—6,22)	0,03 (-0,29—0,31)

* Prikazane so povprečne vrednosti in razpon (v oklepajih)

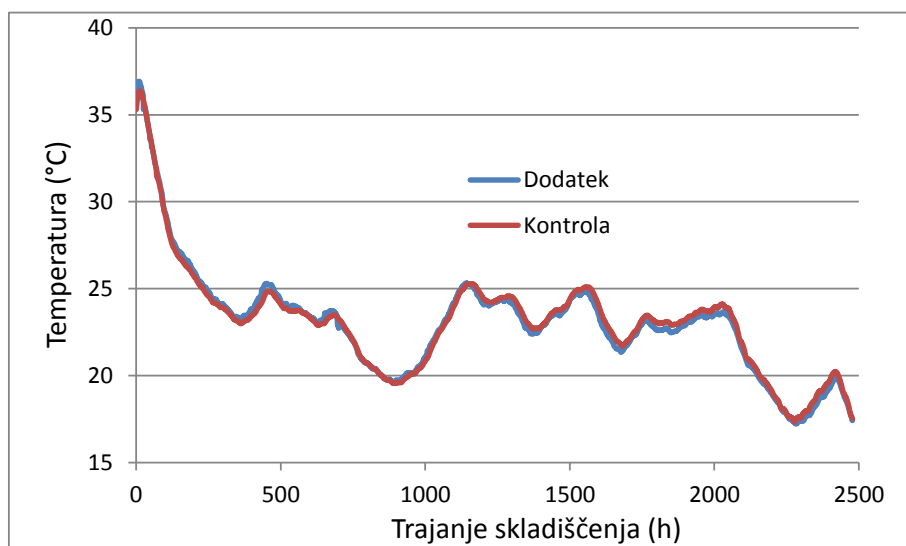
Zaključek

Ugotovili smo, da se je ob ugodnih vremenskih razmerah vsebnost NEL med sušenjem do sušine, ki je primerna za nadaljnje sušenje krme na sušilnicah (≈ 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.

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 m³. 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.

Prelednica 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 Grünfütter, Silage und Heu mit Hilfe der Sinneprüfung, 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 "Zadravčevi-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 "Zadravčevi-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 "Zadravčevi-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 silaž za prirejo mleka. V: Čeh, T. (ur.), Kapun, S. (ur.). Zbornik predavanj 23. mednarodno znanstveno posvetovanje o prehrani domačih živali "Zadravčevi-Erjavčevi dnevi", Murska Sobota, Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski Zavod Murska Sobota, 201-209.

Delovni sklop 6: EKONOMIKA RAZLIČNIH NAČINOV PRIDELAVE SENA

Cilj tega sklopa je izdelava kalkulacij stroškov za različne načine pridelave sena. Postavitve tehnoloških izhodišč za kalkulacije delovnem sklopu 6 temelji na rezultatih, ki so bili pridobljeni v predhodnih delovnih sklopih.

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 vzpostavitev 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 načinih 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.

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 m³ 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 ³):	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
Skupaj:	108.020	142.502	131,9
Nabavna vrednost EUR/m ³ :	90,0	118,8	
- investicija za ogrevanje hiše (EUR)	0	23.000	
Nabavna vrednost EUR/m³:	90,0	99,6	110,6
Strošek amortizacije (Cent/kg sena)*	3,64	4,02	110,6

* v izračunu upoštevano 90 kg sena na m³ (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 m³) pa do skoraj kubičnega metra (0,94 m³) 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

Energent	EM	Toplotna črpalka	Peč na sekance	Cena
		EM/t SS	EM/t SS	EUR/EM
Elektrika	kWh	0,1506	0,0008*	0,139
Lesni sekanci	m ³	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 prireje 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 prireje 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 prirejo mleka in mesa s senom. Tako sta med tehnološkimi parametri v modelih različna le intenzivnost prireje in struktura krmnega obroka.

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

Model*	S0	S1	S2	<u>S1</u> <u>S0</u>	<u>S2</u> <u>S0</u>
Neto pridelek sena (t/ha)	6,51	6,78	6,78		
Vrsta stroška					
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
STROŠKI SKUPAJ	1.106,9	1.284,7	1.267,6	116,1	114,5
STROŠKI GLAVNEGA PRIDELKA					
EUR/kg	0,170	0,190	0,187		
subvencije	170,5	162,0	162,2	95,0	95,2
STROŠKI ZMANJŠANI ZA					
SUBVENCije	936,4	1.122,7	1.105,4	119,9	118,0
STROŠKI ZMANJŠANI ZA SUBVENCije					
EUR/kg	0,144	0,166	0,163		

* 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)

Model*	M0	M1	<u>M1</u> <u>M0</u>
Vrsta stroška			
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
Vrsta stroška			
DOMAČ MATERIAL			
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		
KUPLJEN MATERIAL			
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
SKUPNI STROŠKI	3.142,7	3.363,3	107,0
vrednost stranskih proizvodov	559,3	559,3	100,0
STROŠKI ZA IZR.LASTNE CENE	2.583,4	2.804,0	108,5
LASTNA CENA (EUR/kg)	0,397	0,409	103,0
subvencije	201,1	201,1	100,0
STROŠKI ZMANJŠANI ZA SUBVENCije	2.275,7	2.510,9	110,3
STROŠKI ZMANJŠANI ZA SUBVENCije EUR/l	0,350	0,367	104,7

* 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 prireja 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 veča 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).

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 prostočasnimi 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 območij 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 vzpostavljajanja blagovnih znamk oziroma različnih shem, nosilec 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_izhodišča_in_specifna_pojasnila_internet_2017.pdf

**Delovni sklop 7: IZDELAVA PRIROČNIKA V ZVEZI S SUŠENJEM, SPRAVILOM
SKLADIŠČENJEM IN EKONOMIKO PRIDELAVE SENA.**

Priročnik zajema naslednje vsebine: pridelava mrve in trenutno stanje v Sloveniji, Sušenje mrve na različnih dosuševalnih napravah, ukrepi za zmanjšanje izgub pri sušenju na tleh, načini spravila in njihov vpliv na kakovost mrve med skladiščenjem, lastna cena na različne načine pridelane mrve in investicijski stroški postavitve različnih sušilnih naprav. Spletna izdaja priročnika je uporabnikom dostopna na spletnih straneh projekta [https://www.kis.si/CRP_1/Projekt_V4-1610 Tehnoloske resitve za pridelavo kakovostnega sena/](https://www.kis.si/CRP_1/Projekt_V4-1610_Tehnoloske_resitve_za_pridelavo_kakovostnega_sena/)

OBJAVE ČLANOV PROJEKTNE SKUPIN POVEZANE S TEMATIKO PROJEKTA CRP-V 41610

dr. Viktor Jejčič [00371]

Osebna bibliografija za obdobje 2016-2020

1.02 Pregledni znanstveni članek

POJE, Tomaž, JEJČIČ, Viktor, SITO, Stjepan. Manja potrošnja goriva - jedan od uvjeta za održivu poljoprivredu. *Glasnik zaštite bilja : glasilo Sekcije za biljnu zaštitu Hrvatskog agronomskog društva*, ISSN 0350-9664, 2017, god. 40, br. 4, str. 16-23, ilustr. [COBISS.SI-ID [5319528](#)]

1.04 Strokovni članek

JEJČIČ, Viktor (avtor, fotograf). Rotacijska kosilnica pred novo sezono. *Moj mali svet*, ISSN 0580-8197, 2020, letn. 52, št. 3, str. 28-29, fotogr. [COBISS.SI-ID [5987176](#)]

JEJČIČ, Viktor (avtor, fotograf). Sejalnice za vrtno travo in zelenjavni vrt. *Moj mali svet*, ISSN 0580-8197, 2020, letn. 52, št. 4, str. 26-27, fotogr. [COBISS.SI-ID [5997672](#)]

JEJČIČ, Viktor (avtor, fotograf). Kosilnice za zahtevnejše razmere. *Moj mali svet*, ISSN 0580-8197, 2020, letn. 52, št. 5, str. 24-25, fotogr. [COBISS.SI-ID [13172483](#)]

JEJČIČ, Viktor. Košnja z motornimi kosami. *Moj mali svet*, ISSN 0580-8197, sep. 2019, letn. 51, št. 9, str. 30-31, fotogr. [COBISS.SI-ID [5845352](#)]

JEJČIČ, Viktor (avtor, fotograf). Varnost pri strojni košnji na nagnjenih terenih. *Moj mali svet*, ISSN 0580-8197, maj 2018, letn. 50, št. 5, str. 32-33, fotogr. [COBISS.SI-ID [5497448](#)]

JEJČIČ, Viktor (avtor, fotograf). Nevarna košnja v nagibu. *Moj mali svet*, ISSN 0580-8197, jun. 2018, letn. 50, št. 6, str. 32-33, fotogr. [COBISS.SI-ID [5519208](#)]

JEJČIČ, Viktor (avtor, fotograf). Kose na zahtevnih terenih. *Moj mali svet*, ISSN 0580-8197, avg. 2018, letn. 50, št. 8, str. 30-31, fotogr. [COBISS.SI-ID [5551464](#)]

JEJČIČ, Viktor (avtor, fotograf). Kosilnice na daljinsko vodenje. *Moj mali svet*, ISSN 0580-8197, sep. 2018, letn. 50, št. 9, str. 30-31, fotogr. [COBISS.SI-ID [5572456](#)]

JEJČIČ, Viktor (avtor, fotograf). Priprava kosilnice za novo sezono. *Moj mali svet*, ISSN 0580-8197, jan. 2017, letn. 49, št. 1, str. 30-31, fotogr., feb. 2017, letn. 49, št. 2, str. 32-33, fotogr. [COBISS.SI-ID [5176424](#)]

JEJČIČ, Viktor (avtor, fotograf). Košnja z robotskimi kosilnicami. *Moj mali svet*, ISSN 0580-8197, apr. 2017, letn. 49, št. 4, str. 30-31, fotogr. [COBISS.SI-ID [5252968](#)]

JEJČIČ, Viktor (avtor, fotograf). Ko izbiramo kosilnico. *Moj mali svet*, ISSN 0580-8197, maj 2017, letn. 49, št. 5, str. 32-33, fotogr. [COBISS.SI-ID [5260136](#)]

JEJČIČ, Viktor (avtor, fotograf). Kosilnice na zračni blazini in košnja s traktorji. *Moj mali svet*, ISSN 0580-8197, jun. 2017, letn. 49, št. 6, str. 30-31, fotogr. [COBISS.SI-ID [5280360](#)]

JEJČIČ, Viktor (avtor, fotograf). Posebne izvedbe kosilnic. *Moj mali svet*, ISSN 0580-8197, maj 2016, letn. 48, št. 5, str. 28-29, fotogr. [COBISS.SI-ID [5017448](#)]

1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci

JEJČIČ, Viktor, POJE, Tomaž. Potrošnja energije za spremanje sijena. V: KOVAČEV, Igor (ur.), BILANDŽIJA, Nikola (ur.). *Aktualni zadaci mehanizacije poljoprivrede : Zbornik radova 47. Međunarodnog simpozija, Opatija, 5. - 7. ožujak 2019 = Actual tasks on agricultural engineering : proceedings of the 47. International Symposium Actual Tasks on Agricultural Engineering, Opatija, Croatia, 5th - 7th March 2019*, 47. Međunarodni simpozij "Actual Tasks on Agricultural Engineering", Opatija, 5. - 7. ožujak 2019, (Actual tasks on agricultural engineering (Online), ISSN 1848-4425, 47). Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zavod za mehanizaciju poljoprivrede. 2019, str. 351-358, tabele. [COBISS.SI-ID [5710184](#)], [WoS do 14. 7. 2019: št. citatov (TC): 0, čistih citatov (CI): 0]

1.18 Strokovni sestavek v slovarju, enciklopediji ali leksikonu

POJE, Tomaž, JEJČIČ, Viktor. Poraba energije v kmetijstvu. *Kazalci okolja v Sloveniji*, ISSN 1855-2978. <http://kazalci.arso.gov.si/sl/content/poraba-energije-v-kmetijstvu-0?tid=1>. [COBISS.SI-ID [5943400](#)]

3.15 Prispevek na konferenci brez natisa

JEJČIČ, Viktor. *Poraba energije pri spravilu sena : predavanje na seminarju Kakovost v Sloveniji pridelanega sena in sodobna kmetijska tehnika za njegovo spravilo III*, 14. okt. 2019, Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana. [COBISS.SI-ID [5890152](#)]

JEJČIČ, Viktor. *Pozdravni govor in predstavitev projekta : predavanje na seminarju Tehnološke rešitve za pridelavo kakovostnega sena*, 29. november 2019, Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana. [COBISS.SI-ID [5916264](#)]

JEJČIČ, Viktor, ŽNIDARŠIČ, Tomaž. *Predstavitev projekta : predavanje na seminarju Kakovost v Sloveniji pridelanega sena in sodobna kmetijska tehnika za njegovo spravilo*, Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana, 4. dec. 2018. [COBISS.SI-ID [5632360](#)]

JEJČIČ, Viktor. *Možnosti zmanjševanja porabe energije s pravilno uporabo traktorjev, kmetijskih strojev in procesne tehnike : predavanje na seminarju "Zmanjšajmo porabo goriva s traktorji"*, Jable, 9. nov. 2017. [COBISS.SI-ID [5385832](#)]

JEJČIČ, Viktor. *Sodobna traktorska tehnika in trendi v razvoju energetske učinkovitih traktorjev : predavanje na seminarju "Zmanjšajmo porabo goriva s traktorji"*, Jable, 9. nov. 2017. [COBISS.SI-ID [5385576](#)]

JEJČIČ, Viktor. *Možnosti zmanjševanja porabe energije s pravilno uporabo traktorjev : predavanje na seminarju "Zmanjšajmo porabo goriva s traktorji"*, Jable pri Mengšu, 23. november 2016. 2016. [COBISS.SI-ID [5141352](#)]

JEJČIČ, Viktor. *Sodobna traktorska tehnika in trendi v razvoju energetske učinkovitih traktorjev : predavanje na seminarju "Zmanjšajmo porabo goriva s traktorji", Jable pri Mengšu, 23. november 2016.* 2016. [COBISS.SI-ID [5141096](#)]

3.16 Vabljen predavanje na konferenci brez natisa

JEJČIČ, Viktor. *Poraba energije pri spravilu sena s sušenjem na tleh : vabljen predavanje za skupščino Društva kmetijske tehnike Slovenije, 22. 3. 2019, Šempeter v Savinjski dolini.* [COBISS.SI-ID [5733480](#)]

mag. Tomaž Poje [11087]

Osebna bibliografija za obdobje 2016-2020

1.02 Pregledni znanstveni članek

POJE, Tomaž, JEJČIČ, Viktor, SITO, Stjepan. Manja potrošnja goriva - jedan od uvjeta za održivu poljoprivredu. *Glasnik zaštite bilja : glasilo Sekcije za biljnu zaštitu Hrvatskog agronomskog društva*, ISSN 0350-9664, 2017, god. 40, br. 4, str. 16-23, ilustr. [COBISS.SI-ID [5319528](#)]

1.04 Strokovni članek

POJE, Tomaž. Samonakladalne prikolice. *Kmetovalec : glasilo c. kr. Kmetijske družbe vojvodstva kranjskega*, ISSN 1318-4245, maj 2020, letn. 88, št. 5, str. 17-21 (Priloga Travištvo), ilustr. [COBISS.SI-ID [13928707](#)]

POJE, Tomaž. Gospodarska vožnja s kmetijskimi vozili. *Tehnika in narava : revija za kmetijsko, gozdarsko, vrtnarsko, komunalno in gradbeno mehanizacijo*, ISSN 1408-2640, 2020, letn. 24, št. 1, str. 65-66. [COBISS.SI-ID [5996136](#)]

POJE, Tomaž. Pridelava kakovostnega sena : travništvo. *Kmečki glas*, ISSN 0350-4093, 6. feb. 2019, letn. 76, št. 6, str. 8-9, fotogr., graf. prikazi. [COBISS.SI-ID [5659496](#)]

POJE, Tomaž. Zgrabljalniki z eno vrtavko. *Kmetovalec : glasilo c. kr. Kmetijske družbe vojvodstva kranjskega*, ISSN 1318-4245, maj 2019, letn. 87, št. 5, str. 25-28 (Priloga Travištvo), fotogr., tabele, graf. prikazi. [COBISS.SI-ID [5752424](#)]

POJE, Tomaž. Zgrabljalniki z eno vrtavko. *Naše travinje : strokovna kmetijska revija*, ISSN 1854-343X, sep. 2019, letn. 13, št. 1, str. 26-29, fotogr., tabele, graf. prikazi. [COBISS.SI-ID [5865832](#)]

POJE, Tomaž. Smernice pri kosilnicah : kaj je novega in kako sodobno tehnologijo uporabljamo v praksi. *Glas dežele*, ISSN 1855-0347, apr. 2018, letn. 11, št. 4, str. 12-13, ilustr. [COBISS.SI-ID [5496680](#)]

POJE, Tomaž. Setev trav v travno rušo : travniška kombinacija APV GK 250 m 1 s prigrajeno sejalnico APV 200 m1. *Glas dežele*, ISSN 1855-0347, maj 2018, letn. 11, št. 5, str. 12, ilustr. [COBISS.SI-ID [5509992](#)]

POJE, Tomaž. Konzerviranje sena z dodatki : skrajšamo čas in zvišamo kakovost. *Glas dežele*, ISSN 1855-0347, avg. 2018, letn. 11, št. 8, str. 12-13, ilustr. [COBISS.SI-ID [5565032](#)]

POJE, Tomaž. Zgrabljalniki : kakovost spravila je odvisna od prave izbire tipa priključka. *Glas dežele*, ISSN 1855-0347, dec. 2018, letn. 11, št. 12, str. 4-5 (Priloga: Seno), ilustr. [COBISS.SI-ID [5626728](#)]

POJE, Tomaž. Za strmino in spravilo krme ustrezni stroji : varnost. *Kmečki glas*, ISSN 0350-4093, 7. mar. 2018, letn. 75, št. 10, str. 6, fotogr. [COBISS.SI-ID [5461096](#)]

POJE, Tomaž. Kako do kakovostnega sena? : travništvo. *Kmečki glas*, ISSN 0350-4093, 18. apr. 2018, letn. 75, št. 16, str. 8-9, fotogr. [COBISS.SI-ID [5492840](#)]

POJE, Tomaž. Gnetilniki na kosilnicah. *Kmetovalec : glasilo c. kr. Kmetijske družbe vojvodstva kranjskega*, ISSN 1318-4245, maj 2018, letn. 86, št. 5, str. 19-22 (Priloga Travništvo), ilustr. [COBISS.SI-ID [5502824](#)]

POJE, Tomaž. Novi zgrabljalniki s prečnim odlagalnim trakom. *Kmetovalec : glasilo c. kr. Kmetijske družbe vojvodstva kranjskega*, ISSN 1318-4245, avg. 2018, letn. 86, št. 8, str. 23-25, ilustr. [COBISS.SI-ID [5552232](#)]

POJE, Tomaž. Gnetilniki na kosilnicah. *Naše travinje : strokovna kmetijska revija*, ISSN 1854-343X, 2018, let. 12, št. 1, str. 19-22. [COBISS.SI-ID [5589608](#)]

POJE, Tomaž. Varna pritrditev tovara. *Tehnika in narava : revija za kmetijsko, gozdarsko, vrtnarsko, komunalno in gradbeno mehanizacijo*, ISSN 1408-2640, 2018, letn. 22, št. 4, str. 23-25, fotogr. [COBISS.SI-ID [5557864](#)]

POJE, Tomaž. Stroji za spravilo krme na strmini. *Kmetovalec : glasilo c. kr. Kmetijske družbe vojvodstva kranjskega*, ISSN 1318-4245, maj 2017, letn. 85, št. 5, str. 14-17 (Priloga Travništvo), ilustr. [COBISS.SI-ID [5261416](#)]

POJE, Tomaž. Stroji za spravilo krme na strmini. *Naše travinje : strokovna kmetijska revija*, ISSN 1854-343X, avg. 2017, letn. 11, št. 1, str. 14-17, ilustr. [COBISS.SI-ID [5327464](#)]

POJE, Tomaž. Z obračalnikom do kakovostnega sena : praktična navodila za pripravo sena. *Kmečki glas*, ISSN 0350-4093, 2. nov. 2016, letn. 73, št. 44, str. 6. [COBISS.SI-ID [5113960](#)]

1.05 Poljudni članek

POJE, Tomaž. O kakovosti in spravilu : seminar o pridelavi sena. *Kmečki glas*, ISSN 0350-4093, 9. okt. 2019, letn. 76, št. 41, str. 7, ilustr. [COBISS.SI-ID [5888872](#)]

POJE, Tomaž. Seminar o pridelavi sena : Kmetijski inštitut Slovenije. *Kmečki glas*, ISSN 0350-4093, 28. nov. 2018, letn. 75, št. 48, str. 30, fotogr. [COBISS.SI-ID [5611624](#)]

POJE, Tomaž (avtor, fotograf). Za košnjo v bregu : Obrati. *Slovenske novice*, ISSN 0354-1088. [Tiskana izd.], 5. jul. 2017, leto 27, št. 180, str. 26, fotogr. [COBISS.SI-ID [5309288](#)]

1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci

JEJČIČ, Viktor, POJE, Tomaž. Potrošnja energije za spremanje sijena. V: KOVAČEV, Igor (ur.), BILANDŽIJA, Nikola (ur.). *Aktualni zadaci mehanizacije poljoprivrede : Zbornik radova 47. Međunarodnog simpozija, Opatija, 5. - 7. ožujak 2019 = Actual tasks on agricultural engineering : proceedings of the 47. International Symposium Actual Tasks on Agricultural Engineering, Opatija, Croatia, 5th - 7th March 2019*, 47. Međunarodni simpozij "Actual Tasks on Agricultural Engineering", Opatija, 5. - 7. ožujak 2019, (Actual tasks on agricultural engineering (Online), ISSN 1848-4425, 47). Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zavod za mehanizaciju poljoprivrede. 2019, str. 351-358, tabele. [COBISS.SI-ID [5710184](#)], [WoS do 14. 7. 2019: št. citatov (TC): 0, čistih citatov (CI): 0]

VERBIČ, Jože, ŽNIDARŠIČ, Tomaž, BENEDIČIČ, Janez, LUKAČ, Branko, VERBIČ, Janko, POJE, Tomaž. Spremembe vsebnosti surovih beljakovin in neto energije za laktacijo med pripravo sena = Changes in concentrations of crude protein and net energy for lactation during the haymaking process. V: ČEH, Tatjana (ur.), KAPUN, Stanko (ur.). *Zbornik predavanj = Proceedings of the 28th International Scientific Symposium on Nutrition of Farm Animals [being] Zadravec-Erjavec Days 2019, 7th and 8th November 2019*. Murska Sobota: Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod. 2019, str. 223-228. [COBISS.SI-ID [5921384](#)]

1.12 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci

VERBIČ, Jože, ŽNIDARŠIČ, Tomaž, BENEDIČIČ, Janez, LUKAČ, Branko, VERBIČ, Janko, POJE, Tomaž. Spremembe vsebnosti surovih beljakovin in neto energije za laktacijo med pripravo sena = Changes in concentrations of crude protein and net energy for lactation during the haymaking process. V: ČEH, Tatjana (ur.), KAPUN, Stanko (ur.). *Zbornik izvlečkov predavanj = Abstracts of the proceedings of the 28th International Scientific Symposium on Nutrition of Farm Animals [being] Zadravec-Erjavec Days 2019, 7th and 8th November 2019*. Murska Sobota: Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod. 2019, str. 42. [COBISS.SI-ID [5921640](#)]

1.18 Strokovni sestavek v slovarju, enciklopediji ali leksikonu

POJE, Tomaž, JEJČIČ, Viktor. Poraba energije v kmetijstvu. *Kazalci okolja v Sloveniji*, ISSN 1855-2978. <http://kazalci.arso.gov.si/sl/content/poraba-energije-v-kmetijstvu-0?tid=1>. [COBISS.SI-ID [5943400](#)]

3.11 Radijski ali TV dogodek

POJE, Tomaž (intervjuvanec). *Možnosti digitalnega kmetijstva za slovenske razmere : TV Slovenija, 1. program, oddaja Dnevnik*, 25. avg. 2019. [COBISS.SI-ID [5837928](#)]

POJE, Tomaž (intervjuvanec). *Sodobno kmetijstvo in tehnološka revolucija (digitalno kmetijstvo) : Radio Maribor, oddaja Za naše kmetovalce*, 4. 3. 2018. [COBISS.SI-ID [5457000](#)]

POJE, Tomaž (intervjuvanec). *Sodobno kmetijstvo in tehnološka revolucija (digitalno kmetijstvo) : Radio Slovenija, 1. program, oddaja Za naše kmetovalce, 4. 3. 2018.* [COBISS.SI-ID [5456744](#)]

POJE, Tomaž (intervjuvanec). *Tehnične možnosti za manjšo porabo goriva v kmetijski pridelavi : TV Slovenija, 1. program, oddaja Ljudje in zemlja, 15. jan. 2017.* [COBISS.SI-ID [5182568](#)]

POJE, Tomaž (intervjuvanec). *Izbor pravilne traktorske pnevmatike za spravilo krme na strmih terenih : TV Slovenija, 1. program, oddaja Ljudje in zemlja, 10. jul. 2016.* [COBISS.SI-ID [5057384](#)]

3.15 Prispevek na konferenci brez natisa

POJE, Tomaž. *Poraba goriva pri spravilu krme in ukrepi za zmanjšanje : predavanje na seminarju Kakovost v Sloveniji pridelanega sena in sodobna kmetijska tehnika za njegovo spravilo III, 14. okt. 2019, Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana.* [COBISS.SI-ID [5889640](#)]

VERBIČ, Jože, ŽNIDARŠIČ, Tomaž, BENEDIČIČ, Janez, LUKAČ, Branko, VERBIČ, Janko, POJE, Tomaž. *Sprememba sestave in vsebnosti neto energije za laktacijo med sušenjem krme na travniku in na sušilnicah : predavanje na seminarju Tehnološke rešitve za pridelavo kakovostnega sena, 29. november 2019, Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana.* [COBISS.SI-ID [5915752](#)]

POJE, Tomaž. *Trajnostna uporaba strojev za spravilo krme glede na porabo goriva : predavanje na seminarju Tehnološke rešitve za pridelavo kakovostnega sena, 29. november 2019, Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana.* [COBISS.SI-ID [5915240](#)]

POJE, Tomaž. *Trendi pri razvoju kosilnic : predavanje na seminarju Kakovost v Sloveniji pridelanega sena in sodobna kmetijska tehnika za njegovo spravilo, Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana, 4. dec. 2018.* [COBISS.SI-ID [5756264](#)]

POJE, Tomaž. *Trendi pri zgrabljalnikih z eno vrtavko : predavanje na seminarju Kakovost v Sloveniji pridelanega sena in sodobna kmetijska tehnika za njegovo spravilo III, 14. okt. 2019, Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana.* [COBISS.SI-ID [5889896](#)]

POJE, Tomaž. *Poraba goriva pri spravilu krme : predavanje na seminarju Kakovost v Sloveniji pridelanega sena in sodobna kmetijska tehnika za njegovo spravilo, Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana, 4. dec. 2018.* [COBISS.SI-ID [5629544](#)]

POJE, Tomaž. *Sodobna mehanizacija za spravilo sena : predavanje za Združenje za medsosedsko pomoč - strojni krožek Ljubljana- vzhod, 15. 12. 2018, Pri Lazarju nad Podgradom.* [COBISS.SI-ID [5625448](#)]

POJE, Tomaž. *Tehnične rešitve za konzerviranje sena z dodatki : predavanje na seminarju Kakovost v Sloveniji pridelanega sena in sodobna kmetijska tehnika za njegovo spravilo, Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana, 4. dec. 2018.* [COBISS.SI-ID [5631080](#)]

POJE, Tomaž. *Tehnične rešitve za varno spravilo krme na nagibu : predavanje na seminarju Kakovost v Sloveniji pridelanega sena in sodobna kmetijska tehnika za njegovo spravilo, Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana, 4. dec. 2018.* [COBISS.SI-ID [5631336](#)]

POJE, Tomaž. *Trendi pri razvoju kosilnic : predavanje na seminarju Kakovost v Sloveniji pridelanega sena in sodobna kmetijska tehnika za njegovo spravilo*, Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana, 4. dec. 2018. [COBISS.SI-ID [5631592](#)]

POJE, Tomaž. *Možnosti zmanjševanja porabe energije v kmetijski pridelavi : predavanje na seminarju "Zmanjšajmo porabo goriva s traktorji"*, Jable, 9. nov. 2017. [COBISS.SI-ID [5386088](#)]

POJE, Tomaž. *Sodobna mehanizacija za spravilo sena : predavanje na seminarju "Kakovost v Sloveniji pridelanega sena in sodobna kmetijska tehnika za njegovo spravilo"*, Jable, 14. dec. 2017. [COBISS.SI-ID [5417832](#)]

POJE, Tomaž. *Stanje na področju traktorske tehnike v Sloveniji : predavanje na seminarju "Zmanjšajmo porabo goriva s traktorji"*, Jable, 9. nov. 2017. [COBISS.SI-ID [5385320](#)]

POJE, Tomaž. *Stanje škropilnic v SLO, najpogostejše okvare na njih in zaprti sistemi za pretakanje koncentriranih FFS v škropilnico : predavanje za Združenje za medsoseseško pomoč - strojni krožek Ljubljana - vzhod*, 20. feb 2017. [COBISS.SI-ID [5204328](#)]

POJE, Tomaž. *Tehnični ukrepi za manjšo porabo goriva pri delu s traktorjem : predavanje za Združenje za medsebojno pomoč - strojni krožek Litija*, 11. 1. 2017. 2017. [COBISS.SI-ID [5190760](#)]

POJE, Tomaž. *Možnosti zmanjševanja porabe energije v kmetijski pridelavi : predavanje na seminarju "Zmanjšajmo porabo goriva s traktorji"*, Jable pri Mengšu, 23. november 2016. 2016. [COBISS.SI-ID [5140584](#)]

3.16 Vabljen predavanje na konferenci brez natisa

POJE, Tomaž. *Varno spravilo krme na nagibu : vabljen predavanje za skupščino Društva kmetijske tehnike Slovenije*, 22.3.2019, Šempeter v Savinjski dolini. [COBISS.SI-ID [5733224](#)]

1.02 Pregledni znanstveni članek

POJE, Tomaž, JEJČIČ, Viktor, SITO, Stjepan. *Manja potrošnja goriva - jedan od uvjeta za održivu poljoprivredu. Glasnik zaštite bilja : glasilo Sekcije za biljnu zaštitu Hrvatskog agronomskog društva*, ISSN 0350-9664, 2017, god. 40, br. 4, str. 16-23, ilustr. [COBISS.SI-ID [5319528](#)]

1.04 Strokovni članek

POJE, Tomaž. *Samonakladalne prikolice. Kmetovalec : glasilo c. kr. Kmetijske družbe vojvodstva kranjskega*, ISSN 1318-4245, maj 2020, letn. 88, št. 5, str. 17-21 (Priloga Travništvo), ilustr. [COBISS.SI-ID [13928707](#)]

POJE, Tomaž. *Gospodarska vožnja s kmetijskimi vozili. Tehnika in narava : revija za kmetijsko, gozdarsko, vrtnarsko, komunalno in gradbeno mehanizacijo*, ISSN 1408-2640, 2020, letn. 24, št. 1, str. 65-66. [COBISS.SI-ID [5996136](#)]

POJE, Tomaž. *Pridelava kakovostnega sena : travništvo. Kmečki glas*, ISSN 0350-4093, 6. feb. 2019, letn. 76, št. 6, str. 8-9, fotogr., graf. prikazi. [COBISS.SI-ID [5659496](#)]

POJE, Tomaž. *Zgrabljalniki z eno vrtavko. Kmetovalec : glasilo c. kr. Kmetijske družbe vojvodstva kranjskega*, ISSN 1318-4245, maj 2019, letn. 87, št. 5, str. 25-28 (Priloga Travništvo), fotogr., tabele, graf. prikazi. [COBISS.SI-ID [5752424](#)]

POJE, Tomaž. Zgrabljalniki z eno vrtavko. *Naše travinje : strokovna kmetijska revija*, ISSN 1854-343X, sep. 2019, letn. 13, št. 1, str. 26-29, fotogr., tabele, graf. prikazi. [COBISS.SI-ID [5865832](#)]

POJE, Tomaž. Smernice pri kosilnicah : kaj je novega in kako sodobno tehnologijo uporabljamo v praksi. *Glas dežele*, ISSN 1855-0347, apr. 2018, letn. 11, št. 4, str. 12-13, ilustr. [COBISS.SI-ID [5496680](#)]

POJE, Tomaž. Setev trav v travno rušo : travniška kombinacija APV GK 250 m 1 s prigrajeno sejalnico APV 200 m1. *Glas dežele*, ISSN 1855-0347, maj 2018, letn. 11, št. 5, str. 12, ilustr. [COBISS.SI-ID [5509992](#)]

POJE, Tomaž. Konzerviranje sena z dodatki : skrajšamo čas in zvišamo kakovost. *Glas dežele*, ISSN 1855-0347, avg. 2018, letn. 11, št. 8, str. 12-13, ilustr. [COBISS.SI-ID [5565032](#)]

POJE, Tomaž. Zgrabljalniki : kakovost spravila je odvisna od prave izbire tipa priključka. *Glas dežele*, ISSN 1855-0347, dec. 2018, letn. 11, št. 12, str. 4-5 (Priloga: Seno), ilustr. [COBISS.SI-ID [5626728](#)]

POJE, Tomaž. Za strmino in spravilo krme ustrezni stroji : varnost. *Kmečki glas*, ISSN 0350-4093, 7. mar. 2018, letn. 75, št. 10, str. 6, fotogr. [COBISS.SI-ID [5461096](#)]

POJE, Tomaž. Kako do kakovostnega sena? : travništvo. *Kmečki glas*, ISSN 0350-4093, 18. apr. 2018, letn. 75, št. 16, str. 8-9, fotogr. [COBISS.SI-ID [5492840](#)]

POJE, Tomaž. Gnetilniki na kosilnicah. *Kmetovalec : glasilo c. kr. Kmetijske družbe vojvodstva kranjskega*, ISSN 1318-4245, maj 2018, letn. 86, št. 5, str. 19-22 (Priloga Travništvo), ilustr. [COBISS.SI-ID [5502824](#)]

POJE, Tomaž. Novi zgrabljalniki s prečnim odlagalnim trakom. *Kmetovalec : glasilo c. kr. Kmetijske družbe vojvodstva kranjskega*, ISSN 1318-4245, avg. 2018, letn. 86, št. 8, str. 23-25, ilustr. [COBISS.SI-ID [5552232](#)]

POJE, Tomaž. Gnetilniki na kosilnicah. *Naše travinje : strokovna kmetijska revija*, ISSN 1854-343X, 2018, let. 12, št. 1, str. 19-22. [COBISS.SI-ID [5589608](#)]

POJE, Tomaž. Varna pritrditev tovora. *Tehnika in narava : revija za kmetijsko, gozdarsko, vrtnarsko, komunalno in gradbeno mehanizacijo*, ISSN 1408-2640, 2018, letn. 22, št. 4, str. 23-25, fotogr. [COBISS.SI-ID [5557864](#)]

POJE, Tomaž. Stroji za spravilo krme na strmini. *Kmetovalec : glasilo c. kr. Kmetijske družbe vojvodstva kranjskega*, ISSN 1318-4245, maj 2017, letn. 85, št. 5, str. 14-17 (Priloga Travništvo), ilustr. [COBISS.SI-ID [5261416](#)]

POJE, Tomaž. Stroji za spravilo krme na strmini. *Naše travinje : strokovna kmetijska revija*, ISSN 1854-343X, avg. 2017, letn. 11, št. 1, str. 14-17, ilustr. [COBISS.SI-ID [5327464](#)]

POJE, Tomaž. Z obračalnikom do kakovostnega sena : praktična navodila za pripravo sena. *Kmečki glas*, ISSN 0350-4093, 2. nov. 2016, letn. 73, št. 44, str. 6. [COBISS.SI-ID [5113960](#)]

1.05 Poljudni članek

POJE, Tomaž. O kakovosti in spravilu : seminar o pridelavi sena. *Kmečki glas*, ISSN 0350-4093, 9. okt. 2019, letn. 76, št. 41, str. 7, ilustr. [COBISS.SI-ID [5888872](#)]

POJE, Tomaž. Seminar o pridelavi sena : Kmetijski inštitut Slovenije. *Kmečki glas*, ISSN 0350-4093, 28. nov. 2018, letn. 75, št. 48, str. 30, fotogr. [COBISS.SI-ID [5611624](#)]

POJE, Tomaž (avtor, fotograf). Za košnjo v bregu : Obrati. *Slovenske novice*, ISSN 0354-1088. [Tiskana izd.], 5. jul. 2017, leto 27, št. 180, str. 26, fotogr. [COBISS.SI-ID [5309288](#)]

1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci

JEJČIČ, Viktor, POJE, Tomaž. Potrošnja energije za spremanje sijena. V: KOVAČEV, Igor (ur.), BILANDŽIJA, Nikola (ur.). *Aktualni zadaci mehanizacije poljoprivrede : Zbornik radova 47. Međunarodnog simpozija, Opatija, 5. - 7. ožujak 2019 = Actual tasks on agricultural engineering : proceedings of the 47. International Symposium Actual Tasks on Agricultural Engineering, Opatija, Croatia, 5th - 7th March 2019*, 47. Međunarodni simpozij "Actual Tasks on Agricultural Engineering", Opatija, 5. - 7. ožujak 2019, (Actual tasks on agricultural engineering (Online), ISSN 1848-4425, 47). Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zavod za mehanizaciju poljoprivrede. 2019, str. 351-358, tabele. [COBISS.SI-ID [5710184](#)], [WoS do 14. 7. 2019: št. citatov (TC): 0, čistih citatov (CI): 0]

VERBIČ, Jože, ŽNIDARŠIČ, Tomaž, BENEDIČIČ, Janez, LUKAČ, Branko, VERBIČ, Janko, POJE, Tomaž. Spremembe vsebnosti surovih beljakovin in neto energije za laktacijo med pripravo sena = Changes in concentrations of crude protein and net energy for lactation during the haymaking process. V: ČEH, Tatjana (ur.), KAPUN, Stanko (ur.). *Zbornik predavanj = Proceedings of the 28th International Scientific Symposium on Nutrition of Farm Animals [being] Zadravec-Erjavec Days 2019, 7th and 8th November 2019*. Murska Sobota: Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod. 2019, str. 223-228. [COBISS.SI-ID [5921384](#)]

1.12 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci

VERBIČ, Jože, ŽNIDARŠIČ, Tomaž, BENEDIČIČ, Janez, LUKAČ, Branko, VERBIČ, Janko, POJE, Tomaž. Spremembe vsebnosti surovih beljakovin in neto energije za laktacijo med pripravo sena = Changes in concentrations of crude protein and net energy for lactation during the haymaking process. V: ČEH, Tatjana (ur.), KAPUN, Stanko (ur.). *Zbornik izvlečkov predavanj = Abstracts of the proceedings of the 28th International Scientific Symposium on Nutrition of Farm Animals [being] Zadravec-Erjavec Days 2019, 7th and 8th November 2019*. Murska Sobota: Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod. 2019, str. 42. [COBISS.SI-ID [5921640](#)]

1.18 Strokovni sestavek v slovarju, enciklopediji ali leksikonu

POJE, Tomaž, JEJČIČ, Viktor. Poraba energije v kmetijstvu. *Kazalci okolja v Sloveniji*, ISSN 1855-2978. <http://kazalci.arso.gov.si/sl/content/poraba-energije-v-kmetijstvu-0?tid=1>. [COBISS.SI-ID [5943400](#)]

1.25 Drugi sestavni deli

LUKAČ, Branko, VERBIČ, Jože, VERBIČ, Janko, ŽNIDARŠIČ, Tomaž, POJE, Tomaž, PEVEC, Tatjana, STRGULEC, Mateja, SLATNAR, Jasmina, ZAVODNIK, Anton. *Tehnološka navodila za izvajanje operacij Trajno travinje I in Trajno travinje II : v okviru ukrepa Kmetijsko-okoljska-podnebna plačila iz Programa razvoja podeželja Republike Slovenije za obdobje 2014-2020*. 3. posodobitev. Ljubljana: Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, 2018. ISBN 978-961-6761-58-1. <https://www.program-podezelja.si/sl/knjiznica/220-tehnoloska-navodila-za-izvajanje-operacij-trajno-travinje-i-in-trajno-travinje-ii/file>. [COBISS.SI-ID [295342848](#)]

LUKAČ, Branko, VERBIČ, Jože, VERBIČ, Janko, ŽNIDARŠIČ, Tomaž, POJE, Tomaž, PEVEC, Tatjana, STRGULEC, Mateja, SLATNAR, Jasmina, ZAVODNIK, Anton. *Tehnološka navodila za*

izvajanje operacij *Trajno travinje I* in *Trajno travinje II* v okviru ukrepa *Kmetijsko-okoljska-podnebna plačila iz Programa razvoja podeželja Republike Slovenije za obdobje 2014-2020*. 2. posodobitev. Ljubljana: Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, 2017. ISBN 978-961-6761-45-1. <https://www.program-podezelja.si/sl/knjiznica/146-tehnoloska-navodila-za-izvajanje-operacije-trajno-travinje-i-in-trajno-travinje-ii/file>. [COBISS.SI-ID [289796608](#)]

LUKAČ, Branko, VERBIČ, Jože, VERBIČ, Janko, ŽNIDARŠIČ, Tomaž, POJE, Tomaž, PEVEC, Tatjana, STRGULEC, Mateja, SLATNAR, Jasmina, ZAVODNIK, Anton. *Tehnološka navodila za izvajanje operacije Trajno travinje I in Trajno travinje II v okviru ukrepa Kmetijsko-okoljska-podnebna plačila iz Programa razvoja podeželja Republike Slovenije za obdobje 2014-2020*. Spletna verzija. Ljubljana: Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, 2016. 66 str. ISBN 978-961-6761-40-6. <http://www.program-podezelja.si/sl/prp-2014-2020/ukrepi-in-podukrepi-prp-2014-2020/m10-kmetijsko-okoljska-podnebna-placila/trajno-travinje-i>, <http://www.program-podezelja.si/sl/prp-2014-2020/ukrepi-in-podukrepi-prp-2014-2020/m10-kmetijsko-okoljska-podnebna-placila/trajno-travinje-ii>. [COBISS.SI-ID [285789952](#)]

3.11 Radijski ali TV dogodek

POJE, Tomaž (intervjuvanec). *Možnosti digitalnega kmetijstva za slovenske razmere : TV Slovenija, 1. program, oddaja Dnevnik*, 25. avg. 2019. [COBISS.SI-ID [5837928](#)]

POJE, Tomaž (intervjuvanec). *Sodobno kmetijstvo in tehnološka revolucija (digitalno kmetijstvo) : Radio Maribor, oddaja Za naše kmetovalce*, 4. 3. 2018. [COBISS.SI-ID [5457000](#)]

POJE, Tomaž (intervjuvanec). *Sodobno kmetijstvo in tehnološka revolucija (digitalno kmetijstvo) : Radio Slovenija, 1. program, oddaja Za naše kmetovalce*, 4. 3. 2018. [COBISS.SI-ID [5456744](#)]

POJE, Tomaž (intervjuvanec). *Tehnične možnosti za manjšo porabo goriva v kmetijski pridelavi : TV Slovenija, 1. program, oddaja Ljudje in zemlja*, 15. jan. 2017. [COBISS.SI-ID [5182568](#)]

POJE, Tomaž (intervjuvanec). *Izbor pravilne traktorske pnevmatike za spravilo krme na strmih terenih : TV Slovenija, 1. program, oddaja Ljudje in zemlja*, 10. jul. 2016. [COBISS.SI-ID [5057384](#)]

3.15 Prispevek na konferenci brez natisa

POJE, Tomaž. *Poraba goriva pri spravilu krme in ukrepi za zmanjšanje : predavanje na seminarju Kakovost v Sloveniji pridelanega sena in sodobna kmetijska tehnika za njegovo spravilo III*, 14. okt. 2019, *Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana*. [COBISS.SI-ID [5889640](#)]

VERBIČ, Jože, ŽNIDARŠIČ, Tomaž, BENEDIČIČ, Janez, LUKAČ, Branko, VERBIČ, Janko, POJE, Tomaž. *Sprememba sestave in vsebnosti neto energije za laktacijo med sušenjem krme na travniku in na sušilnicah : predavanje na seminarju Tehnološke rešitve za pridelavo kakovostnega sena*, 29. november 2019, *Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana*. [COBISS.SI-ID [5915752](#)]

POJE, Tomaž. *Trajnostna uporaba strojev za spravilo krme glede na porabo goriva : predavanje na seminarju Tehnološke rešitve za pridelavo kakovostnega sena*, 29. november 2019, *Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana*. [COBISS.SI-ID [5915240](#)]

POJE, Tomaž. *Trendi pri razvoju kosilnic : predavanje na seminarju Kakovost v Sloveniji pridelanega sena in sodobna kmetijska tehnika za njegovo spravilo*, *Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana*, 4. dec. 2018. [COBISS.SI-ID [5756264](#)]

POJE, Tomaž. *Trendi pri zgrabljalnikih z eno vrtavko : predavanje na seminarju Kakovost v Sloveniji pridelanega sena in sodobna kmetijska tehnika za njegovo spravilo III*, 14. okt. 2019, Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana. [COBISS.SI-ID [5889896](#)]

POJE, Tomaž. *Poraba goriva pri spravilu krme : predavanje na seminarju Kakovost v Sloveniji pridelanega sena in sodobna kmetijska tehnika za njegovo spravilo*, Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana, 4. dec. 2018. [COBISS.SI-ID [5629544](#)]

POJE, Tomaž. *Sodobna mehanizacija za spravilo sena : predavanje za Združenje za medsosedsko pomoč - strojni krožek Ljubljana- vzhod*, 15. 12. 2018, Pri Lazarju nad Podgradom. [COBISS.SI-ID [5625448](#)]

POJE, Tomaž. *Tehnične rešitve za konzerviranje sena z dodatki : predavanje na seminarju Kakovost v Sloveniji pridelanega sena in sodobna kmetijska tehnika za njegovo spravilo*, Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana, 4. dec. 2018. [COBISS.SI-ID [5631080](#)]

POJE, Tomaž. *Tehnične rešitve za varno spravilo krme na nagibu : predavanje na seminarju Kakovost v Sloveniji pridelanega sena in sodobna kmetijska tehnika za njegovo spravilo*, Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana, 4. dec. 2018. [COBISS.SI-ID [5631336](#)]

POJE, Tomaž. *Trendi pri razvoju kosilnic : predavanje na seminarju Kakovost v Sloveniji pridelanega sena in sodobna kmetijska tehnika za njegovo spravilo*, Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana, 4. dec. 2018. [COBISS.SI-ID [5631592](#)]

POJE, Tomaž. *Možnosti zmanjševanja porabe energije v kmetijski pridelavi : predavanje na seminarju "Zmanjšajmo porabo goriva s traktorji"*, Jable, 9. nov. 2017. [COBISS.SI-ID [5386088](#)]

POJE, Tomaž. *Sodobna mehanizacija za spravilo sena : predavanje na seminarju "Kakovost v Sloveniji pridelanega sena in sodobna kmetijska tehnika za njegovo spravilo"*, Jable, 14. dec. 2017. [COBISS.SI-ID [5417832](#)]

POJE, Tomaž. *Stanje na področju traktorske tehnike v Sloveniji : predavanje na seminarju "Zmanjšajmo porabo goriva s traktorji"*, Jable, 9. nov. 2017. [COBISS.SI-ID [5385320](#)]

POJE, Tomaž. *Stanje škropilnic v SLO, najpogostejše okvare na njih in zaprti sistemi za pretakanje koncentriranih FFS v škropilnico : predavanje za Združenje za medsosedsko pomoč - strojni krožek Ljubljana - vzhod*, 20. feb 2017. [COBISS.SI-ID [5204328](#)]

POJE, Tomaž. *Tehnični ukrepi za manjšo porabo goriva pri delu s traktorjem : predavanje za Združenje za medsebojno pomoč - strojni krožek Litija*, 11. 1. 2017. 2017. [COBISS.SI-ID [5190760](#)]

POJE, Tomaž. *Možnosti zmanjševanja porabe energije v kmetijski pridelavi : predavanje na seminarju "Zmanjšajmo porabo goriva s traktorji"*, Jable pri Mengšu, 23. november 2016. 2016. [COBISS.SI-ID [5140584](#)]

3.16 Vabljen predavanje na konferenci brez natisa

POJE, Tomaž. *Varno spravilo krme na nagibu : vabljen predavanje za skupščino Društva kmetijske tehnike Slovenije*, 22.3.2019, Šempeter v Savinjski dolini. [COBISS.SI-ID [5733224](#)]

Dr. Jože Verbič

Osebna bibliografija za obdobje 2016-2020

VERBIČ, Jože, VERBIČ, Janko. Vremenske razmere za pripravo sena so bile v maju že drugo leto zapored neugodne : travništvo. Kmečki glas, ISSN 0350-4093, 17. jul. 2019, letn. 76, št. 29, str. 9, fotogr. [COBISS.SI-ID 5826664]

VERBIČ, Jože, VERBIČ, Janko, LUKAČ, Branko, ŽNIDARŠIČ, Tomaž. Siliranje in sušenje jesenske trave. Kmetovalec : glasilo c. kr. Kmetijske družbe vojvodstva kranjskega, ISSN 1318-4245, maj 2019, letn. 87, št. 5, str. 21-24 (Priloga Travništvo), graf. prikazi, fotogr. [COBISS.SI-ID 5753192]

VERBIČ, Jože, VERBIČ, Janko, LUKAČ, Branko, ŽNIDARŠIČ, Tomaž. Siliranje in sušenje jesenske trave. Naše travinje : strokovna kmetijska revija, ISSN 1854-343X, sep. 2019, letn. 13, št. 1, str. 22-25, graf. prikazi, fotogr. [COBISS.SI-ID 5865576]

VERBIČ, Jože. Seno v obrokih za govedo : tržna niša za seneno mleko in meso. Glas dežele, ISSN 1855-0347, dec. 2018, letn. 11, št. 12, str. 1-2 (Priloga: Seno), ilustr. [COBISS.SI-ID 5626984]

VERBIČ, Jože, ŽNIDARŠIČ, Tomaž. Kakovost sena s travnikov, ki jih zaradi deževnega vremena ni bilo mogoče pravočasno pokositi : travništvo. Kmečki glas, ISSN 0350-4093, 8. avg. 2018, letn. 75, št. 32, str. 9, ilustr. [COBISS.SI-ID 5554792]

VERBIČ, Jože. Seneno mleko in meso : predavanje za kmete, KGZS, Cerknica, 21. feb. 2020. [COBISS.SI-ID 5991784]

VERBIČ, Jože. Pridelovanje kakovostne travniške krme : predavanje za kmete, KGZS, Nova vas, 25. sep. 2019. [COBISS.SI-ID 5902184]

VERBIČ, Jože, ŽNIDARŠIČ, Tomaž, BENEDIČIČ, Janez, LUKAČ, Branko, VERBIČ, Janko, POJE, Tomaž. Sprememba sestave in vsebnosti neto energije za laktacijo med sušenjem krme na travniku in na sušilnicah : predavanje na seminarju Tehnološke rešitve za

VERBIČ, Jože. Tehnologija pridelovanja sena : Seminar za EIP projekt: Seneno meso in mleko, KGZS, Ljubljana, 13. mar. 2019. [COBISS.SI-ID 5726568]

VERBIČ, Jože, BABNIK, Drago. Pomen kakovostnega sena za uspešno prirejo senenega mleka in senenega mesa : predavanje na Seneno mleko in seneno meso % priložnost dodane vrednosti v kmetijstvu, Inštitut za kontrolo in certifikacijo Univerze v Mariboru, Sejem AGRA, Gornja Radgona, 29. avg. 2018. [COBISS.SI-ID 5565288]

VERBIČ, Jože. Pridelovanje kakovostne travniške krme - najpogostejše napake pri pripravi travnih silaz in sena s praktičnim ocenjevanjem vzorcev : predavanje za kmete, KGZS, Cerknica, 7. feb. 2018. [COBISS.SI-ID 5464680]

VERBIČ, Jože, VERBIČ, Janko, LUKAČ, Branko, ŽNIDARŠIČ, Tomaž. Spravilo travniške krme v poznojesenskih razmerah : predavanje na seminarju Kakovost v Sloveniji pridelanega sena in sodobna kmetijska tehnika za njegovo spravilo, Kmetijski inštitut Slovenije,

LUKAČ, Branko, VERBIČ, Jože. Kakovost pridelane mrve na Slovenskih kmetijah in priporočila za njeno izboljšanje : predavanje na seminarju "Kakovost v Sloveniji pridelanega sena in sodobna kmetijska tehnika za njegovo spravilo", Jablje, 14. dec. 2017. [COBISS.SI-ID 5418088]

VERBIČ, Jože. Kritične točke pridelovanja voluminozne krme : Usposabljanje za kmetijske svetovalce s področja ekološkega kmetovanja: Ekološka reja goved, KGZS, Ljubljana, 26. okt. 2017. [COBISS.SI-ID 5387624]

VERBIČ, Jože. Pomen kakovosti voluminozne krme za prirejo mleka : Usposabljanje za kmetijske svetovalce s področja ekološkega

VERBIČ, Jože. Seno in seneno mleko : predavanje za govedorejsko društvo Dolomiti, Briše, 14. feb. 2017. [COBISS.SI-ID 5217640]

VERBIČ, Jože. Seno v obrokih za krave molznice : predavanje na posvetu Seneno mleko - priložnost za prirejo in trženje, Kmetijsko gozdarska zadruga Slovenske Konjice in Mlekarna Celeia, Slovenske Konjice, 2. feb. 2017. [COBISS.SI-ID 5217128]

VERBIČ, Jože. Soja v prehrani prežvekovalcev : predavanje na strokovno - znanstvenem posvetu Soja in druge zrnate stročnice v Sloveniji?, FKBV, Pivola, 15. mar 2017. [COBISS.SI-ID 5243752]

dr. Janez Benedičič

Osebna bibliografija za obdobje 2016-2020

BENEDIČIČ, Janez, LUKAČ, Branko. Načrtovanje dosuševanja travniške krme na sušilnih napravah. *Naše travinje : strokovna kmetijska revija*. sep. 2019, letn. 13, št. 1, str. 20-21, fotogr. ISSN 1854-343X. [COBISS.SI-ID [5865320](#)]

BENEDIČIČ, Janez. *Logistika pri sušenju krme in transportu na posestvih v Sloveniji in tujini*. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, mar. 2018. 18 f., ilustr. [COBISS.SI-ID [15942171](#)]

BENEDIČIČ, Janez. An Analysis of the Process of Drying Fresh Bales. *Technical Gazette*. Vol 26. No. 6. 2019. <https://doi.org/10.17559/TV-20190704175850>

Dr. Anastazija Gselman [17008]

Osebna bibliografija za obdobje 2016-2020

1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci

GSELMAN, Anastazija, PODVRŠNIK, Miran. Ali spreminjajoče vremenske razmere še dopuščajo sušenje krme na tleh? = Do changing weather conditions still allow the hay drying on the field?. V: ČEH, Tatjana (ur.), KAPUN, Stanko (ur.). *Zbornik predavanj = Proceedings of the 27th International Scientific Symposium on Nutrition of Farm Animals [being] Zdravec-Erjavec Days 2018, 8th and 9th November 2018*. Murska Sobota: Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod. 2018, str. 17-21, graf. prikazi. [COBISS.SI-ID [4493356](#)]

3.25 Druga izvedena dela

GSELMAN, Anastazija, PODVRŠNIK, Miran. *Vpliv ranosti prve košnje na dinamiko sušenja trav na tleh : prispevek na seminarju "Kakovost v Sloveniji pridelanega sena in sodobna kmetijska tehnika za njegovo spravilo", ki je potekal, 4. 12. 2018, na Kmetijskem inštitutu v Ljubljani..* [COBISS.SI-ID [4504364](#)]

GSELMAN, Anastazija. *Dinamika sušenja nekaterih gospodarsko pomembnih trav in metuljnic na tleh : vabljeno predavanje na seminarju "Kakovost v Sloveniji pridelanega sena in sodobna kmetijska tehnika za njegovo spravilo, Jablje, Loka pri Mengšu, 14. 12. 2017.* [COBISS.SI-ID [4387116](#)]

Mentor pri diplomskih delih (bolonjski študij 1. stopnje)

KOVŠE, Doroteja. *Dinamika sušenja črne detelje (Trifolium pratense L.) in travniške bilnice (Festuca pratensis Huds.) na tleh : diplomsko naloga*. Maribor: [D. Kovše], 2019. VI, 28, [3] f., graf. prikazi. <https://dk.um.si/IzpisGradiva.php?id=73607>. [COBISS.SI-ID [4585004](#)]

VIDEČNIK, Jasmina. *Dinamika sušenja pasje trave (Dactylis glomerata L.) in mnogocvetne ljuljke (Lolium multiflorum Lam.) na tleh : diplomsko delo*. Maribor: [J. Videčnik], 2019. VI, 21, [2] f., ilustr. <https://dk.um.si/IzpisGradiva.php?id=74554>. [COBISS.SI-ID [4614444](#)]

WALNER, Mirjana. *Vpliv načina gospodarjenja in postopkov spravila na kakovost krme s travinja : diplomsko delo*. Maribor: [M. Walner], 2019. VII, 38 f., [16] f. pril., graf. prikazi. <https://dk.um.si/IzpisGradiva.php?id=74015>. [COBISS.SI-ID [4597292](#)]

BEŠKOVNIK, Tamara. *Vpliv tehnoloških postopkov pri sušenju na tleh na izgube in kakovost krme : diplomsko delo*. Maribor: [T. Beškovnik], 2019. VIII, 9-37, [2] f., ilustr. <https://dk.um.si/IzpisGradiva.php?id=75076>. [COBISS.SI-ID [4619564](#)]

Dr. Branko Lukač [33233]

Osebna bibliografija za obdobje 2016-2020

1.04 Strokovni članek

LUKAČ, Branko. Rastlinske vrste so dober pokazatelj našega gospodarjenja s travinjem. *Kmetovalec : glasilo c. kr. Kmetijske družbe vojvodstva kranjskega*, ISSN 1318-4245, maj 2019, letn. 87, št. 5, str. 12-16 (Priloga Travnistvo), fotogr. [COBISS.SI-ID [5751912](#)]

BENEDIČIČ, Janez, LUKAČ, Branko. Načrtovanje dosuševanja travniške krme na sušilnih napravah. *Kmetovalec : glasilo c. kr. Kmetijske družbe vojvodstva kranjskega*, ISSN 1318-4245, maj 2019, letn. 87, št. 5, str. 19-20 (Priloga Travnistvo), fotogr. [COBISS.SI-ID [5752680](#)]

VERBIČ, Jože, VERBIČ, Janko, LUKAČ, Branko, ŽNIDARŠIČ, Tomaž. Siliranje in sušenje jesenske trave. *Kmetovalec : glasilo c. kr. Kmetijske družbe vojvodstva kranjskega*, ISSN 1318-4245, maj 2019, letn. 87, št. 5, str. 21-24 (Priloga Travnistvo), graf. prikazi, fotogr. [COBISS.SI-ID [5753192](#)]

LUKAČ, Branko. Rastlinske vrste so dober pokazatelj našega gospodarjenja s travinjem. *Naše travinje : strokovna kmetijska revija*, ISSN 1854-343X, sep. 2019, letn. 13, št. 1, str. 12-17, fotogr. [COBISS.SI-ID [5865064](#)]

BENEDIČIČ, Janez, LUKAČ, Branko. Načrtovanje dosuševanja travniške krme na sušilnih napravah. *Naše travinje : strokovna kmetijska revija*, ISSN 1854-343X, sep. 2019, letn. 13, št. 1, str. 20-21, fotogr. [COBISS.SI-ID [5865320](#)]

VERBIČ, Jože, VERBIČ, Janko, LUKAČ, Branko, ŽNIDARŠIČ, Tomaž. Siliranje in sušenje jesenske trave. *Naše travinje : strokovna kmetijska revija*, ISSN 1854-343X, sep. 2019, letn. 13, št. 1, str. 22-25, graf. prikazi, fotogr. [COBISS.SI-ID [5865576](#)]

LUKAČ, Branko. Pridelava kakovostnega lucerninega sena : za uspešnejše sušenje in da ne bo izgube hranilne vrednosti. *Glas dežele*, ISSN 1855-0347, dec. 2018, letn. 11, št. 12, str. 3 (Priloga: Seno), ilustr. [COBISS.SI-ID [5627496](#)]

LUKAČ, Branko. Travinje kot osnovno sredstvo ekstenzivnega kmetovanja na območjih z omejenimi dejavniki. *Naše travinje : strokovna kmetijska revija*, ISSN 1854-343X, 2018, let. 12, št. 1, str. 28-30. [COBISS.SI-ID [5590120](#)]

1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci

VERBIČ, Jože, ŽNIDARŠIČ, Tomaž, BENEDIČIČ, Janez, LUKAČ, Branko, VERBIČ, Janko, POJE, Tomaž. Spremembe vsebnosti surovih beljakovin in neto energije za laktacijo med pripravo sena = Changes in concentrations of crude protein and net energy for lactation during the haymaking process. V: ČEH, Tatjana (ur.), KAPUN, Stanko (ur.). *Zbornik predavanj = Proceedings of the 28th International Scientific Symposium on Nutrition of Farm Animals [being] Zdravec-Erjavac Days*

2019, 7th and 8th November 2019. Murska Sobota: Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod. 2019, str. 223-228. [COBISS.SI-ID [5921384](#)]

LUKAČ, Branko, ŽNIDARŠIČ, Tomaž, VERBIČ, Janko, VERBIČ, Jože. Hranilna vrednost pasje trave (*dactylis glomerata* L.) in trstikaste bilnice (*Festuca arundinacea* Schreb.) ob pozni prvi košnji = Nutritive value of cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.) and tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) at late first cut. V: ČEH, Tatjana (ur.), KAPUN, Stanko (ur.). *Zbornik predavanj = Proceedings of the 27th International Scientific Symposium on Nutrition of Farm Animals [being] Zadravec-Erjavec Days 2018, 8th and 9th November 2018*. Murska Sobota: Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod. 2018, str. 111-116, ilustr. [COBISS.SI-ID [5612904](#)]

LUKAČ, Branko, KRAMBERGER, Branko, MEGLIČ, Vladimir, VERBIČ, Jože. Changes in protein and energy value of five non-leguminous forb species during the primary growth. V: PORQUEDDU, Claudio (ur.). *Grassland resources for extensive farming systems in marginal lands: major drivers and future scenarios : Proceedings of the 19th Symposium of the European Grassland Federation, Alghero, Italy, 7-10 May 2017, (Grassland Science in Europe, Vol. 22)*. Sassari: Istituto Sistema Produzione Animale Ambiente Mediterraneo. 2017, str. 191-193, tabela. [COBISS.SI-ID [5266536](#)]

1.12 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci

VERBIČ, Jože, ŽNIDARŠIČ, Tomaž, BENEDIČIČ, Janez, LUKAČ, Branko, VERBIČ, Janko, POJE, Tomaž. Spremembe vsebnosti surovih beljakovin in neto energije za laktacijo med pripravo sena = Changes in concentrations of crude protein and net energy for lactation during the haymaking process. V: ČEH, Tatjana (ur.), KAPUN, Stanko (ur.). *Zbornik izvodov predavanj = Abstracts of the proceedings of the 28th International Scientific Symposium on Nutrition of Farm Animals [being] Zadravec-Erjavec Days 2019, 7th and 8th November 2019*. Murska Sobota: Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod. 2019, str. 42. [COBISS.SI-ID [5921640](#)]

3.15 Prispevek na konferenci brez natisa

VERBIČ, Jože, LUKAČ, Branko. *Krmna vrednost različnih vrst trav metuljnic in zeli : predavanje na izobraževanju za kmetijske svetovalce: Pridelovanje krme na vrstno bogatem travinju na območjih z različnimi omejitvami, KGZS, Šentjernej, 11. okt. 2019*. [COBISS.SI-ID [5892200](#)]

LUKAČ, Branko, ŽNIDARŠIČ, Tomaž. *Kvarjenje sena med skladiščenjem : predavanje na seminarju Kakovost v Sloveniji pridelanega sena in sodobna kmetijska tehnika za njegovo spravo III, 14. okt. 2019, Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana*. [COBISS.SI-ID [5890408](#)]

LUKAČ, Branko. *Načini izboljšanja degradiranih vrstno bogatih travnikov : predavanje na izobraževanju za kmetijske svetovalce: Pridelovanje krme na vrstno bogatem travinju na območjih z različnimi omejitvami, KGZS, Šentjernej, 11. okt. 2019*. [COBISS.SI-ID [5891944](#)]

ŽNIDARŠIČ, Tomaž, LUKAČ, Branko, VERBIČ, Jože. *Sestava in hranilna vrednost krme iz trajnega travinja : predavanje na seminarju Tehnološke rešitve za pridelavo kakovostnega sena, 29. november 2019, Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana*. [COBISS.SI-ID [5916008](#)]

VERBIČ, Jože, ŽNIDARŠIČ, Tomaž, BENEDIČIČ, Janez, LUKAČ, Branko, VERBIČ, Janko, POJE, Tomaž. *Sprememba sestave in vsebnosti neto energije za laktacijo med sušenjem krme na travniku in na sušilnicah : predavanje na seminarju Tehnološke rešitve za pridelavo kakovostnega sena, 29. november 2019, Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana*. [COBISS.SI-ID [5915752](#)]

LUKAČ, Branko, ŽNIDARŠIČ, Tomaž. *Izgube pridelka ob spravi sena zaradi drobljenja - Rezultati poskusa na dveh kmetijah ob različnih tehnologijah sprave v SV Sloveniji : predavanje na seminarju*

Kakovost v Sloveniji pridelanega sena in sodobna kmetijska tehnika za njegovo spravilo, Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana, 4. dec. 2018. [COBISS.SI-ID [5632104](#)]

VERBIČ, Jože, VERBIČ, Janko, LUKAČ, Branko, ŽNIDARŠIČ, Tomaž. *Spravilo travniške krme v poznojesenskih razmerah : predavanje na seminarju Kakovost v Sloveniji pridelanega sena in sodobna kmetijska tehnika za njegovo spravilo, Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana, 4. dec. 2018. [COBISS.SI-ID [5631848](#)]*

LUKAČ, Branko, VERBIČ, Jože. *Kakovost pridelane mrve na Slovenskih kmetijah in priporočila za njeno izboljšanje : predavanje na seminarju "Kakovost v Sloveniji pridelanega sena in sodobna kmetijska tehnika za njegovo spravilo", Jablje, 14. dec. 2017. [COBISS.SI-ID [5418088](#)]*