

SPREMLJANJE PRIRASTOV TRAVINJA NA GOVEDOREJSKIH KMETIJAH S POMOČJO DIGITALNEGA PLATEMETRA

MONITORING GRASS GROWTH ON CATTLE FARMS USING A DIGITAL PLATEMETER

Marija BRIC¹, Tina PERČIČ¹, Matej PODGORNIK MILOSAVLJEVIĆ², Sonja ROGINA³, Alenka LEVART⁴, Marija KLOPČIČ⁵

IZVLEČEK

Slovenija je dežela trajnega travinja, ki predstavlja pomemben vir voluminozne krme na govedorejskih kmetijah. Kakovostna voluminozna krma predstavlja pomemben del krmnega obroka na vsaki govedorejski kmetiji in posledično osnovo za rentabilno rejo prežvekovalcev. Uvedba zanesljive, uporabniku prijazne in cenovno ugodne metode za oceno prirastov travinja na travnikih in pašnikih je nujna iz vidika učinkovitega managementa rabe trajnega travinja. V preteklosti je bilo veliko truda vloženega v razvoj metod za posredno in neinvazivno ocenjevanje prirastov travne ruše. Najučinkovitejša in najpreciznejša tovrstna uporabljena metoda je opravljanje meritev prirastov s pomočjo digitalnega platemetra. Ta meri višino glede na gostoto stisnjene travne ruše, kar je neposredno povezano s količino suhe snovi (kg SS/ha). Razlike v višini trave, gostoti, botanični sestavi, sezoni in načinu upravljanja tako lahko povečajo napako pri napovedi ocene mase travinja. Ocenjevanje mase travinja je tekom rastne sezone potrebno izvajati tedensko. Pridobljeni rezultati pa nam kasneje služijo za izračun dnevne količine razpoložljive količine trave oz. paše. Natančna in hitra ocena razpoložljive mase trave oz. paše na kmetiji pomaga pri sprejemanju strateških odločitev z vidika upravljanja s trajnim travinjem in izboljšanja managementa paše. V okviru pilotnega EIP projekta z naslovom »Krmni obroki in biodiverziteteta v razmerah podnebnih sprememb - primer govedorejske kmetije«, smo tekom rastne sezone na treh pilotnih govedorejskih kmetijah, s tremi različnimi načini kmetovanja, s pomočjo digitalnega platemetra Jenquip EC20, na izbranih travnikih tedensko izvajali meritve prirastov mase travinja.

Ključne besede: govedoreja, trajno travinje, inovativne rešitve, digitalni platemeter

ABSTRACT

Slovenia is a land of permanent grasslands, which represents an important source of forage on cattle farms. High-quality voluminous forage represents an important part of the feed ration on every cattle farm and, consequently, the basis for profitable ruminant husbandry. The introduction of a reliable, user-friendly and affordable method for assessing the increase in the mass of grass on meadows and pastures is necessary from the point of view of the effectiveness of the permanent grassland management. In the past, a lot of efforts has been invested in development of methods for indirect and non-invasive assessment of the growth of grass. The most effective and precise method is to take measurements with the help of a digital platemeter. This measures the height in relation to the density of compressed grass, which directly depends on the amount of dry matter (kg DM/ha). Differences in grass height, density, botanical composition, season and management method can thus increase the error in the prediction of grassland mass estimation. Assessment of grass mass must be carried out weekly during the growing season. The obtained results later serve us to calculate the daily amount of the available amount of grass or pasture. Accurate and quick assessment of the available grass or pasture on the farm helps in making strategic decisions from the point of view of permanent grassland and improvement of grazing management. As part of the pilot EIP project entitled „Feed ratio and biodiversity under climate change conditions - the example of a cattle farm“, we carried out measurements of grass mass yields on three pilot cattle farms during the growing season on a weekly basis, with the help of a Jenquip EC20 digital platemeter.

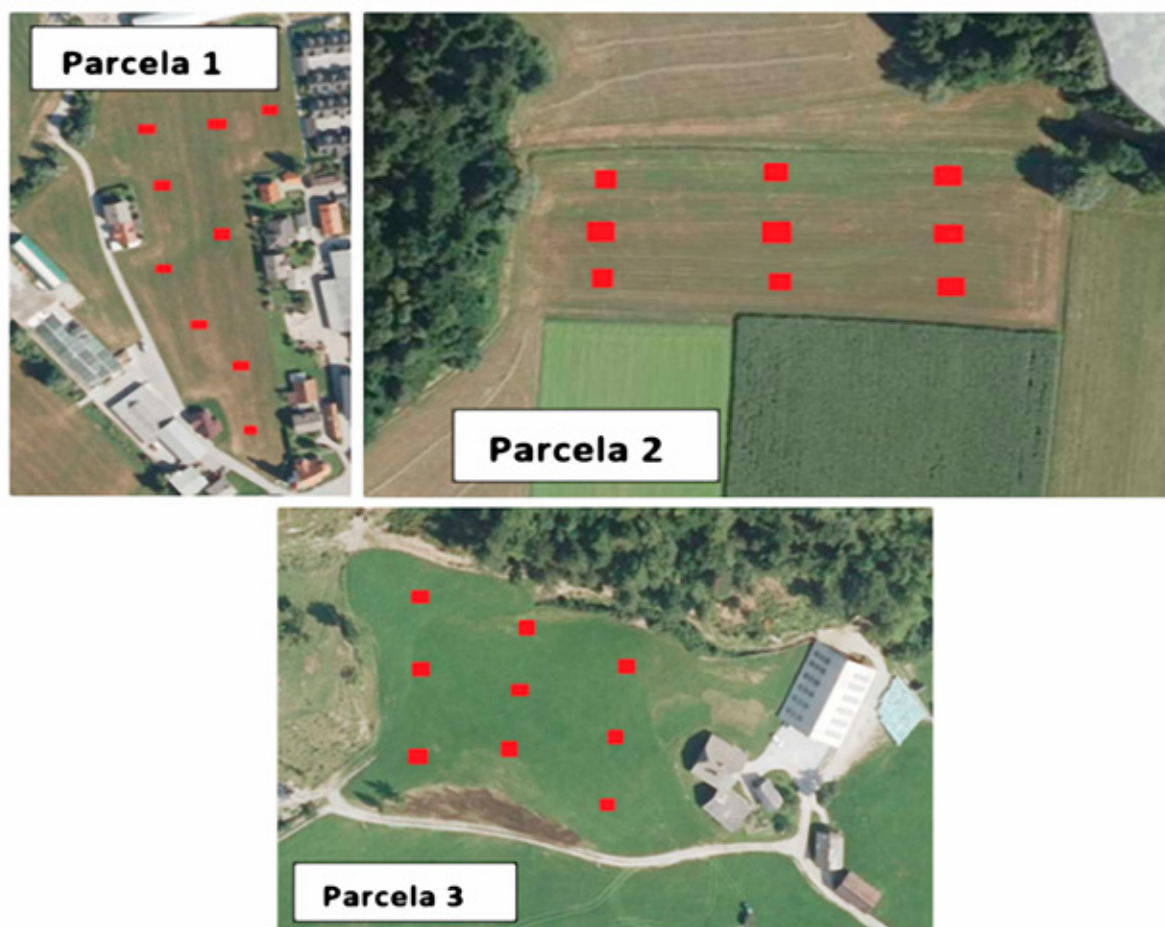
Key words: cattle production, permanent grassland, innovative solutions, digital platemeter

1 mag. inž. zoot., Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za zootehniko, Groblje 3, 1230 Domžale
2 mag. inž. agr., prav tam
3 dipl. inž. zoot., prav tam
4 doc. dr., prav tam
5 prof. dr., prav tam

1 UVOD

Pričakujemo, da se bo do leta 2050 napram letu 2005, potreba po mleku in mlečnih izdelkih povečala za 48 %. V zmernih podnebnih pasovih predstavlja pašna reja konkurenčno in trajnostno alternativo hlevski reji krav molznic. Količina in kakovost paše, ki je kravam molznicam na voljo, pomembno vpliva na količino prirejenega mleka (Murphy in sod., 2020). Spremljanje prirastov in kakovosti paše, natančna ocena količine razpoložljive paše ter optimalno odmerjanje le-te imajo ključno vlogo pri povečevanju učinkovitosti izvajanja paše na govedorejskih kmetijah (Dillon, 2011). Beukes in sod. (2019) navajajo, da lahko z rednim spremljanjem prirastov travinja za 15 % povečamo donosnost travinja na ravni kmetije. Prekomerno odmerjanje paše namreč vodi v izgube ter poslabšanje kakovosti travne ruše, med tem ko nezadostno odmerjanje paše vodi v zmanjšanje prireje pri živalih ter degradacijo pašnikov (Murphy in sod., 2020). V zadnjih 70. letih so bile razvite številne metode za spremljanje prirastov travinja, med katerimi zlati standard predstavlja metoda merjenja višine travne ruše s pomočjo ravnila (Patton in Braun, 2020) oz. ročne ali mehanske košnje ter tehtanja vzorcev trave na izbranih

vzorčnih mestih travnika oz. pašnika (López Díaz in sod., 2011). **Številni** avtorji se strinjajo, da tovrstna metoda zagotavlja najbolj točne (precizne) rezultate meritev količine razpoložljive biomase, vendar je ta metoda invazivna, draga, časovno potratna in zahteva veliko število ponovitev vzorčenj, v kolikor želimo pridobiti reprezentativne vrednosti zaradi velike variabilnosti znotraj travnika oz. pašnika (Murphy in sod., 2020). V ta namen je bilo razvitih več alternativnih možnosti ne-invazivnega spremljanja oz. ocenjevanja prirastov travne ruše. Ena takšnih metod je spremljanje prirastov travne ruše s pomočjo digitalnega platemetra (Ferraro in sod., 2012). Ta deluje tako, da s spustom premikajoča se aluminijasta plošča stisne travno rušo in odčita višino stisnjene višine travne ruše (v mm). Dobljene vrednosti nato s pomočjo enostavne regresijske enačbe preračuna v maso zelinja (kg SS / ha) (McSweeney in sod., 2022). S pomočjo digitalnega platemetra tako lahko hitro in enostavno ocenimo priraste travinja oz. prirast SS travinja na hektar, ter ob enem ne posegamo v travno rušo. Kljub vsemu pa tovrstno metodo ocenjevanja povezujemo z visoko stopnjo eksperimentalne napake. Na točnost ocen lahko namreč vpliva mnogo dejavnikov, kot so gostota in (zrelostni) stadij travne ruše, sezona, botanična sestava travnika ter management upravljanja le-tega



Slika 1. Shematski prikaz vzorčnih mest na posameznih travnikih

Figure 1. Schematic representation of sample sites on individual meadows

(López Díaz in sod., 2011). Poleg vseh naštetih dejavnikov na točnost ocen prirastov travinja vplivata tudi izvedbeni načrt izvajanja meritev ter kasneje uporabljena regresijska enačba za pretvorbo dobljenih meritev v oceno mase zelinja (Holshof in sod., 2015). Namen prispevka je predstaviti metodologijo merjenja prirastov travne ruše s pomočjo digitalnega platemetra na treh različnih travnikih, ki so v lasti treh različnih pilotnih govedorejskih kmetij, ki se med seboj razlikujejo glede na način kmetovanja.

2 MATERIAL IN METODE

Ocene prirastov trajnega travinja smo v okviru pilotnega EIP projekta »Krmni obroki in biodiverzitet v razmerah podnebnih sprememb - primer govedorejske kmetije« tekom rastne sezone, od aprila do oktobra 2024, tedensko izvajali na treh različnih travnikih, ki so v lasti treh različnih govedorejskih kmetij. Te se med seboj razlikujejo glede na način kmetovanja, intenzivnost rabe travinja ter nadmorsko višino lokacije kmetije oziroma izbrane parcele.

Kmetija 1 je nižinska kmetija z intenzivno rabo travinja, na kateri se ukvarjajo z rejo visoko-produktivnih krav molznic. Izbrana parcela, ki je v lasti kmetije 1 (v nadaljevanju Parcela 1) ima skupno površino 17.658 m² in se nahaja na nadmorski višini 332 m. Na omenjeni parceli so bile od začetka izvajanja meritev pa do konca avgusta opravljene štiri košnje, in sicer 19. aprila 2024, 19. maja 2024, 3. julija 2024 in 11. avgusta 2024. Tudi kmetija 2 je nižinska kmetija, kjer se prav tako ukvarjajo z rejo krav molznic, vendar je način rabe travinja manj intenziven. Izbrana parcela na kmetiji 2 (v nadaljevanju parcela 2) zavzema 9.470 m² površine, ter se nahaja na nadmorski višini 340 m. Na parceli 2 so bile od začetka izvajanja meritev pa do konca avgusta opravljene tri košnje, in sicer 10. maja 2024, 17. junija 2024 ter 25. julija 2024. Poleg dveh nižinskih kmetij, na katerih se ukvarjajo z rejo krav molznic, smo kot tretjo kmetijo izbrali hribovsko kmetijo, na kateri se ukvarjajo z ekstenzivno rejo krav dojilj in drobnice. Parcela 3 na tej kmetiji predstavlja trajni travnik, ki se nahaja na nekoliko višji nadmorski višini kot preostali dve parceli, in sicer na nadmorski višini 733 m ter meri 8.723 m². V letošnjem letu sta bili na omenjeni parceli zaradi suše izvedeni le dve košnji, in sicer 18. junija 2024 ter 25. julija 2024. Običajno na tej kmetiji kosijo trikrat ter nato do konca rastne sezone pasejo govedo.

Slika 1 shematsko prikazuje lokacije izvajanja meritev prirastov travne ruše s pomočjo digitalnega platemetra ter lokacij odvzema vzorcev na posameznih izbranih parcelah.

Meritve prirastov travinja smo izvajali na dva načina, in sicer s pomočjo digitalnega platemetra Jenquip EC20 (slika 2), ki meri povprečno višino stisnjene travne ruše v milimetrih (mm), ter na klasičen način, ki vključuje odvzem vzorcev trave, sušenje in tehtanje le-teh. Meritve prirastov travinja smo vedno izvajali v suhem vremenu. V tednih košnje in v primeru slabega vremena smo izvajanje meritev izpustili. Meritve so na vseh izbranih travnikih potekale po sledečem protokolu:

- na izbranem travniku smo najprej določili 9 lokacij izvajanja meritev oz. vzorčnih mest, ki so bile enakomerno razporejene po celotni površini parcele
- vsak naslednji teden so bile meritve izvedene zraven lokacije predhodno odvzetega vzorca
- na vsako izbrano vzorčno mesto smo postavili lesen kvadrat dimenzije 0,5 x 0,5 x 0,05 m (Š x D x V), ki je predstavljal našo izbrano površino vzorčenja (0,25 m²)
- znotraj tega izbranega kvadrata smo najprej izvedli meritev s pomočjo digitalnega platemetra - dobljeni rezultat, torej višino stisnjene zelinja travne ruše v mm, smo zabeležili
- nato smo travo znotraj tega kvadrata (0,25 m²) s pomočjo električnih škarij na višini 5 cm nad tlemi pokosili. Maso pokošene oziroma postržene trave smo stehali, vzeli vzorec trave, ga shranili v plastično vrečko ter nadaljevali z meritvami na naslednji vzorčni točki, kjer smo postopek ponovili po enakem vrstnem redu.
- vseh devet meritev in vzorčenj **trave** je bilo na vsaki parceli vedno izvedenih na enak način ter po istem vrstnem redu.
- po končanem merjenju prirastov travinja in vzorčenju smo vzorce trave prenesli v laboratorij, kjer smo jih stehali in posušili (en dan na 45 °C)
- v nadaljevanju smo posušene vzorce trave zmleli ter ponovno stehali, saj nas je v vzorcih zanimala tudi vsebnost suhe snovi (SS)
- posušene in zmlete vzorce smo poslali v Nemčijo (Georg-August-University Göttingen) kjer bodo naredili nadaljnje analize kakovosti teh vzorcev travinja.

Tako zbrane meritve prirastov travinja izvedene z digitalnim platemetrom (slika 2) na 40 mestih ter s klasičnim tehtanjem prirastov travinja, ki smo ga opravili na 9 mestih na izbranem travniku, nam bodo služili za izračun kalibracijske enačbe ocene prirastov travinja s pomočjo digitalnega platemetra v odvisnosti od intenzivnosti rabe travinja.

Analizo podatkov opravljenih meritev prirastov travinja z digitalnim platemetrom smo opravili s pomočjo statističnega paketa SAS Stat. Zanimali so nas vplivi na višino prirastov travinja. V ta namen smo uporabili statistični model:

$$Y_{ijk} = \mu + M_i + b_j (x_{ij} - \bar{x}) + e_{ijk} \quad (1)$$

kjer pomeni:

Y_{ijk} - višina prirastov travinja (mm)

μ - srednja vrednost

M_i - mesec izvedbe meritev; i = april, maj, ... , avgust

b_j - regresijski koeficient za maso svežih vzorcev trave ugnezden znotraj kmetije; $j=1, 2, 3$

x_{ij} - masa svežega vzorca trave (g)

\bar{x} - povprečna masa svežega vzorca trave (g)

e_{ijk} - ostanek

Sistematski del modela smo razvili s pomočjo metode najmanjših kvadratov s proceduro GLM v statističnem paketu SAS, razlike znotraj posameznih vplivov pa smo testirali s pomočjo



Slika 2. Digitalni platemeter Jenquip EC20

Figure 2. Digital platemeter Jenquip EC20

analize variance (ANOVA) (F-test). Sistematski vpliv meseca izvajanja meritev je statistično značilno vplival na višino prirastov travinja ($p < 0,0001$), med tem ko sistematski vpliv kmetije ni imel statistično značilnega vpliva na višino prirastov travinja ($p = 0,6302$), in ga posledično nismo vključili v model. Razlog najverjetneje tiči v majhnem številu podatkov, saj smo imeli v poizkus vključene le tri različne kmetije. Smo pa v model vključili vpliv mase svežih vzorcev trave v obliki linearne regresije, ugnezdene znotraj kmetije, ki je statistično značilno vplival na višino prirastov travne ruše ($p < 0,0001$). Z modelom, v katerega smo torej vključili vpliv meseca izvajanja meritev ter vpliv mase svežih vzorcev trave ugnezdene znotraj kmetije na višino prirastov travinja, smo pojasnili 59,44 % variance ($R^2 = 59,44 \%$).

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Od aprila do začetka septembra 2024 smo na treh travnikih treh različnih kmetij izvedli 459 meritev prirasta travinja z digitalnim platemetrom, od tega je bilo 144 meritev opravljenih na

Parceli 1, 162 meritev na Parceli 2 in 153 meritev na Parceli 3. Največ meritev smo opravili v mesecu avgustu (108), saj je bilo v tem mesecu kar 22 dni brez padavin, skupna količina padavin v tem mesecu pa je znašala le $75,3 \text{ mm} / \text{m}^2$. Zaradi suše, ki je vladala v mesecu avgustu je bila opravljena le ena košnja in sicer na parceli 1, med tem ko na parcelah 2 in 3 zaradi slabih prirastov ni bilo košenj. Najmanj meritev je bilo opravljenih v mesecu juliju (81), saj smo na vseh parcelah zaradi košnje najmanj enkrat izpustili opravljanje meritev. Julij je bil edini mesec, v katerem so vsi trije rejci izvedli košnjo na izbranih parcelah, poleg tega pa je bilo v omenjenem mesecu precej več padavin ($142,4 \text{ mm} / \text{m}^2$) v primerjavi z avgustom. V vseh ostalih mesecih smo opravili po 90 meritev. Skupna količina padavin po posameznih mesecih pa je bila glede na pridobljene podatke iz meteorološke postaje Brnik sledeča: aprila $81,4 \text{ mm} / \text{m}^2$, maja $160,6 \text{ mm} / \text{m}^2$, junija $163,9 \text{ mm} / \text{m}^2$, julija $142,4 \text{ mm} / \text{m}^2$ in avgusta $75,3 \text{ mm} / \text{m}^2$.

Ugotavljamo, da je imel mesec statistično značilen vpliv na višino prirasta travne ruše ($p < 0,0001$). Povprečna višina stisnjene zelinja oz. prirastov travne ruše je skozi celotno opazovano

obdobje znašala $126,94 \text{ mm} \pm 53,56 \text{ mm}$. V povprečju je bila najvišja izmerjena višina prirastov s pomočjo digitalnega platemetra ugotovljena v mesecu aprilu, in sicer $165,02 \pm 60,14 \text{ mm}$, najnižje priraste travne ruše pa smo zabeležili v mesecu avgustu, ko je povprečna višina stisnjenega zelinja znašala $88,94 \pm 20,53 \text{ mm}$. Ferraro in sod. (2012) prav tako ugotavljajo velike razlike v izmerjenih prirastih travinja tekom rastne sezone, in priporočajo redno usklajevanje / kalibracijo regresijske enačbe, kar bi zmanjšalo napako pri ocenjevanju mase razpoložljivega zelinja.

Glede na pridobljene rezultate ugotavljamo, da je masa zelinja znotraj posameznega vzorčnega mesta na posamezni parceli statistično značilno vplivala na rezultate meritev z digitalnim platemetrom ($p < 0,0001$) (slika 3), kar nakazuje, da sistem kmetovanja ter upravljanja s trajnim travinjem statistično značilno vplivata na količino prirastov travinja. Kmetija I ima izmed izbranih kmetij najbolj intenziven način kmetovanja, kar se odraža tudi v največjem številu opravljenih košenj (4x) ter v visokih povprečnih prirastih travinja, ocenjenih s pomočjo digitalnega platemetra ter s tehtanjem prirastov travinja na 9 točkah znotraj posamezne parcele. Za kmetijo 2 je značilen nekoliko bolj ekstenziven način kmetovanja v primerjavi s kmetijo 1, kar se odraža tudi v manjšem

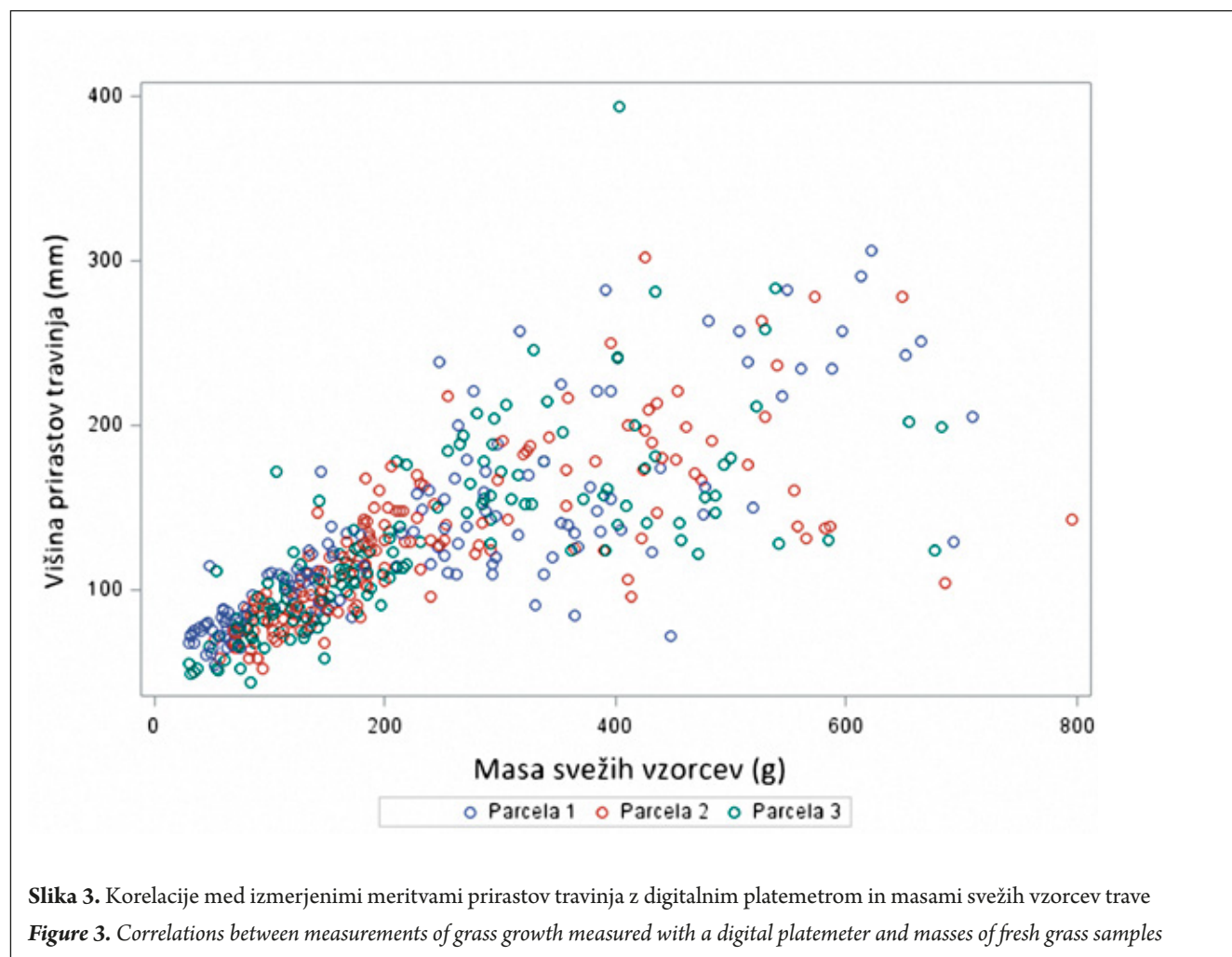
številu opravljenih košenj (3x) na izbrani parceli (Parceli 2) ter nekoliko manjših prirastih travinja. Najbolj ekstenziven način kmetovanja imajo na kmetiji 3, saj so na parceli 3 tekom obdobja spremljanja prirastov travinja opravili le dve košnji napram ostalima dvema kmetijama, ki sta v tem času opravili 3 oz. 4 košnje. Na parceli 3 je bila prva košnja opravljena šele 18. junija 2024 zaradi višje nadmorske višine in slabših vremenskih razmer v tem času.

Korelacija med posameznimi meritvami višine stisnjenega zelinja in pripadajočimi masami svežih vzorcev trave je bila pozitivna ($r=0,796$; $p < 0,0001$). Iz slike 3 je razviden trend povečevanja višine stisnjenega zelinja (mm) v odvisnosti od povečevanja mase vzorcev sveže trave (g).

4 ZAKLJUČKI

Na osnovi poglobljenega študija literature in izvedenih meritev prirastov travinja v različnih sistemih kmetovanja na slovenskih govedorejskih kmetijah ugotavljamo sledeče:

- v zadnjih 70. letih so bile razvite številne metode za spremljanje prirastov travinja. Ena takšnih metod je spremljanje prirastov



travne ruše s pomočjo digitalnega platemetra. Ta deluje po principu uporabe enostavne regresijske enačbe, ki se nanaša na pretvorbo stisnjene višine travne ruše v maso zelinja.

- v okviru pilotnega EIP projekta smo s pomočjo digitalnega platemetra Jenquip EC20 od aprila do oktobra 2024 izvajali meritve prirastov travinja na treh različnih kmetijah z različnim načinom kmetovanja
- na podlagi meritev smo ugotovili, da je imel mesec statistično značilen vpliv na višino prirasta travne ruše ($p < 0,0001$). Pri tem smo največje priraste zabeležili v spomladanskih mesecih pred prvo košnjo, najmanjše pa v poletnih mesecih po tretji oz. četrti košnji
- Na višino prirastov travne ruše je statistično značilno vplival tudi sistem kmetovanja oz. upravljanja s trajnim travinjem ($p < 0,0001$), kar potrjuje različno število opravljenih košenj in različna masa prirastov trave na posameznih parcelah
- ugotavljamo pozitivno močno povezavo med rezultati meritev, pridobljenih s pomočjo digitalnega platemetra ter rezultati tehtanj svežih vzorcev trave ($r = 0,796$; $p < 0,0001$)
- na osnovi pridobljenih meritev s pomočjo digitalnega platemetra bomo v nadaljevanju poskušali razviti kalibracijsko enačbo, ki bo primerna za uporabo merjenja prirastov travinja na območju Slovenije
- Redno spremljanje prirastov travinja s pomočjo digitalnega platemetra bo rejcem omogočala precizno ocenjevanje donosov trajnega travinja in strateško načrtovanje odmerjanja paše in optimizacije košnje.

5 ZAHVALA

Študija je bila izvedena v okviru pilotnega EIP-AGRI projekta z naslovom »**Krmni obroki in biodiverziteteta v razmerah podnebnih sprememb - primer govedorejske kmetije**«.

6 LITERATURA

- Beukes, P.C., McCarthy, S., Wims, C.M., Gregorini, P., Romera, A.J. 2019. Regular estimates of herbage mass can improve profitability of pasture - based dairy systems. *Animal Production Science*, 59: 359.
- Dillon, P. 2011. The Irish dairy industry-Planning for 2020. V: *National Dairy Conference 2011*. Cork IRL, 24 str.
- Ferraro, F.P., Nave, R.L.G., Sulc, R.M., Barker, D.J. 2012. Seasonal variation in the rising plate meter calibration for forage mass. *Agronomy Journal*, 104: 1-6.
- Holshof, G., Stienezen, M. Galama, P. 2015. Calibration of five rising plate meters in the Netherlands. V: van den Pol-van Dasselaar, A., Aarts, H.F.M., Vliegheer, A.De., Elgersma, A., Reheul, D., Reijneveld, J.A., Verloop, J., Hopkins, A. *Grassland and Forages in High Output Dairy Farming Systems*. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, Netherlands: 233-235.
- López Díaz, J.E., Roca-Fernández, A.I., González-Rodríguez, A. 2011. Measuring herbage mass by non-destructive methods: A review. *Journal of Agricultural Science and Technology, A* 1: 303-314.
- McSweeney, D., Delaby, L., O'Brien, B., Ferard, A., Byrne, N., McDonagh, J., Ivanov, S., Coughlan, N.E. 2022. Dynamic algorithmic conversion of compressed sward height to dry matter yield by a rising plate meter. *Computers and Electronics in Agriculture*, 196: 106919.
- Murphy, D.J., O'Brien, B., Murphy, M.D. 2020. Development of a grass measurement optimisation tool to efficiently measure herbage mass on grazed pastures. *Computers and Electronics in Agriculture*, 178: 105799.
- Patton, A.J., Braun, R. 2020. Measurement of turf height and growth using a laser distance device. *Crop Science*, 61: 3110-3123.