

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Ana LESKOVŠEK

**ZGODNJI VPLIV SISTEMOV PRIDELOVANJA TRAVNIŠKE KRME
NA FLORISTIČNO SESTAVO IN PRIDELEK TRAVNE RUŠE**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**GRASSLAND MANAGEMENT EFFECTS ON SWARD BOTANICAL
COMPOSITION AND HERBAGE YIELD IN THE FIRST
EXPERIMENTAL YEAR**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2013

Diplomsko delo je zaključek Univerzitetnega študija agronomije. Opravljeno je bilo na Katedri za fitomedicino, kmetijsko tehniko, poljedelstvo, pašništvo in travništvo. Poskus je potekal na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani. Analize florističnih popisov so bile opravljene na Katedri za aplikativno botaniko, ekologijo, fiziologijo rastlin in informatiko.

Študijska komisija oddelka za Agronomijo je za mentorja diplomske naloge imenovala doc. dr. Jureta Čopa, za somentorja pa asist. dr. Klemna Elerja.

Komisija za oceno in zagovor:

- Predsednik: izr. prof. dr. Marijana JAKŠE
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
- Član: doc. dr. Jure ČOP
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
- Član: asist. dr. Klemen ELER
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
- Član: doc. dr. Rok MIHELIČ
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisana se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddala identična tiskani verziji.

Ana Leskovšek

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	UDK 633.2:631.8:631.559(043.2)
KG	Travništvo/travinje/travna ruša/sistemi pridelovanja/gnojenje/raba/ floristična sestava/botanična sestava/pridelek/zgodnji vpliv
KK	AGRIS F01/F08
AV	LESKOVŠEK, Ana
SA	ČOP, Jure (mentor)/ELER, Klemen (somentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
LI	2013
IN	ZGODNJI VPLIV SISTEMOV PRIDELOVANJA TRAVNIŠKE KRME NA FLORISTIČNO SESTAVO IN PRIDELEK TRAVNE RUŠE
TD	Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP	X, 40 [7] str., 13 pregl., 13 sl., 5 pril., 58 vir.
IJ	sl
JJ	sl/en
AI	Spomladi 2011 smo na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani postavili travniški poskus z namenom raziskati zgodnje vplive gospodarjenja s travinjem na količino pridelka in botanične lastnosti travne ruše. Travniški poskus v obliki deljenk (split-plot) z dvanajstimi obravnavanji v štirih ponovitvah je bil zasnovan na naturaliziranem travniku zveze Arrhenatherion s preteklo pašno-kosno rabo. Glavne parcele so predstavljale tri načine rabe in sicer 2-kosno, 4-kosno rabo s 1. pozno košnjo vsako 3. leto in 4-kosno rabo, podparcele pa 4 ravni gnojenja (PK, N220PK, gnojevka, gnojevka+N120PK). Poskus je pokazal, da različni načini gospodarjenja s travno rušo že v prvem letu poskusa vplivajo na količino pridelka in botanične lastnosti travne ruše. Količina pridelka je bila pričakovano največja pri najvišji ravni dušika (10.12 t SS/ha), najmanjša pa pri gnojenju z gnojevko (5.13 t SS/ha). Raba v prvem letu na količino pridelka ni imela vpliva. Na botanične karakteristike travne ruše je v prvem letu vplivalo predvsem gnojenje. PK gnojenje je povzročilo povečanje deleža metuljnic (35.1 %) na račun trav, teh pa je bilo več pri gnojenju z mineralnim dušikom (66.8 %). Raba je vplivala na delež trav v travni ruši. Ta je bil povečan pri 2-kosni rabi, med tri in 4-kosno rabo ni bilo razlik. Pogostejša raba je nekoliko povečala delež zeli v travni ruši. Število vrst in Shannonov indeks pestrosti se po obravnavanjih nista razlikovala. V prvem letu ni bilo interakcij med delovanjem košnje in gnojenja na botanično sestavo in pridelek travne ruše. Rezultati kažejo, da so nekateri proučevani parametri odzivni že v prvem letu poskusa, drugi zahtevajo precej daljši čas trajanja poskusa.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn
 DC UDC 633.2:631.8:631.559(043.2)
 CX Grassland management/grassland/fertilising/cutting systems/floristic composition/botanical composition/yield/early responses
 CC AGRIS F01/F08
 AU LESKOVŠEK, Ana
 AA ČOP, Jure (supervisor), ELER, Klemen (co-supervisor)
 PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
 PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy
 PY 2013
 TI GRASSLAND MANAGEMENT EFFECTS ON SWARD BOTANICAL COMPOSITION AND HERBAGE YIELD IN THE FIRST EXPERIMENTAL YEAR
 DT Graduation Thesis (University studies)
 NO X, 40 [7] p., 13 tab., 13 fig., 5 ann., 58 ref.
 LA sl
 AL sl/en
 AB In spring 2011 we established grassland experiment to investigate the early effects of different grassland managements on botanical properties and yield quantity. The experiment was set on naturalized meadow recognized as Arrhenatherion elatioris alliance in split plot model with 4 replicas main plots representing three different mowing systems (2 cuts, 4 cuts with 1. cut delayed every 3rd year, 4 cuts) and subplots representing 4 levels of fertilization (PK, N220PK, slurry, slurry+N120PK). Early responses of different grassland management occurred in the first year of the experiment. Yield quantity was strongly affected by fertilizing. Highest yield (10.12 t DM/ha) was found in treatments including mineral nitrogen, the lowest by treatments with slurry (5.13 t DM/ha). Functional groups content changed under different management practices. Highest percentage of grasses was found in plots with mineral nitrogen fertilizer in combination with 2 cuts (66.8 %), lowest with PK fertilization in combination with 4 cuts (29.9 %). Proportion of legumes was strongly affected by fertilization, increased up to 35.1 % (PK treatment) and decreased to 4.9% with highest amounts of nitrogen. Proportions of grasses and forbes were higher in plots including 4 cuts. There were no statistical differences between number of species and Shannon diversity index between treatments. In the first year of experiment no interaction was detected between the number of the cuts and fertilization on yield and botanical composition of the sward. Results indicate that some parameters responded to experiment treatments already in the first year of testing and other demand much longer time of experimentation.

KAZALO VSEBINE

	KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
	KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
	KAZALO PREGLEDNIC	VI
	KAZALO SLIK	VIII
	KAZALO PRILOG	IX
	OKRAJŠAVE IN SIMBOLI	X
1	UVOD	1
2	PREGLED OBJAV	2
2.1	TRAVINJE V EVROPI	2
2.1.1	Nastanek in razvoj travinja v Srednji Evropi	4
2.1.2	Tipi polnaravnega travinja v Sloveniji	5
2.2	KOŠNJA IN NJEN VPLIV NA TRAVNO RUŠO	6
2.2.1	Vpliv kosne rabe na botanične lastnosti travne ruše	7
2.2.2	Vpliv kosne rabe na količino pridelka	8
2.3	GNOJENJE IN NJEGOV VPLIV NA TRAVNO RUŠO	9
2.3.1	Vpliv gnojenja na botanične lastnosti	10
2.3.2	Vpliv gnojenja na količino pridelka	12
3	MATERIALI IN METODE	14
3.1	OPIS POSKUSNE PLOSKVE	14
3.1.1	Zasnova poskusa	14
3.1.2	Tla in vremenske razmere	15
3.1.2.1	Tla	15
3.1.2.2	Vremenske razmere na poskusni lokaciji	15
3.2	MERITVE LASTNOSTI TRAVNE RUŠE	18
3.2.1	Botanična sestava ruše in njena pestrost	18
3.2.2.	Meritve količine pridelka	19
3.2.3	Statistična obdelava podatkov	19
4	REZULTATI	20
4.1	BOTANIČNA SESTAVA RUŠE IN NJENA PESTROST	20
4.1.1	Podobnost popisov in ordinacija	20
4.1.2	Funkcionalne skupine	22
4.1.2.1	Povprečni letni deleži funkcionalnih skupin v travni ruši	22
4.1.2.2	Deleži funkcionalnih skupin v travni ruši po košnjah	24

4.1.3	Shannonov indeks pestrosti in število vrst	27
4.2	PRIDELEK ZELINJA	27
4.2.1	Letni pridelek zelinja	28
4.2.2	Pridelek po košnjah	28
5	RAZPRAVA IN SKLEPI	30
5.1	RAZPRAVA	30
5.1.1	Botanične lastnosti travne ruše	30
5.1.2	Pridelek zelinja	31
5.2	SKLEPI	32
6	POVZETEK	34
7	VIRI	36
	ZAHVALA	

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Površina trajnega travinja (%) v kmetijski rabi v državah EU, Švici in na Hrvaškem v letu 2010 (EUROSTAT, 2012)	3
Preglednica 2: Najpogostejše vrste trav glede na intenzivnost gospodarjenja s travno rušo (Jeangros in Thomet, 2004)	7
Preglednica 3: Vsebnost surovih beljakovin in surovih vlaknin v mrvi (vzorci s 15% vlage) v vzorcih s tretjega leta poskusa s petih lokacij (Cmok, 1981)	9
Preglednica 4: Gnojilne norme za dvokosne, trikosne in štirikosne travnike (kg/ hranila/ ha) (Mihelič in sod., 2010)	9
Preglednica 5: Povprečne vsebnosti N, P, K in Mg (kg/m ³) iz goveje gnojevke, shranjene v gnojniščni jami (Lockhart in Wiseman, 1988). Številke brez oklepajev pomenijo dostopno, številke z oklepaji pa skupno količino hranil.	10
Preglednica 6: Letni pridelki mrve (t/ha) pri različnem gnojenju in prirastki pridelka mrve, ugotovljenih od različnih avtorjev (cit. po Renčelj, 1981). Prirastki so prikazani pri PK in NPK gnojenju v primerjavi s postopkom brez gnojenja ter pri NPK gnojenju v primerjavi s postopkom s PK gnojenjem (delovanje dušika).	12
Preglednica 7: Ocena pridelka mrve, priporočeno gnojenje in priporočena raba travinja glede na globino in teksturo tal za nižinska predalpsko območje Slovenije (Čop, 2006)	13
Preglednica 8: Datumi košenj v poskusu v letu 2011	14
Preglednica 9: Rezultati kemijske analize goveje gnojevke, uporabljene na poskusu TRAVISTOR v letu 2011 (Infrastrukturni center za pedologijo in varstvo okolja, 2011)	15
Preglednica 10: Datumi florističnega popisa po Braun- Blanquetovi metodi, 2011	18
Preglednica 11: Statistično značilne razlike po funkcionalnih skupinah po Tukeyevem HSD testu ($\alpha=0,05$)	24
Preglednica 12: Shannonov indeks in število vrst s standardnimi napakami povprečij glede na režim košnje in režim gnojenja v letu postavitve poskusa (2011)	27
Preglednica 13: Povprečni letni pridelek zračno suhega zelinja (t/ha) v prvem letu poskusa (1999) na travniku zveze Arrhenatherion (Čop in sod., 1999)	32

KAZALO SLIK

Slika 1:	Načrt poskusa TRAVISTOR, Laboratorijsko polje BF, 2011	14
Slika 2:	Povprečna mesečna temperatura zraka na višini 2 m in mesečna količina padavin v letu 2010 na laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v primerjavi s 30-letnim referenčnim obdobjem (Ljubljana Bežigrad)	16
Slika 3:	Povprečna mesečna temperatura zraka na višini 2 m in mesečna količina padavin v letu 2011 na laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v primerjavi s 30-letnim referenčnim obdobjem (Ljubljana Bežigrad)	17
Slika 4:	Podobnost popisov z upoštevanjem pokrovnosti posameznih vrst. Popisi so označeni glede na način rabe.	20
Slika 5:	Podobnost popisov z upoštevanjem pokrovnosti posameznih vrst. Popisi so označeni po načinu gnojenja.	21
Slika 6:	Podobnost popisov z upoštevanjem prisotnosti posameznih vrst. Popisi so označeni glede na način rabe.	21
Slika 7:	Podobnost popisov z upoštevanjem prisotnosti posameznih vrst. Popisi so označeni po načinu gnojenja.	22
Slika 8:	Povprečna letna zastopanost (%) funkcionalnih skupin v travni ruši glede na režim košnje in režim gnojenja v letu postavitve poskusa (2011)	23
Slika 9:	Povprečna zastopanost (%) funkcionalnih skupin v travni ruši glede na režim košnje in režim gnojenja v letu postavitve poskusa (2011) pri dvokosni rabi	25
Slika 10:	Povprečna zastopanost (%) funkcionalnih skupin v travni ruši glede na režim košnje in režim gnojenja v letu postavitve poskusa (2011) pri trikosni rabi	25
Slika 11:	Povprečna zastopanost (%) funkcionalnih skupin v travni ruši glede na režim košnje in režim gnojenja v letu postavitve poskusa (2011) pri štirikosni rabi	26
Slika 12:	Povprečni letni pridelek suhega zelinja (t SS/ ha) s standardnimi napakami povprečij glede na režim košnje in režim gnojenja v letu postavitve poskusa (2011). S črkami so prikazane statistično značilne razlike med gnojenji znotraj posameznih režimov košenj (Tukeyev HSD test, $\alpha=0,05$).	28
Slika 13:	Povprečni pridelek (t SS/ ha) ter standardna napaka povprečja po obravnavanjih, prikaz po košnjah.	29

KAZALO PRILOG

- Priloga A: Spomladanski floristični popis travne ruše po parcelah v letu 2011 (metoda Braun-Blanquet)
- Priloga B: Terminski načrt košenj in gnojilni načrt poskusa v letu 2011
- Priloga C1: Tabela analize variance za split-plot poskus z rabo na glavnih parcelah in gnojenjem na podparcelah za pridelek
- Priloga C2: Tabela analize variance za split-plot poskus z rabo na glavnih parcelah in gnojenjem na podparcelah za Shannonov indeks pestrosti in število vrst
- Priloga C3: Tabela analize variance za split-plot poskus z rabo na glavnih parcelah in gnojenjem na podparcelah za povprečen letni odstotek trav, metuljnic in zeli

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

N	dušik
P	fosfor
K	kalij
NPK	dušik, fosfor, kalij
PK	fosfor, kalij
p.n.š.	pred našim štetjem
EU	Evropska unija
SS	suha snov
I	ilovica
Gi	glinasta ilovica
Mi	meljasta ilovica
Pg	peščeno glinasta tla,
Pgi	peščeno glinasta ilovica
Mgi	meljasto glinasta ilovica
P	peščena tla
Ip	ilovnato peščena tla

1 UVOD

Polnaravno travinje je nezamenljiv vir voluminozne krme za seno jedo živino. Je vrsta travinja, kjer degradirano travno rušo težko obnovimo, zato je izbira pravega sistema gospodarjenja ključnega pomena za optimiziranje pridelovanja krme in hkrati za ohranitev ekoloških vrednosti le-te.

Obseg polnaravnega travinja v Sloveniji se zmanjšuje od sedemdesetih let prejšnjega stoletja, v največji meri zaradi opuščanja njegove rabe in posledičnega zaraščanja z gozdom. Od leta 2000 do 2010 se je obseg travnikov in pašnikov zmanjšal za malo manj kot 30.000 ha in po zadnjem popisu znaša 285.713 ha (Statistični letopis Slovenije, 2011). Posebej so ogroženi ekstenzivni in floristično bogati travniki in pašniki, kjer so razmere za rast travne ruše kot tudi pridelovanje krme neugodne. Tu kmetje najprej prenehajo s pridelovanjem krme, kar povzroči hitro zaraščanje z grmovno in drevesno vegetacijo. Lesnate rastline v večini primerov prerastejo opuščene travnike v manj kot desetih letih.

Poznavanje povezav med botanično sestavo travne ruše in pridelovanjem krme je osnova za gospodarjenje na travinju in za ohranjanje njegove biotske pestrosti. V večini primerov zgleda, da je intenzivna in dobičkonosna pridelava krme na polnaravnem travinju nezdržljiva z ohranjanjem biodiverzitete (Nösberger in Staszewski, 2002, cit. po Kramberger, 2006; Plantureux in sod., 2005, cit. po Kramberger, 2006).

Z raziskavo v okviru diplomske naloge smo želeli preučiti zgodnje vplive različnih sistemov gospodarjenja s travno rušo na botanično sestavo in količino pridelane krme. Vključeni so bili vsi pomembni sistemi pridelovanja travniške krme na kosnih travnikih v Sloveniji. Med njimi so tudi taki, ki so nestrokovni, vendar se v praksi pojavljajo.

Ker smo poskus postavili na ekstenziven naturaliziran travnik, domnevamo:

- da bodo kombinacije košnje in gnojenja, ki predstavljajo sisteme rabe, pomembno vplivale na botanično sestavo in količino pridelka travniške krme že v prvem letu delovanja;
- da se bo zastopanost funkcionalnih skupin (trav, metuljnic in zeli) in travniških vrst spremenila predvsem zaradi različnega gnojenja;
- da bo gnojenje s PK gnojili in gnojevko (dve ločeni varianti) povečalo zastopanost metuljnic v travni ruši.

2 PREGLED OBJAV

2.1 TRAVINJE V EVROPI

Travinje je splošno definirano kot zelnata vegetacija, v kateri prevladujejo trave. Po nastanku ga delimo na naravno – klimatogeno in gojeno – antropogeno travinje. Klimatogeno travinje je vegetacija samoniklih trav in zelnatih dvokaličnic z malo ali brez lesnatih rastlin, ki uspeva brez delovanja človeka. Je klimaksna vegetacija določenega območja, predvsem pogojena s podnebno-talnimi razmerami (npr. nizkimi temperaturami ali visokimi temperaturami in sušo) (Čop, 2006b). Antropogeno travinje delimo na polnaravno travinje (ang. semi-natural grassland) in na sejano travinje (ang. sown grassland). Dumont in Tallowin (2011) sta polnaravno travinje definirala kot ekosistem, v katerem človek s pridelovanjem krme, to je košnjo ali pašo, preprečuje naravno zaraščanje v gozd. Polnaravno travinje ima relativno naraven karakter, zanj je značilna velika pestrost vrst ob ničnem ali majhnem vnosu hranil v tla. V Sloveniji štejemo med polnaravno travinje preko 90 % vsega travnatega sveta. Veliko tega travinja pridelovalci gnojijo – tudi z večjimi odmerki. Zaradi geografskih, klimatskih, edafskih in antropogenih dejavnikov so se skozi čas znotraj tega ekosistema razvile različne rastlinske združbe.

Evropska komisija je travinje glede na njegovo trajanje razdelila na trajno in začasno sejano. Leta 2004 je trajno travinje (ang. permanent grassland) definirala kot zemljišče s sejano ali naravno (samozasejano) travno rušo, ki ni v njivskem kolobarju in kjer vsaj pet let nepretrgoma poteka raba (EURLEX ..., 2004). Začasno sejano travinje (ang. temporary grassland) je izraz, ki se v Evropski uniji uporablja za travne in travno-deteljne posevke, ki so vključeni v njivski kolobar in so v rabi od enega do petih let. Enotna opredelitev izrazov je bila potrebna zaradi različnih kmetijskih praks v Evropski uniji. Tako npr. na Danskem sejejo travne mešanice za dobo dveh do štirih let, medtem ko na Irskem sejano travinje v kolobarju traja najmanj štiri leta, običajno pa mnogo dlje.

Podatki o obsegu trajnega travinja v Evropi se torej nanašajo na polnaravno in hkrati trajno sejano travinje (s trajanjem vsaj pet let). Delež površine začasnega sejanega travinja od površine vsega travinja je po državah EU zelo različen in se giblje med 10 in 20 %, Danska pa je edina država v kateri prevladuje začasno sejano travinje s 70 % (Reheul in sod., 2007).

V kategorijo polnaravnega travinja se v Evropi uvrščajo (White in sod., 2001, cit. po King, 2010):

- nižinski travniki in pašniki vključno s travniki poplavnih ravnic,
- višinski in alpski travniki in pašniki,
- travniki na apnenčasti podlagi, travniki na plitvih kamnitih tleh,
- kisli nižinski travniki in resave,
- stepe,
- mediteranski travnato-grmovnati mozaiki, npr. makija,
- travinje borealnega klimatskega pasu,
- gozdnata travišča z drevesno pašnimi sistemi rabe, kot je španska Dehesa in Baltski travniki,

- drevesni travniki,
- obmorska travišča klifov in sipin.

Opazimo lahko, da v kategoriji polnaravno travinje najdemo tudi nekaj kategorij travišč klimatogenega izvora in se v polnaravno travinje uvrščajo, ker na njih izvajajo ekstenzivno pašno ali kosno rabo.

V EU so kmetijska zemljišča v uporabi leta 2010 po analizi (EUROSTAT, 2012) pokrivala 172 milijonov ha. Od tega je bilo trajnega travinja v kmetijski rabi 32,9 %. O začasno sejanem travinju v Evropski uniji v tem viru ni podatkov.

Preglednica 1: Površina držav EU, Švice in Hrvaške ter delež trajnega travinja v kmetijski rabi od skupne površine v letu 2010 (EUROSTAT, 2012)

Država	Skupna površina (1000 ha)	Trajno travinje (%)
Belgija	3.053	16,3
Bolgarija	11.1	15,3
Češka	7.887	11,9
Danska	4.31	5,2
Nemčija	35.713	13,3
Estonija	4.523	4,3
Irska	7.029	44,1
Grčija	13.198	2,1
Španija	50.537	10,7
Francija	63.795	15,6
Italija	30.132	11,0
Ciper	925	0,4
Latvija	6.456	10,2
Litva	6.53	9,3
Luksemburg	259	26,0
Madžarska	9.303	10,8
Malta	32	0,0
Nizozemska	3.736	21,6
Avstrija	8.387	20,6
Poljska	31.268	10,3
Portugalska	9.191	19,4
Romunija	23.839	19,1
Slovenija	2.027	13,2
Slovaška	4.904	10,5
Finska	33.842	0,1
Švedska	45.03	1,0
Velika Britanija	24.41	46,1
Švica	4.12	26,1
Hrvaška	5.659	6,1
EU	27.441.412	13,0

Zaradi zelo različnega gospodarjenja s travinjem podatki o obsegu trajnega travinja v Evropi niso popolni. V njih niso vključene površine, ki po definiciji spadajo v kategorijo trajnega travinja, a kot to niso obravnavane zaradi odsotnosti ali nizke intenzivnosti kmetijske rabe. Statistične težave s travinjem v EU in Švici ponazarjamo z nekaterimi primeri. King (2010) navaja, da je v Nemčiji skoraj vsa rodovitna zemlja intenzivno obdelana, večina travnikov je sejanih, zato je pravih polnaravnih travnikov malo. Večinoma se pojavljajo le na območjih s slabimi ravnimi razmerami. V Angliji je obseg

polnaravnih travnikov veliko manjši od obsega trajnega travinja in znaša okrog 100.000 ha, od skupnih 4 milijonov ha travinja. Na Švedskem je registriranih 450.000 ha trajnih pašnikov, čeprav je trajnega travinja več kot 800.000 ha. V Franciji so leta 2009 beležili 7,4 milijona ha trajnega travinja, s travišči nad gozdno mejo skupaj 9,5 milijonov ha. V Španiji je celoten obseg trajnega travinja po nacionalnem programu ocenjen na 8,7 milijonov ha. V Bolgariji je bilo leta 2009 435.597 ha površin prepoznanih v kategoriji trajnih pašnikov, čeprav uradna državna statistika obravnava 1.718.029 ha trajnega travinja. Na Irskem je kvalifikacija težavna zaradi velikih površin mokrišč. Trajni pašniki zavzemajo 3,1 milijona ha, obseg celotnega trajnega travinja pa je ocenjen na 4,1 milijone ha. Čop (2006) navaja, da imajo v Švici okrog 500.000 ha planinskih pašnikov, ki jih ne uvrščajo med kmetijska zemljišča. V Sloveniji je v letu 2010 obseg trajnega travinja v rabi znašal 267.564 ha (EUROSTAT, 2012), po državni statistiki pa 284.659 ha. Trajni travniki in pašniki so v Sloveniji v letu 2010 zavzemali 14 % vsega ozemlja (2838.22 km² od 20.273 km²) in skoraj 60 % kmetijskih zemljišč v uporabi (Popis kmetijstva ..., 2012).

2.1.1 Nastanek in razvoj travinja v Srednji Evropi

V Evropi je travinje po površini znatno zastopano, tako kot na Zemlji v celoti, vendar pa je pretežno antropogenega in ne klimatogenega izvora (Čop, 2006b). Najpomembnejša območja kmetijsko produktivnega travinja se v Evropi nahajajo v zmerno toplem pasu, med 45° in 55° severne geografske širine. Na severu Norveške (70° severne geografske širine) poletno pašo omogoča toplem zalivski tok, dolga rastna sezona v Zahodni Evropi (0 do 10° zahodne geografske dolžine) pa je posledica ugodnih vplivov Atlantskega oceana (Scholz, 1975).

Razvoj travinja je mogoče časovno opredeliti z analizami fosilnih ostankov in razmerja v cvetnem prahu gozdne in negozdne vegetacije v talnih sedimentih. Indikator obstoja travnikov je cvetni prah navadne mrtve koprive (*Urtica dioica*) in ozkolistnega trpotca (*Plantago lanceolata*), nekdanji obstoj pašnikov pa dokazuje cvetni prah ali fosilni ostanki navadnega brina (*Juniperus communis*) (Hejcman in sod., 2012).

Antropogeno evropsko travinje je začelo nastajati kot drugotna vegetacija (sub-klimaksna vegetacija) po neolitski revoluciji pred približno 10.000 leti, ko je človek začel požigati gozdove in na krčevinah pasti živali in pridelovati poljščine (Čop, 2006b). V Srednji Evropi so bile manjše travnate površine rabljene že pred zgodnjim neolitikom (5500 p.n.š.), a večjega razvoja pašništva pred železno dobo ni mogoče dokazati. Prvi travniki, namenjeni spravilu sena so se pojavili okrog leta 500 p.n.š., polnaravno travinje se je po celi Srednji Evropi razširilo v dobi Rimskega cesarstva (Poschlod in Wallis De vries, 2002). Kosna raba se je po Evropi močnejše razširila precej kasneje in sicer z uvajanjem hlevske reje po reformah Marije Terezije (Eler, 2012). Na sedanja kmetijska zemljišča v Evropi, vključno s travinjem, je močno vplivala zelena revolucija, tj. uvedba vrstilnega kolobarja, gnojenja in prvih sort kulturnih rastlin v 18. stoletju ter hiter razvoj kmetijske tehnologije, posebno razvoj novih sort, varstva rastlin in kmetijske tehnike v 20. stoletju. Zaradi povečane produktivnosti pri pridelovanju kmetijskih rastlin, ki je iz tega sledila, se je v prvem obdobju površina kmetijskih zemljišč zmanjševala približno 100 let (1700-1800), v drugem obdobju pa se je to zmanjševanje začelo sredi 50-ih let prejšnjega stoletja in še vedno traja (Rabbinge in Diepen, 2000, cit. po Čop, 2006b).

2.1.2 Tipi polnaravnega travinja v Sloveniji

Slovenija je po svoji površini biotsko ena najbogatejših držav v Evropi. Po razpoložljivih podatkih je v Sloveniji evidentiranih okrog 22.000 rastlinskih in živalskih vrst, ocenjujejo pa, da jih tu dejansko živi vsaj med 50.000 in 120.000 (Mršić, 1997). Med višjimi rastlinami (semenkami in praprotnicami) je ogroženih dobrih 10 % od preko 3200 v Sloveniji prisotnih vrst. Ogrožene so predvsem rastline suhih in vlažnih travnišč. Z obsežnimi projekti izboljšave rabe zemljišč za intenzivnejšo proizvodnjo hrane se je obseg travnišč v nižinah v splošnem zmanjšal zaradi pretvorbe v obdelovalna zemljišča, v odročnejših in težje dostopnih predelih pa se večje površine travnišč zaraščajo. Na območjih z večjo površino vlažnih travnikov se površina teh travnikov stalno zmanjšuje, v bližini mest tudi zaradi urbanizacije (Narava in biotska raznovrstnost, 2012).

Kaligarič in Seliškar (1999) sta glede na ekološke razmere razčlenila osem glavnih tipov polnaravnega travinja v Sloveniji. Glavna dejavnika, ki jih opredeljujeta, sta kameninska podlaga in vlažnost rastišča. Za njihov obstoj je pomembna tradicionalna raba, ki pomeni manj intenzivno kosno rabo ali bolj izjemoma pašno rabo in uporabo majhnih odmerkov gnojil. Tradicionalna je tudi raba travnikov in pašnikov brez uporabe gnojil.

Kmetijsko najproduktivnejši travniki so nižinski travniki. Njihove agronomske karakteristike so odvisne predvsem od globine in vlažnosti tal ter gnojenja (Čop, 2006a). Sem spadajo:

Suboceanska/submediteranska suha in polsuha travnišča (*MESOBROMION*)

To so tipični srednjeevropski suhi in polsuhi travniki z ekstenzivno rabo. Razviti so na različnih geoloških podlagah, predvsem na apnencu. Najdemo jih tudi na flišu in kislih peščenih podlagah. Teren je praviloma nagnjen in južno eksponiran. V primeru rabe so ti travniki največkrat podvrženi intenzifikaciji, ob opustitvi rabe pa zaraščanju. Polsuhi in suhi travniki so lahko bogati z orhidejami (*Onobrychido-Brometum*). Od zveze *Arrhenatherion* jih loči le nižja vsebnost hranil v tleh.

Oligotrofni mokrotni travniki z modro stožko (*MOLINION*)

Travniki, v katerih se kot najpogostejša vrsta pojavlja modra stožka (*Molinia caerulea*), so značilni za izmenoma vlažno-suha rastišča – spomladi vlažna, lahko tudi poplavljen in v poletnem času suha. Tla so humusna v zgornjem horizontu, pretežno oglejena, zmerno kisle reakcije. Na Ljubljanskem barju so značilna še šotna tla. Floristična sestava je izredno bogata in pisana. Nekdaj obsežnejše površine so danes marsikje skrčene, izsušene ali zaraščene. Običajno so to malo gnojene 1-kosni travniki. Seno je slabe kvalitete so ga uporabljali predvsem kot steljo.

Gojeni mezotrofni in evtrofni nekoliko vlažni travniki (*ARRHENATHERETALIA*)

Gojeni travniki z visoko pahovko so najbolj intenzivne travniške površine, v večini primerov so najmanj 3-kosni, redno in obilno je tudi gnojenje. Preobilno gnojenje lahko povzroči uveljavljanje nekaterih v krmi nezaželenih nitrofilnih vrst, kot npr. *Rumex obtusifolius*. Ponekod je v gospodarjenje vključena jesenska paša. Gojeni mezotrofni in evtrofni nekoliko vlažni travniki se nahajajo na ravninah in zmernih nagibih od nižin do gorskega pasu in so rezultat delovanja človeka. Poraščajo predvsem globoka, sveža, zmerno kislota do bazična tla. Ti gojeni travniki so trajne združbe v primeru redne košnje in gnojenja z organskimi ali anorganskimi gnojili, ki nadomestijo s pridelkom odvzeta hranila. Na gojenih travnikih je značilna izredno hitra rast nadzemnih poganjkov zgodaj spomladi. Zmerno gnojeni mezotrofni in evtrofni nekoliko vlažni travniki so floristično bogati. V posameznih obdobjih lahko pri njih opazujemo značilne razvojne faze z dominantnimi vrstami. Spomladi je prva faza z regratom, tej sledijo faze z ripečo zlatico, kislico, cvetočimi travami in po košnji v poznem poletju z otavčičem. Travniki reda *Arrhenatheretalia* predstavljajo 27 % (84.809 ha) celotnega obsega travinja v Sloveniji, kar pomeni, da je vsaj četrtina naših travnikov zmerno gnojenih (Kaligarič in Seliškar, 2003).

Gojeni travniki z visoko pahovko (*ARRHENATHERION*)

so najbolj pogost tip gojenih nižinskih travnikov, ki sodijo v red *Arrhenatheretalia*. Dobro uspevajo na globokih rjavih tleh nevtralne do rahlo kisle reakcije. To so gnojeni 2- do 4-kosni travniki. Najdemo jih po celi Sloveniji v dolinah in na gričevjih, do nadmorske višine 500 m. Znotraj zveze *Arrhenatherion* sta se glede na različne ekološke razmere razvili dve združbi: visoko pahovkovje z rebrincem (*Pastinaco-Arrhenatheretum*) in visoko pahovkovje z gomoljasto zlatico (*Ranunculo bulbosi-Arrhenatheretum*).

2.2 KOŠNJA IN NJEN VPLIV NA TRAVNO RUŠO

Večino travniških rastlin predstavljajo rastline dolgega dne, zato travna ruša začne rasti zgodaj spomladi, ko se srednja dnevna temperatura zraka dvigne nad 5 °C in doseže svoj vrh generativne rasti konec junija, ko se začne dan krajšati. V naših rastnih razmerah travna ruša najbolje raste proti koncu aprila, v maju in na začetku junija, rast se nato v juliju in avgustu zmanjša, v septembru poveča in v oktobru zmanjša na minimum, dokler v novembru, ko pade temperatura pod vegetacijski prag, skoraj povsem preneha (Korošec, 1997).

Časovno pojavljanje različnih fenoloških faz v travni ruši je predvsem odvisno od vremena. Z gnojenjem na časovno pojavljanje fenoloških faz (latenje, cvetenje) ne moremo vplivati, medtem ko zgodnje spomladansko gnojenje, predvsem z dušikom, močno vpliva na bujnost in višino travne ruše, kar omogoča zgodnejšo prvo košnjo (Čížek, 1963; Krajčević, 1964; Alcock, 1966; Bommer, 1964, vse cit. po Korošec, 1997). Glede na intenzivnost rabe lahko travnike razdelimo na eno in več kosne, v praksi kosimo do šest krat. Na površinah, kjer je možno delo s stroji za košnjo večinoma uporabljamo različne strižne ali pa rotacijske kosilnike, na močno nagnjenih terenih pa se še vedno kosi tudi ročno. Optimalna višina košnje za ohranjanje obstojnosti travne ruše je 5 cm (Kramberger, 1994).

2.2.1 Vpliv kosne rabe na botanične lastnosti travne ruše

Trave, ki so najpomembnejši sestavni del travne ruše, so se skozi evolucijo dobro prilagodile na pogosto defoliacijo in gaženje. Vegetativni rastni vršički, ki se nahajajo v travnih poganjkih večji del leta, so zavarovani pred defoliacijo zaradi svoje nizke lege. Ti so razen v obdobju glavne generativne rasti od zadnje dekade aprila do konca junija pomemben vir nove rasti po defoliaciji. Poleg tega regeneracija po defoliaciji – še posebej med generativno rastjo trav – poteka tudi kot rast mladih stranskih poganjkov. Razraščanje predstavlja tudi klonalno obliko razmnoževanja trav in poteka skozi vse leto, vendar manj med generativno rastjo v maju in juniju (Čop, 2009). Trave se ločijo po višini rasti, od česar je odvisna njihova prilagoditev na pogostnost košnje ali paše. Visoke vrste trav dobro uspevajo pri manjši pogostnosti rabe (1 do 3 košnje), medtem ko mnoge srednje in nizke vrste trav dobro uspevajo pri bolj pogosti kosni ali permanentni pašno kosni rabi. V preglednici 2 je prikazana razdelitev gospodarsko najpomembnejših trav glede na njihovo prilagojenost na frekvenco rabe in intenzivnost gnojenja.

Preglednica 2: Najpogostejše vrste trav glede na intenzivnost gospodarjenja s travno rušo in njihova fenološka faza ob prvi košnji (Jeangros in Thomet, 2004)

Pogostnost rabe	Fenološka faza ob prvi košnji	Stopnja gnojenja	Glavne vrste trav
Velika	pred latenjem	visoka	<i>Lolium multiflorum</i> , <i>Lolium perenne</i> , <i>Poa pratensis</i> , <i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Poa trivialis</i>
Srednja	po latenju	srednja	<i>Dactylis glomerata</i> , <i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Festuca pratensis</i> , <i>Poa trivialis</i> , <i>Holcus lanatus</i>
Majhna	ob cvetenju	nizka	<i>Arrhenatherum elatius</i> , <i>Trisetum flavescens</i> , <i>Holcus lanatus</i> , <i>Cynosurus cristatus</i> , <i>Festuca rubra</i>
Zelo majhna	po cvetenju	brez gnojenja	<i>Bromus erectus</i> , <i>Briza media</i> , <i>Agrostis capillaris</i> , <i>Nardus stricta</i>

Prilagojenost metuljnic na pogostost defoliacije se med vrstami zelo razlikuje.

Surault in sod. (2006) navajajo, da črna detelja (*Trifolium pratense*) in lucerna (*Medicago sativa*) slabo prenašata pogosto defoliacijo, medtem ko visoka pogostost defoliacije (na 25 dni) dobro vpliva na razraščanje bele detelje (*Trifolium repens*), ki se odlično obnese pri pašni rabi. Bela detelja je manj obstojna v visoki, z dušikom gnojeni, poredko košeni travni ruši, saj zaradi svoje značilne nizke rasti z visokimi vrstami trav težko tekmuje za svetlobo (Haynes, 1980).

Zeli v travni ruši so po prehranski vrednosti pomemben vir rudninskih snovi (Pirhofer-Walzl in sod., 2011). Na splošno imajo globok koreninski sistem in s premeščanjem

mineralov v zgornje plasti tal izboljšajo tla ter dobro vplivajo na talno strukturo in prezračenost tal (Foster, 1988). Zaradi slabe prilagojenosti na pogosto defoliacijo in slabših možnosti konzerviranja (debela stebela se težko silirajo in listi se pri sušenju drobijo) so zeli v zelo intenzivnih sistemih kosne ali pašno kosne rabe večinoma obravnavane kot pleveli (Laberge in Saunders, 2002).

Na trajnem travinju naj bi bile trave, metuljnice in zeli v razmerju 50 do 70 % trav, 10 do 30 % metuljnic in 10 do 30 % zeli, tako razmerje je eden od pogojev za ustrezno kakovost zelinja in trajnost travne ruše (Evans in sod., 1992). Zapleveljenost travne ruše lahko povzroči intenzivna raba in gnojenje, zato je intenzivnost gospodarjenja na travinju omejena z odpornostjo travne ruše pred zapleveljanjem (Mihelič in sod., 2010). Zelo pogosta kosna ali intenzivna pašno-kosna raba zelo spremenita floristično sestavo travne ruše. Ob takšni rabi v njej ostanejo rastline, ki se razmnožujejo vegetativno (npr. navadna latovka, enoletna latovka, navadna črnoglavka), in tiste, ki semenijo pred prvo košnjo (npr. navadni regrat) (Kramberger, 1994). V raziskavi na Celjskem (Pevec, 2009) so najvišji odstotek zeli opazili na 3-kosnih travnikih, na katerih se je le-ta pri dolgoletni rabi gibal med 24 in 30 %, medtem ko je bil na 2-kosnih (8 do 16 %) in 4-kosnih (13 do 21 %) bistveno nižji. Najbolj razširjeni vrsti zeli sta bili na vseh travnikih navadni regrat in navadni rman. Problematiko zapleveljenosti lahko omilimo z zelo pozno prvo košnjo vsakih nekaj let, ki jo opravimo po osipanju semena večine trav. Krma s pozno košenih travnikov je primerna za krmljenje presušjenih krav molznic in plemenskih telic (Leskošek, 1993, cit. po Kramberger, 1994) in se torej ne izključuje z bolj intenzivno govedorejo.

Pogosta kosna raba zmanjša pestrost travne ruše. V raziskavi različnih sistemov rabe travinja v Avstriji so ugotovili največjo rastlinsko pestrost pri dveh košnjah, najmanjšo pa pri treh in štirih košnjah na leto. Pestrost travnikov, na katerih so sušili seno, se statistično ni razlikovala od travnikov, namenjenih za silažno krmo (Zechmeister in sod., 2003).

Podatki o zgodnjih vplivih različno pogoste kosne rabe na lastnosti travne ruše so v literaturi redki. Kirkham in Tallowin (1995) sta na planoti Somerset v poskusu z različnimi datumi ene košnje na leto ugotovila, da se že po prvem letu zmanjša floristična pestrost travnikov košenih v drugi polovici maja in po dveh letih travnikov košenih septembra ali maja. Največjo pestrost sta opazila na parcelah košenih avgusta.

2.2.2 Vpliv kosne rabe na količino pridelka

Pogostnost rabe odločilno vpliva na količino in kakovost pridelka zelinja, vendar je vpliv na količino pridelka izražen le, če gre za dovolj veliko razliko v pogostnosti rabe, kot na primer med 2-kosno, 6-kosno in 12-kosno rabo (Čop in sod., 1999). Na Češkem so padanje letne količine pridelka s pogostnostjo košnje dokazali na negnojenih travnikih (Kováčiková in sod., 2012), a trend padanja pridelka velja tudi za gnojene travnike (Leskošek, 1976).

Podatki o zgodnjih vplivih kosne rabe na količino pridelka so v literaturi redki.

V poskusu na zvezi *Arrhenatherion* s štirimi režimi košenj (4 košnje, 3 košnje, 2 košnji, 1 košnja) in štirimi ravnmi gnojenja (NPK: 0, 0-30-60, 90-30-60, 180-30-60) so na Češkem v prvem letu poskusa ugotovili najnižji pridelek pri 4-kosnem režimu brez gnojenja (4,68 t/SS/ha), najvišji pa pri 2-kosnem sistemu v kombinaciji z najvišjo ravno dušika (8,31 t/SS/ha) (Mičova in sod., 2006).

S pogostostjo rabe je zelo povezana tudi kakovost travniške krme. Ta se s pogostejšo rabo izboljšuje (Cmok, 1981). V preglednici so navedeni podatki o razponih za vsebnosti surovih beljakovin in surovih vlaknin kot pomembnih kazalcih kakovosti krme, ugotovljenih za 2-kosno, 3-kosno in 4-kosno rabo.

Preglednica 3: Vsebnost surovih beljakovin in surovih vlaknin v mrvi (15 % vlage) v vzorcih s tretjega leta poskusa s petih lokacij (Cmok, 1981)

Delež hranilnih snovi glede na pogostost rabe	2-kosna raba	3-kosna raba	4-kosna raba
Surove beljakovine (%)	7,33-16,54	8,82-14,96	10,04-18,44
Surove vlaknine (%)	17,14-31,64	17,73-28,83	17,94-26,72

2.3 GNOJENJE IN NJEGOV VPLIV NA TRAVNO RUŠO

Veliki in kakovostni travniški pridelki so zaželeni v intenzivnih kmetijskih sistemih in so pogojeni z visokimi odmerki gnojil, predvsem dušika. Po drugi strani je ekstenzivna raba manj obremenjujoča za okolje in je pomembna pri trajnostnem razvoju kmetijstva, a so pridelki s takih površin manjši in manj hranljivi (Varga in sod. 2007, cit. po Leto in sod., 2008; Izsaki, 2007, cit. po Leto in sod., 2008). Za trajno zagotavljanje kakovostnega pridelka moramo v zemljo vračati vsaj toliko hranil, kot jih je bilo iz zemlje odvzetih s pridelkom (Lockhart in Wieseman, 1988). To na splošno zagotavljajo odmerki, postavljeni v gnojilnih normah. V preglednici 4 so gnojilne norme za Slovenijo.

Preglednica 4: Gnojilne norme za 2-kosne, 3-kosne in 4-kosne travnike (kg hranila/ha). Stopnja III predstavlja gnojenje brez dušika, stopnja II manjšo in stopnja I večjo količino dušika, glede na želeno količino pridelka (Mihelič in sod., 2010).

Število košenj	Odmerek P2O5	Odmerek K2O	Stopnja intenz.	Gnojilna norma	Obroki N za			
					1. košnjo	2. košnjo	3. košnjo	4. košnjo
2 košnji + jesenska paša	50-70	100- 160	III	PK				
			II	N ₄₀ PK	40			
3 košnje	60- 80	120-200	I	N ₈₀₋₁₀₀ PK	40- 50	40-50		
			II	PK				
4 košnje	80-100	140-240	I	N ₁₀₀₋₁₄₀ PK	40-50	40-50	40-50	
			II	N ₁₈₀₋₂₀₀ PK	40-50	40-50	40-50	30-40
			I		V zelo ugodnih legah 50-70 vsakič			

Za zagotavljanje dobre rasti travne ruše in dobre kakovosti travniške krme je ključnega pomena tudi pH tal. Optimalna vrednost se pri 8 do 15 % humusa v zgornji 6 cm plasti tal giblje med 5,0 na težkih in 6,0 na lažjih tleh (Leskošek, 1976).

Čim bolj je kmetija usmerjena v živinorejo, tem več živinskih gnojil mora porabiti na travinju, čeprav se dušik iz živinskih gnojil na travinju izkorišča slabše kot na njivah (Mihelič in sod., 2010). Od hranil, ki jih govedo zaužije s krmo, gre v blato in seč približno 75 % dušika, 80 % fosforja in 90 % kalija. Mineralna gnojila predstavljajo v takšnih primerih torej le dopolnilo organskim gnojilom, z njimi nadoknadimo vsakoletne izgube, predvsem dušika (Leskošek, 1976). Intenzivneje kot gnojimo, več pozornosti moramo namenjati kakovosti pridelka. Schellberg in sod. (1999) ugotavljajo, da na tleh revnih s fosforjem pridelana krma ne ustreza prehranskim priporočilom za krave molznice v času laktacije. Mihelič in sod. (2010) pišejo, da se na premočno gnojenih površinah z dušikom lahko pojavi zastrupitev živine zaradi previsoke vsebnosti nebeljakovinskih oblik dušika v krmi.

Danes v intenzivni živalski proizvodnji tradicionalno rejo na nastilju zamenjuje reja na rešetkah ali na kratkih stojiščih z mehanskimi sistemi za odstranjevanje živalskih iztrebkov. Posledično organska gnojila s teh kmetij večinoma niso več v trdni (gnoj pomešan s slamo) in tekoči obliki (gnojnica) ampak v poltrdi obliki (gnojevka). Gnojevka je mešanica blata in urina. Z gnojevko lahko gnojimo površinsko s škropljenjem ali pa jo injiciramo v zgornjo plast tal (Lockhart in Wiseman, 1988). Povprečne vrednosti goveje gnojevke, shranjene v gnojničnih jamah so v preglednici 5.

Preglednica 5: Povprečne vsebnosti N, P, K in Mg (kg/m^3) v goveji gnojevki, shranjene v gnojnični jami (Lockhart in Wiseman, 1988). Številke brez oklepajev pomenijo hitro dostopno (v krajšem časovnem obdobju), številke z oklepaji pa skupno količino hranil.

Hranilo	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg
Gnojevka (krave molznice)	2,5 (5)	1 (2)	4,5 (5)	0,6
Gnojevka (goveji pitanci)	2(4)	1(2)	4,5 (5)	/

V zelo intenzivnih sistemih v kmetijstvu so danes količine apliciranih gnojil na travinju zelo visoke. Ena od držav z zelo intenzivnim kmetijstvom je Nizozemska. Tam poraba dušika iz mineralnih gnojil na travinju dosega v povprečju kar 220 kg/ha/leto na farmah z mlečno živino, poleg dušika iz organskih gnojil (Annon., 2002, cit. po Schils in Kok, 2003).

2.3.1 Vpliv gnojenja na botanične lastnosti

Gnojenje vpliva na število vrst, njihovo zastopanost in na razmerje med funkcionalnimi skupinami v travni ruši. Velja pravilo, da je ruša na bolj ekstenzivnih in revnejših travniških pestrejša (Tallowin, 1996).

Hranili, ki s povečanim vnosom v tla močno zmanjšujeta botanično pestrost travne ruše, sta dušik in fosfor. Predvsem se z gnojenjem zmanjša število vaskularnih vrst rastlin (Zechmeister in sod., 2003).

V primeru gnojenja z dušikom naj bi bil mehanizem zmanjševanja floristične pestrosti povečana rast bolj tekmovalnih rastlin. Posledica je senčenje nižjih in manj tekmovalnih rastlin, ki zaradi pomanjkanja svetlobe sčasoma odmrejo, kar je s poskusom dokazal Hautier s sodelavci (2009). Travno rušo je gnojil z dušikom in dovajal umetno svetlobo v spodnjo plast travne ruše ter tako preprečil izgubo rastlinske pestrosti. Nasprotno je pri zmernejši preskrbljenosti tal z dušikom kompeticija med rastlinami manjša in je vzpostavljeno sobivanje večinoma mezotrofnih vrst z manjšino oligotrofnih in evtrofnih vrst (Mufti in sod., 1977, cit. po Plantareux in sod, 2005; Grime, 1979, cit. po Plantareux in sod., 2005). Peeters in sod. (1994), cit. po Schellbergu in sod. (1999), poročajo o kritični meji fosforja v tleh, to je 5 mg P/100 g suhih tal (EDTA acetatna ekstrakcija), za ohranjanje velike botanične pestrosti travne ruše. Jannsens in sod. (1998) navajajo, da na tleh z več kot 5 mg fosforja na 100 g suhih tal ne uspeva več kot 20 rastlinskih vrst na 100 m². Ker se fosfor v tleh veže na aluminijeve in železove okside, se njegova vsebnost po prenehanju gnojenja v tleh zmanjšuje za okrog 10 do 20 kg/ha na leto. V času intenzivne pridelave krme se lahko fosfor v tleh naloži v tolikšni meri, da dolgoročno vpliva na zmanjšano botanično pestrost (Schellberg in sod., 1999). Ta je lahko že tako osiromašena, da si tudi po vzpostavitvi ugodnih talnih razmer ne opomore več, zato jo je potrebno izboljšati z dosejavanjem različnih vrst travniških rastlin (Mars, 1993). Gnojenje s kalijem na zmanjšanje števila vrst nima posebnih vplivov, saj največ travniških vrst najdemo pri preskrbljenosti 20 mg/100g suhih tal, to pomeni pri optimalni zalogi kalija v tleh (Jannsens in sod., 1998).

Gnojenje z dušikom v kombinaciji z eno košnjo povzroči razrast trav (86,3 %) na račun metuljnic in zeli (Štybnarova in sod., 2010). Gnojenje s fosforjem, kalijem, magnezijem in natrijem pa poveča delež metuljnic in zeli (Laberge in Saunders, 2002). García in sod. (2006) so dokazali, da učinki fosforja in kalija niso enaki za vse metuljnice. Poskus so kosili trikrat v letu, enajst let zapored na travniku reda *Arrhenatheretalia*. Gnojenje s fosforjem je pospešilo rast bele detelje, rast črne detelje pa se je ob gnojenju s fosforjem zelo zmanjšala. Prav tako se je rast bele detelje močno povečala ob gnojenju s kalijem, rast črne detelje pa se je ob gnojenju s kalijem zmanjšala, a manj signifikantno kot pri gnojenju s fosforjem. V primerjavi z belo deteljo ima črna detelja veliko manjšo sposobnost obraščanja. Na fosfor se začne pozitivno odzivati takrat, ko je v zemlji zadostna količina dušika za razraščanje (García in sod., 2006). Gnojenje z gnojevko poveča delež trav in zeli, predvsem nitrofilnih, kot sta navadni regrat in topolistno ščavje, katerega seme preživi prebavo prežvekovalcev in se z gnojenjem še bolj razširi po travniku (Plantareux in sod., 2005).

Podatki o zgodnjih vplivih gnojenja na botanične lastnosti travne ruše so v literaturi redki. Kirkham in Tallwin (1995) sta tri leta beležila število vrst in zastopanost rastlinskih vrst pri dveh ravneh gnojenja z dušikom (0 in 200 kg/ha na leto) na travnikih pokošenih enkrat na leto v različnih mesecih (maj, julij, avgust ali september). V prvem letu poskusa se je pestrost (Shannonov indeks) najbolj znižala pri zgodnji, majski košnji na gnojenih parcelah. García in sod. (2011) navajajo znižanje Shannonovega indeksa pri vseh obravnavanjih v 1. letu poskusa, ki so vključevala različna gnojenja (NP, NK, PK, NPK). Shannonov indeks pestrosti je bil najnižji pri obravnavanjih z NP in NPK in sicer pri obeh obravnavanjih 2,85 (kontrola brez gnojenja 3,66).

2.3.2 Vpliv gnojenja na količino pridelka

Bolj intenzivno kot je gospodarjenje, večji je pridelek travniške krme. Čeprav se količina pridelka s pogostostjo rabe zmanjšuje, je količina pridelane krme v intenzivnih sistemih rabe velika zaradi obilnega gnojenja (Schellberg in sod., 1999). Gnojenje negnojenih travnikov na splošno zelo poveča količino pridelka. Ta povečanja v povprečju znašajo od 30 % do 150 % (Renčelj, 1981; Mičova in sod., 2006; Zechmeister in sod., 2003). Primerjava pridelkov in prirastov mrve glede na gnojenje, ki so jih ugotovili različni avtorji, je v preglednici 6. Podatki o količinah hranil v prispevku niso bili navedeni.

Preglednica 6: Letni pridelki mrve (t/ha) pri različnem gnojenju in prirastki pridelka mrve, ugotovljeni od različnih avtorjev (cit. po Renčelj, 1981). Prirastki so prikazani pri PK in NPK gnojenju v primerjavi s postopkom brez gnojenja ter pri NPK gnojenju v primerjavi s PK gnojenjem (delovanje dušika).

Avtor	Letni pridelek mrve (t/ha):			Prirastek (t/ha) zaradi:		
	Negnojeno	PK	NPK	PK	NPK	N
Gericke	5,5	7,8	8,4	2,7	3,4	0,6
Zurn	3,9	6,8	8	2,8	4,1	1,3
Schechtner	4,5	7,1	7,9	2,6	3,4	0,8
Siebold	3,5	6,9	7,6	3,4	4,2	0,8
Vovk	4,5	6,6	7,8	2,1	3,3	1,2
Leskošek	4,5	7,4	7,9	2,9	3,5	0,6
Renčelj	1,7	2,9	3,4	1,2	1,8	0,5

Pridelovalni potencial travinja se razlikuje predvsem glede na podnebne razmere. Pri nas je za travniško pridelavo najbolj ugodno predalpsko nižinsko območje. Poleg podnebja oziroma vremena na pridelek s travinja zelo vplivata globina in tekstura tal.ocene pridelka mrve, priporočeno gnojenje in raba travinja glede na globino in teksturo tal za nižinske travne površine predalpskega sveta so v preglednici 7.

Preglednica 7: Ocena pridelka mrve, priporočeno gnojenje in priporočena raba travinja glede na globino in teksturo tal za nižinsko predalpsko območje Slovenije (Čop, 2006a).

	Globoka tla			Plitva tla	
Tekstura	I/GI/MI	PG/PGI/MGI	PI/MG/G	PI/PG/PGI/MG/MGI	P/IP
Pridelek (t SS/ha/leto)	9,5-11,5	8,0-10,0	6,5-8,0	4,5-6,0	1,5-3,5
Gnojenje NPK (kg hranila/ha/leto, P in K v oblikah P ₂ O ₅ in K ₂ O)	240-100-200	180-80-200	100-70-150	50-60-100	Blato+seč
Raba	4 k, 3 k, 6pk	3k, 5pk	2k (+p), p	1k (+p), p	p

Oznake teksture tal pomenijo: i= ilovica, gi=glinasta ilovica, mi= meljasta ilovica, pg= peščeno glinasta tla, pgi= peščeno glinasta ilovica, mgi=meljasto glinasta ilovica, p= peščena tla, ip= ilovnato peščena tla

Oznake rabe pomenijo: 1k= ena košnja, 2k=2 košnji, 3k=3 košnje, 4k= 4 košnje
5pk=5 rab, pašno kosna raba, 6pk= 6 rab, pašno kosna raba, p=paša

Podatki o zgodnjih vplivih gnojenja na količino pridelka travniške krme so v literaturi redki. Renčelj (1981) navaja 100 % povečanje pridelka pri gnojenju z NPK v prvem letu poskusa.

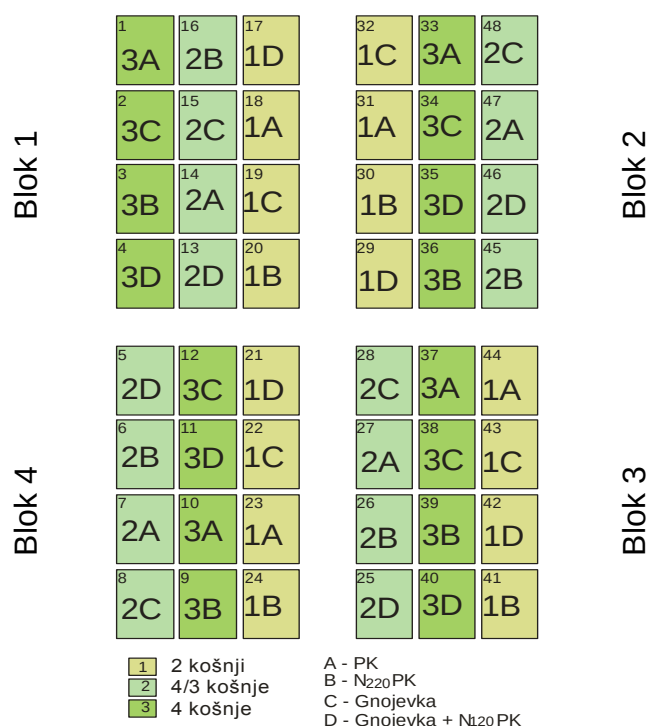
3 MATERIALI IN METODE

3.1 OPIS POSKUSNE PLOSKVE

Poskus z akronimom TRAVISTOR je bil zasnovan 1. aprila 2011 na naturaliziranem travniku zveze Arrhenatherion na poskusnem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani. Na površini se je med letoma 2001 in 2011 izvajala pašna kosna raba s pašo ovac v spomladansko jesenskem času, v poletnem času je bil travnik enkrat košen.

3.1.1 Zasnova poskusa

Travniški poskus je bil zasnovan v obliki deljenk (split-plot) z dvanajstimi obravnavanji v štirih ponovitvah. Posamezne ploskve so velikosti 10 m^2 v razmerju stranic $2 \times 5\text{ m}$. Meje med ploskvami so bile začrtane in vzdrževane s herbicidom na osnovi glifosata. Velikost poskusa vključno z mejami je 588 m^2 . Na glavnih parcelah so trije režimi košnje (2 košnji, 4 košnje s pozno 1. košnjo vsako 3. leto (= 4/3 košnje, 4 košnje), na podparcelah pa so štirje režimi gnojenja (PK, N_{220} PK, gnojevka, gnojevka + N_{120} PK). Podrobni podatki o gnojenju so v prilogi B1.



Slika 1: Načrt poskusa TRAVISTOR, Laboratorijsko polje BF, 2011

Datumi košenj poskusa so v preglednici 8:

Preglednica 8: Datumi košenj na poskusu TRAVISTOR v letu 2011

košnja/raba	1. košnja	2. košnja	3. košnja	4. košnja
2 košnji	7.6.	17.8.		
4/3 košnje	11.7.	24.8.	20.10.	
4 košnje	18.5.	1.7.	19.8.	19.10.

V poskusu uporabljena gnojevka je bila pred uporabo shranjena v laguni. Vsebnosti hranil v uporabljeni gnojevki so v preglednici 9.

Preglednica 9: Rezultati kemijske analize goveje gnojevke, uporabljene na poskusu TRAVISTOR v letu 2011 (Analitski rezultati ... dodatkov tlom, 2011)

Suha snov [%]	Org. snov [%]	N [kg/m ³]	P (P ₂ O ₅) [kg/m ³]	K (K ₂ O) [kg/m ³]
	(v suhem vz.)	(v svežem vz.)	(v svežem vz.)	(v svežem vz.)
6,9	84,3	2,9	0,43 (0,98)	1,60 (1,94)

3.1.2 Tla in vremenske razmere

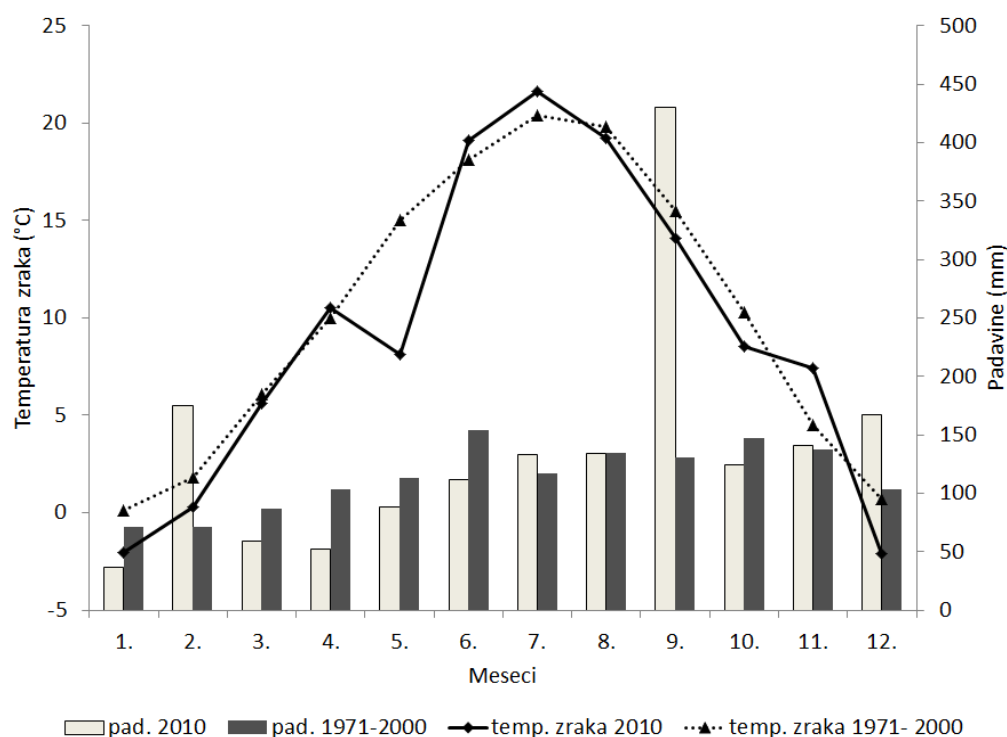
3.1.2.1 Tla

Tla na poskusni ploskvi so evtrična oglejena tla zmerno kisle reakcije (pH v 0,01 M CaCl₂ = 6,4). Ob postavitvi poskusa je bila založenost tal s fosforjem zelo slaba (5,8 mg P₂O₅/100 g tal), založenost s kalijem pa slaba (12,5 mg K₂O/100 g tal) (Analitski rezultati talnih vzorcev, 2011).

3.1.2.2 Vremenske razmere na poskusni lokaciji

Analizirali smo mesečne količine padavin in povprečne mesečne temperature zraka na višini 2 m za leto poskusa 2011 in za leto 2010. Te vrednosti, ki so bile izmerjene na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete smo primerjali s 30-letnim povprečjem (1971-2000) za meteorološko postajo Ljubljana Bežigrad (Podnebne razmere ..., 2012).

Prikaz vremenskih razmer na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v letu 2010 v primerjavi s 30-letnim referenčnim obdobjem za meteorološko postajo Ljubljana Bežigrad je na sliki 2.

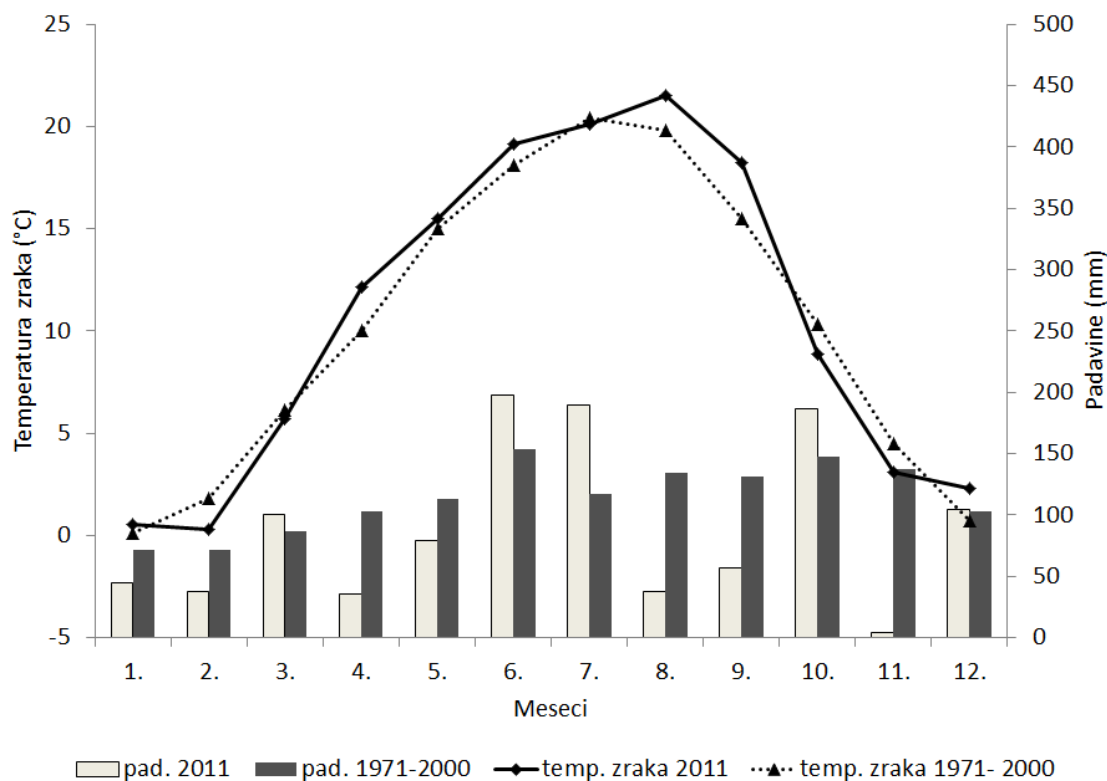


Slika 2: Povprečna mesečna temperatura zraka na višini 2 m in mesečna količina padavin v letu 2010 na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v primerjavi s 30-letnim referenčnim obdobjem za meteorološko postajo Ljubljana Bežigrad. Vremenski podatki za dneve 1.-4.3. 2010 in 30.9. 2010 so iz vremenske postaje Lj.- Bežigrad (Podnebne razmere ..., 2012)

Povprečna letna temperatura zraka merjena na laboratorijskem polju Biotehniške fakultete je bila v letu 2010 glede na 30-letno referenčno obdobje (vremenska postaja Ljubljana Bežigrad, 1971-2000) nižja za 1 °C. Od povprečja najbolj odstopa mesec maj s 6,9 °C nižjo povprečno temperaturo.

V letu 2010 je letna količina padavin znašala 1652 mm, kar je 28 % (296 mm) več kot v referenčnem obdobju. Največ padavin je padlo v mesecu septembru (430 mm), kar je za 230 % več od dolgoletnega povprečja (131 mm). Pozimi je bilo padavin več kot v referenčnem obdobju (Podnebne razmere ..., 2012).

Na sliki 3 so prikazane povprečne mesečne temperature zraka na višini 2 m in povprečne mesečne količine padavin na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v letu 2011 v primerjavi s 30-letnim referenčnim obdobjem (1971-2000) za meteorološko postajo Ljubljana Bežigrad.



Slika 3: Povprečna mesečna temperatura zraka na višini 2 m in mesečna količina padavin v letu 2011 na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v primerjavi s 30-letnim referenčnim obdobjem za meteorološko postajo Ljubljana Bežigrad (Podnebne razmere ..., 2012)

Povprečna letna temperatura je bila leta 2011 v primerjavi s 30-letnim referenčnim obdobjem višja za 0,4 °C. Najvišja povprečna mesečna temperatura zraka je bila izmerjena v avgustu (21,5 °C), kar je za 2,5 °C več od povprečne avgustovske temperature v referenčnem obdobju. V letu 2011 izstopa tudi povprečna mesečna temperatura v mesecu septembru. Ta je bila v primerjavi z dolgoletnim povprečjem višja za 2,7 °C. Najtoplejši spomladanski mesec je bil april s povprečno temperaturo 12,2 °C, kar je za 2,1 °C več kot v referenčnem obdobju (Podnebne razmere ..., 2012).

V primerjavi z referenčnim obdobjem je bilo leto 2011 relativno sušno leto. Zapadlo je 1072 mm padavin, kar je za 22 % (296 mm) manj kot v dolgoletnem povprečju (1368 mm). V januarju in februarju je padlo skupaj 82 mm padavin, kar je za 73 % manj kot v referenčnem obdobju (142 mm). V rastni dobi sta bila sušna meseca april in maj. Količina padavin v aprilu in maju skupaj je znašala 114 mm, kar je skoraj za polovico manj od dolgoletnega povprečja (216 mm). Izredno sušna sta bila tudi avgust in september, več padavin kot v 30-letnem referenčnem obdobju pa je padlo junija in julija.

3.2 MERITVE LASTNOSTI TRAVNE RUŠE

3.2.1 Botanična sestava ruše in njena pestrost

Sestavo travne ruše vsake ploskve posebej smo izvajali v več terminih pred prvo košnjo (preglednica 10) po standardni Braun-Blanquetovi metodi, pri kateri smo vizualno ocenili pokrovnost in zastopanost vsake ugotovljene vrste posebej. Lestvica za ocenjevanje pokrovnosti in številčnosti ima šest stopenj:

- 5 - vrsta pokriva ne glede na število osebkov 75 do 100 % popisne ploskve;
- 4 - vrsta pokriva ne glede na število osebkov 50 do 75 % popisne ploskve;
- 3 - vrsta pokriva ne glede na število osebkov 25 do 50 % popisne ploskve;
- 2 - vrsta pokriva ne glede na število osebkov 10 do 25% popisne ploskve;
- 1 - vrsta pokriva ne glede na število osebkov 1 do 10% popisne ploskve;
- + - vrsta je zastopana z malo primerki, ali pokriva manj kot 1 % popisne ploskve.

Preglednica 10: Datumi florističnega popisa po Braun-Blanquetovi metodi na poskusu TRAVISTOR, 2011

postopek 3 (4 kosna raba)	11.-12. maj 2011
postopek 1 (2 kosna raba)	1.jun.11
postopek 2 (4 kosna raba s 1. pozno košnjo vsako 3. leto)	14.jun.11

Delež funkcionalnih skupin travne ruše smo določili s prebiranjem svežih vzorcev, vzetih pred vsako košnjo z vseh parcel z vzorčnih parcelic s površino $0,7 \times 0,7$ m. Določili smo zastopanost trav (Poaceae), metuljnic (Fabaceae) in zeli (rastline iz ostalih družin). Delež funkcionalnih skupin smo pred statistično analizo transformirali s formulo:

$$p = \arcsin (\sqrt{\text{delež}}) \quad \dots (1)$$

Za ugotavljanje rastlinske vrstne pestrosti smo uporabili dva kazalca in sicer število vrst ter Shannonov indeks pestrosti. Shannonov indeks (H) je matematična mera za določitev pestrosti združbe. Njegova vrednost poda o pestrosti združbe več informacij kot zgolj število vrst, saj indeks upošteva tudi relativno zastopanost določene rastlinske vrste. Višja vrednost indeksa pomeni večjo pestrost združbe.

Shannonov indeks pestrosti izračunamo po formuli:

$$H = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i \quad \dots (2)$$

H Shannonov indeks pestrosti

S Število vseh vrst v travni ruši

p_i delež pokrovnosti i -te vrste (%/100)

Za izračun Shannonovega indeksa smo Braun-Blanquetove ocene pretvorili v sredine pokrovnostnih razredov po sledečem ključu: + = 0,5 %; 1 = 2,5 %; 2 = 15,0 %; 3 = 37,5 %; 4 = 62,5 %; 5 = 87,5 %. Za posamezen popis smo deleže vrst preračunali na skupno vsoto pokrovnosti 100 %.

3.2.2. Meritve količine pridelka

Ruša je bila košena na višino 5 cm ob določenih terminih (priloga B1). Takoj po košnji smo stehali maso svežega zelinja z vsake parcele posebej in prišteli še maso vzorca vzeto za analizo funkcionalnih skupin. Za določitev zračno suhe snovi smo po tehtanju celotne sveže mase odvzeli 1 do 1,5 kg velike vzorce in jih sušili v sušilniku 3 dni na 50 °C. Absolutno suho snov smo dobili z dosušitvijo zračno suhih vzorcev (24 ur, 105 °C), ki smo jih pred analizo zmleli skozi 1 mm sito.

3.2.3 Statistična obdelava podatkov

Izračun povprečji, standardnih napak in grafične prikaze smo naredili v programu Microsoft Excel 2010. Analiza variance je bila narejena v programu R. Dobljene statistično značilne razlike smo testirali s Tukeyevim testom.

Podatke o botanični sestavi smo obdelali s korespondenčno metodo ter na ta način preučili podobnost popisov v vrstni sestavi. Napravili smo dve varianti analiz: (1) z upoštevanjem pokrovnosti vrste (pokrovnostni deleži, uporabljeni za izračun Shannonovega indeksa – zvezni podatek) in (2) z upoštevanjem le prisotnosti vrst (binomski podatek). Rezultate smo prikazali v obliki ordinacije z upoštevanjem prvih dveh korespondenčnih osi.

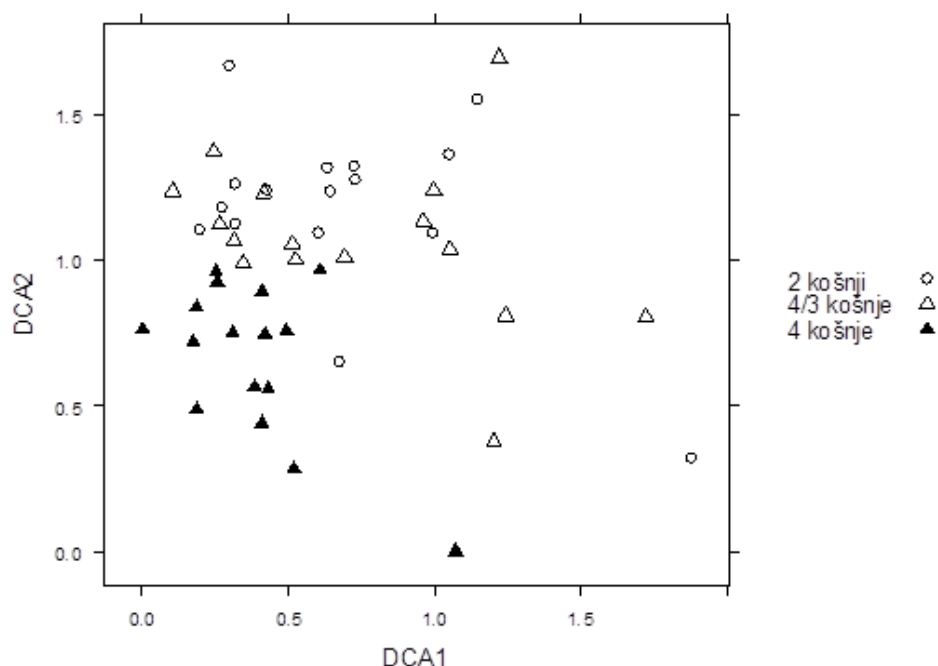
4 REZULTATI

4.1 BOTANIČNA SESTAVA RUŠE IN NJENA PESTROST

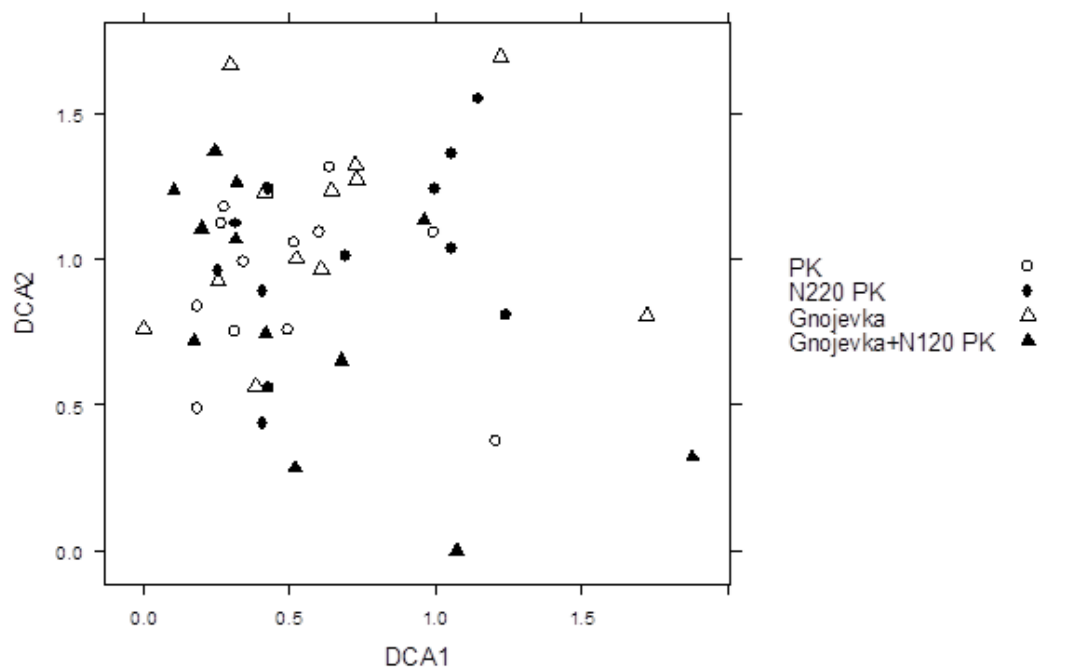
4.1.1 Podobnost popisov in ordinacija

V tem delu raziskave smo na podlagi korespondenčne analize analizirali podobnost popisov v sestavi rastlinske združbe, da bi ugotovili, ali se le-ti ločijo po katerem od preučevanih dejavnikov. V prvem koraku smo v korespondenčni analizi upoštevali pokrovnost vrst. Rezultat je ordinacijski diagram prvih dveh korespondenčnih osi (sliki 4 in 5). Prvi diagram kaže na nekoliko drugačno sestavo 4-kosne rabe v primerjavi z drugima dvema načinoma rabe. Posamezni načini gnojenja ne kažejo razlik v sestavi, zato so vzorci med seboj pomešani in ne tvorijo skupin.

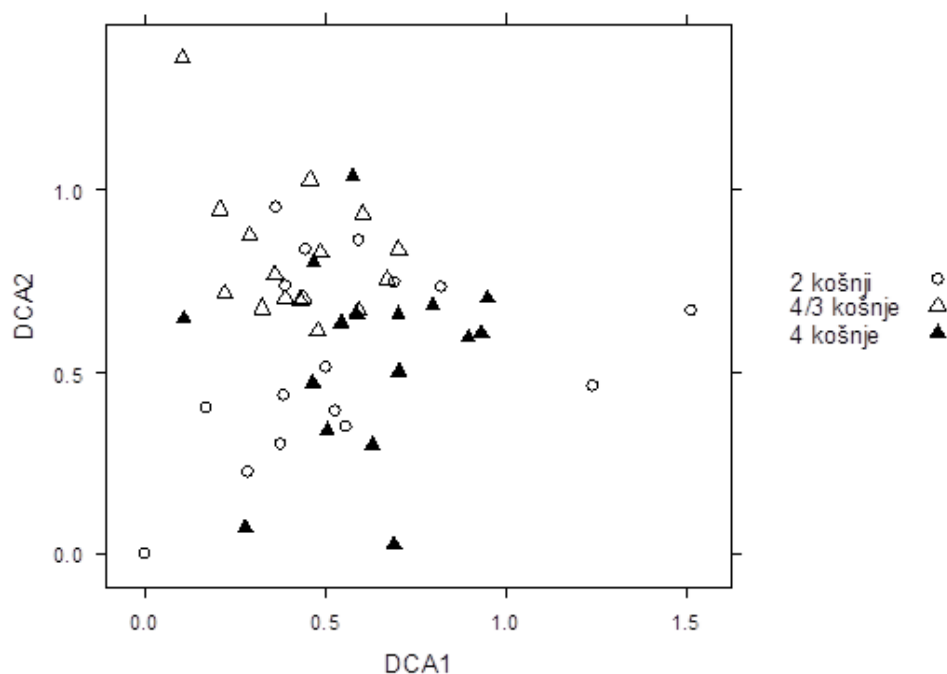
Razlike v sestavi zaradi načina rabe, ki so se pokazale pri korespondenčni analizi, pa so lahko zgolj artefakt nekoliko kasnejšega popisovanja 2- in 3-kosnih obravnavanj, ko so se določene rastline v tem vmesnem času bolj obrasle kot druge in so se zato spremenila pokrovnostna razmerja med vrstami. V drugem koraku smo zato za korespondenčno analizo upoštevali le binarni podatek (vrsta prisotna-odsotna), s čimer se vpliv zamaknjene časa popisovanja zmanjša. Ordinacijski diagram te analize je na slikah 6 in 7, kjer ni več opaznega vpliva niti rabe niti gnojenja na sestavo travne ruše.



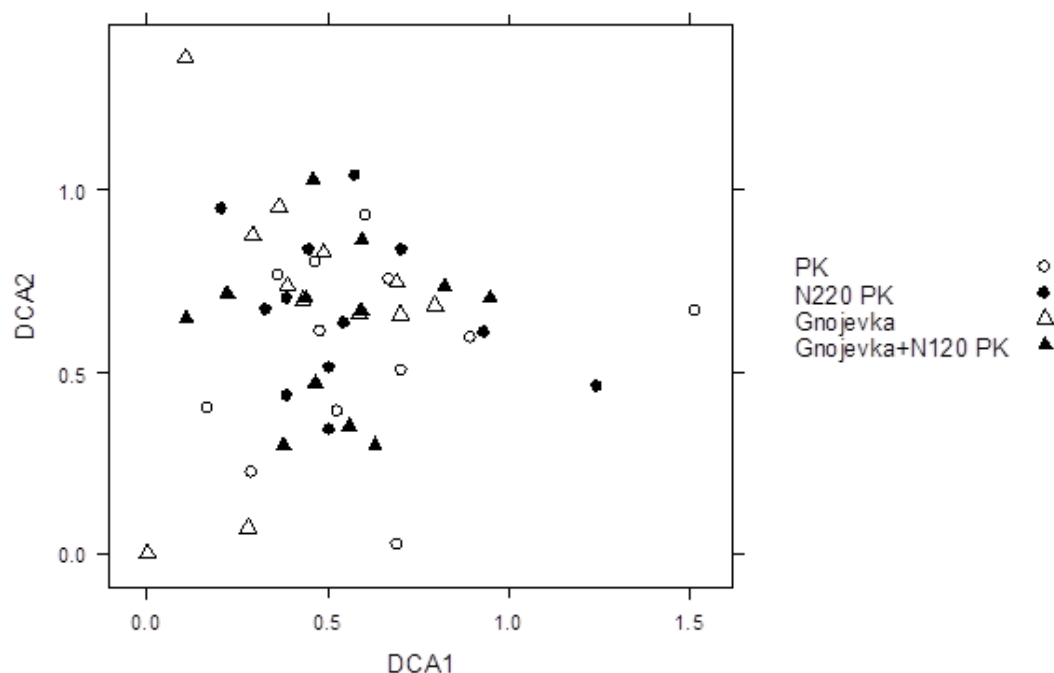
Slika 4: Podobnost popisov z upoštevanjem pokrovnosti posameznih vrst. Popisi so označeni glede na način rabe.



Slika 5: Podobnost popisov z upoštevanjem pokrovnosti posameznih vrst. Popisi so označeni po načinu gnojenja.



Slika 6: Podobnost popisov z upoštevanjem prisotnosti posameznih vrst. Popisi so označeni glede na način rabe



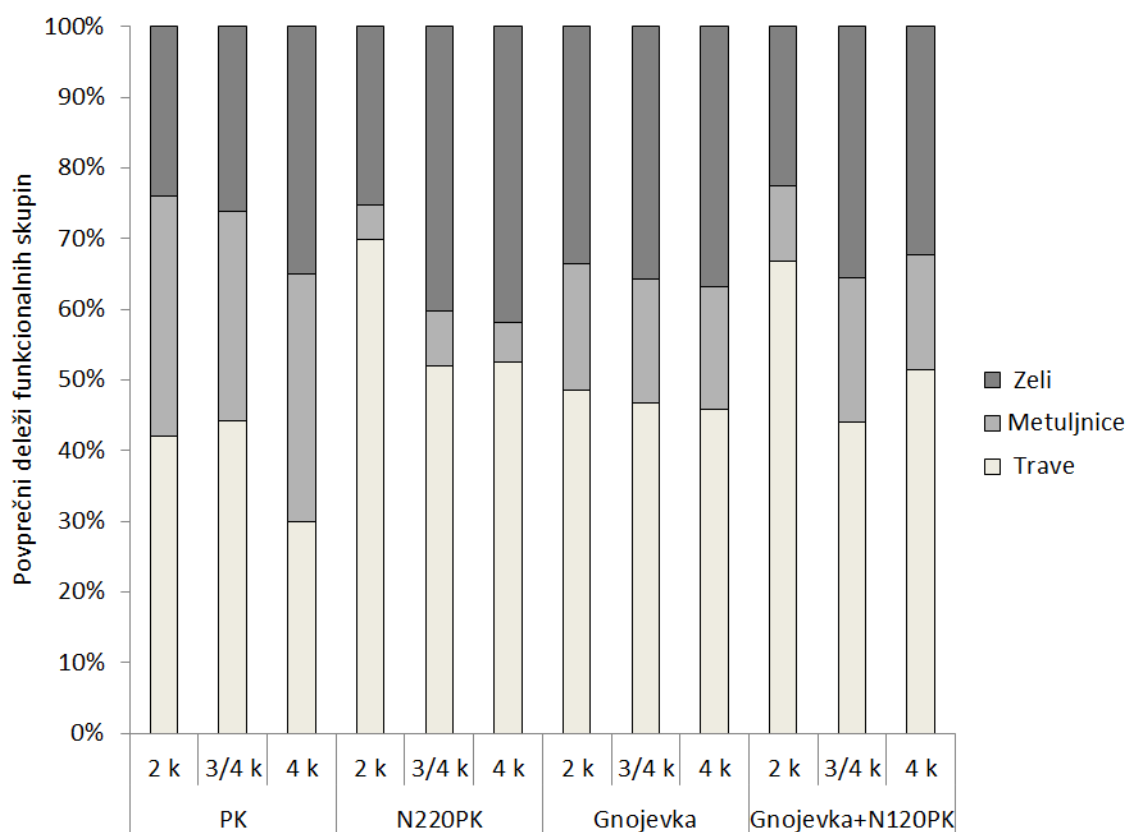
Slika 7: Podobnost popisov z upoštevanjem prisotnosti posameznih vrst. Popisi so označeni po načinu gnojenja.

4.1.2 Funkcionalne skupine

Predstavljeni so povprečni letni deleži funkcionalnih skupin v travni ruši in deleži funkcionalnih skupin po košnjah.

4.1.2.1 Povprečni letni deleži funkcionalnih skupin v travni ruši

Na sliki 8 je prikazano letno povprečje deležev funkcionalnih skupin v travni ruši po obravnavanjih.



Slika 8: Povprečna letna zastopanost (%) funkcionalnih skupin v travni ruši glede na režim košnje in režim gnojenja v letu postavitve poskusa (2011).

Analiza je pokazala, da ima na odstotek trav močan vpliv tako raba ($p = 0,0103$) kot tudi gnojenje ($p = 8,24 \times 10^{-5}$). Na odstotek metuljnic ima raba mejni vpliv ($p = 0,042$) in gnojenje močan vpliv ($p = 3,07 \times 10^{-10}$). Na odstotek zeli ima raba mejni vpliv ($p = 0,0418$), gnojenje pa nima vpliva. Interakcij ni.

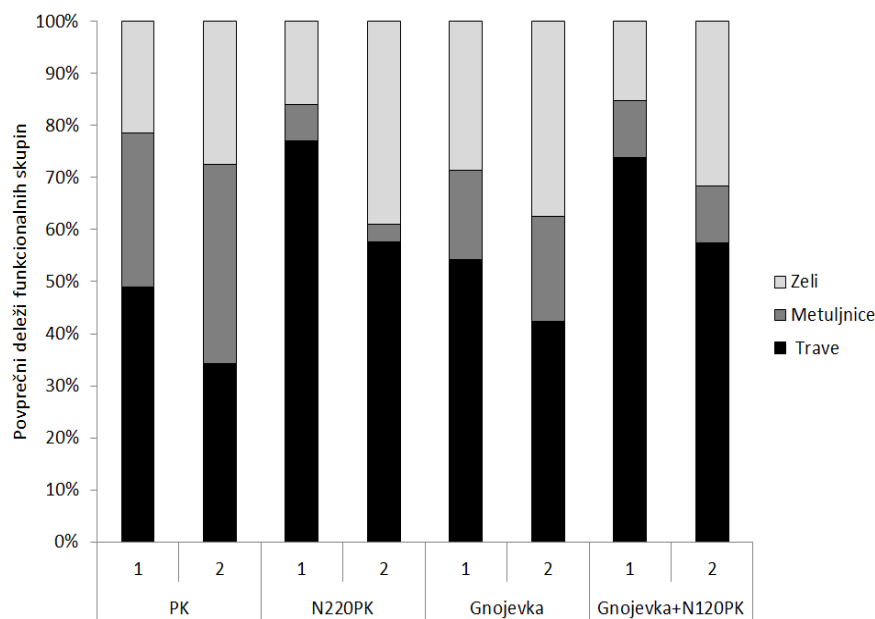
Preglednica 11: Tukeyev HSD test ($\alpha = 0,05$) razlik med obravnavanimi režimi košnje ne glede na gnojenje in med obravnavanimi načini gnojenja ne glede na košnjo. Enaka črka v stolpcu povezuje obravnavanji, ki se po zastopanosti funkcionalne skupine ne ločita med seboj.

Funkcionalna skupina:	Trave	Metuljnice	Zeli
Vpliv košnje	a 2 košnji b 3/4 košnje b 4 košnje	Ni statistično značilnih razlik	a 4 košnje ab 3/4 košnje b 2 košnji
Vpliv gnojenja	a N ₂₂₀ PK ab Gnojevka+ N ₁₂₀ PK bc Gnojevka c PK	a PK b Gnojevka b Gnojevka+ N ₁₂₀ PK c N ₂₂₀ PK	Ni statistično značilnih razlik

4.1.2.2 Deleži funkcionalnih skupin v travni ruši po košnjah

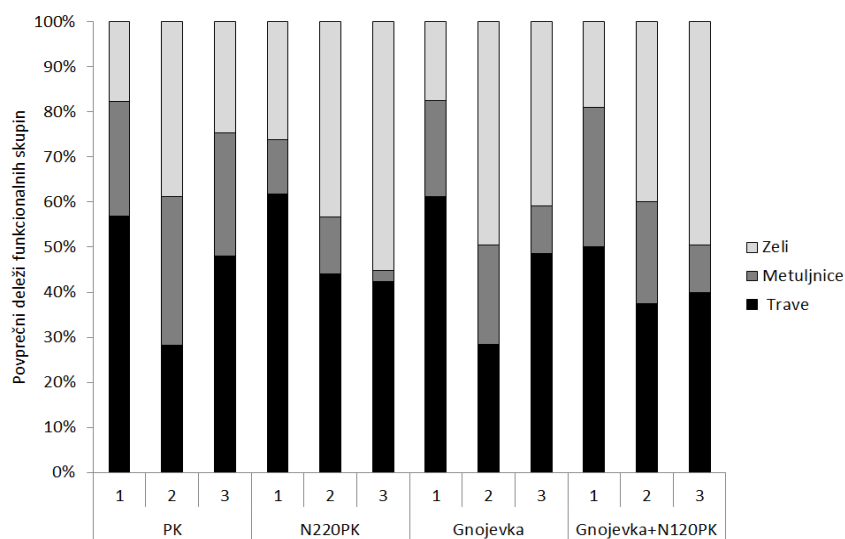
Analizirali smo deleže funkcionalnih skupin po košnjah za vsako obravnavanje posebej (slike 9, 10 in 11). Analiza je pokazala, da se delež trav pri vseh obravnavanjih v primerjavi s prvo košnjo pri drugi košnji zmanjša, z vsako nadaljno košnjo pa zopet naraste (3-kosna raba, 4-kosna raba). Delež metuljnic je na splošno najmanjši pri vseh obravnavanjih z največjo količino apliciranega dušika (N₂₂₀PK) in največji pri obravnavanjih s PK gnojenjem in ostaja pri vseh gnojenjih skozi sezono relativno stabilen. Pri večini obravnavanj se z vsako naslednjo košnjo poveča delež zeli v travni ruši, najbolj izrazito pri obravnavanjih z NPK gnojenjem.

Pri 2-kosni rabi se pri vseh obravnavanjih delež trav pri drugi košnji zmanjša in sicer najmanj pri obravnavanju s PK gnojenjem (za 14,2 odstotnih točk) in največ pri obravnavanju z N₂₂₀PK gnojenjem (za 20,6 odstotnih točk; slika 9). Delež metuljnic ostaja skozi rastno sezono stabilen, zmanjša se le pri obravnavanju z N₂₂₀PK gnojenjem, in sicer iz 6,9 na 3,3 %. Delež zeli se v primerjavi s prvo košnjo pri drugi košnji poveča, najmanj pri obravnavanju s PK gnojenjem (za 5,9 odstotnih točk) in največ pri N₂₂₀PK gnojenju (za 23,1 odstotnih točk).



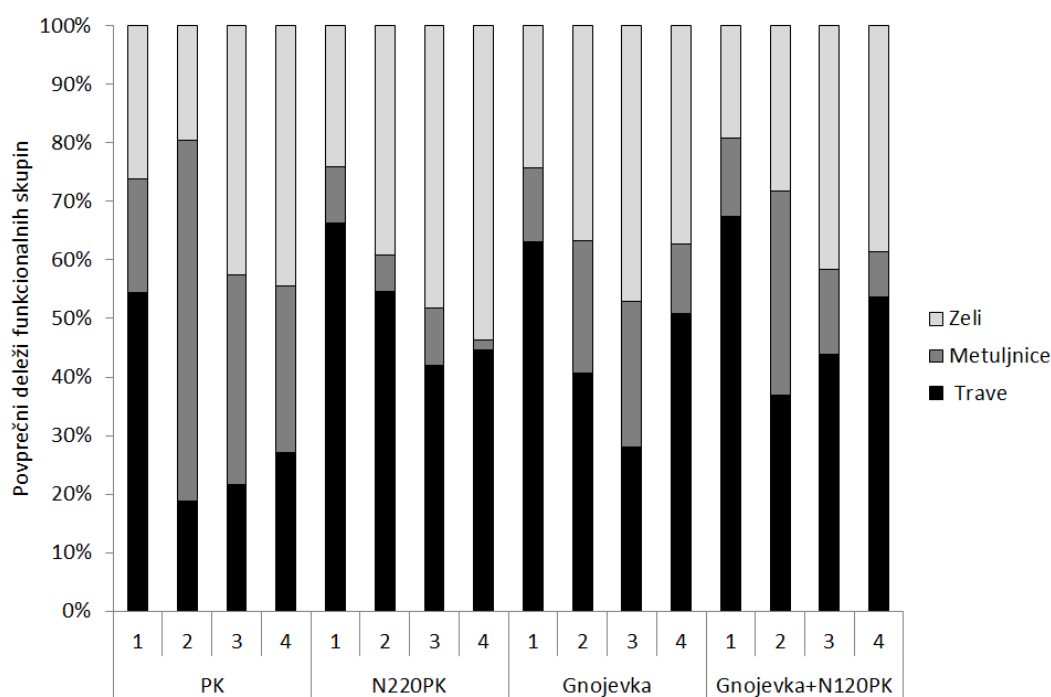
Slika 9: Povprečna zastopanost (%) funkcionalnih skupin v travni ruši glede na košnjo in režim gnojenja v letu postavitve poskusa (2011) pri dvokosni rabi. Opomba: 1 = prva košnja, 2 = druga košnja.

Pri 3-kosni rabi se delež trav prav tako kot pri 2-kosni rabi zmanjša pri drugi košnji, a se pri tretji košnji ponovno nekoliko poveča (slika 10). Največja nihanja v deležu trav so očitna pri obravnavanjih s PK gnojenjem in gnojevko, pri katerih sta razliki v deležih trav med drugo in tretjo košnjo 19,9 in 32,8 odstotnih točk. Delež metuljnic se precej zniža med drugo in tretjo košnjo in sicer najbolj pri obravnavanjih z N₂₂₀PK gnojenjem (za 10,2 odstotnih točk) in najmanj pri PK gnojenju (za 5,6 odstotnih točk). Delež zeli se pri obeh obravnavanjih z mineralnim dušikom z vsako košnjo poveča, medtem ko je ta delež pri obravnavanjih s PK gnojenjem in gnojevko pri tretji košnji v primerjavi z drugo ponovno nekoliko manjši. (za 14,1 in 9,3 odstotnih točk).



Slika 10: Povprečna zastopanost (%) funkcionalnih skupin v travni ruši glede na režim košnje in režim gnojenja v letu postavitve poskusa (2011) pri trikosni rabi. Opomba: 1 = prva košnja, 2 = druga košnja, 3 = tretja košnja.

Pri 4-kosni rabi je prav tako kot pri 2-kosni in 3-kosni rabi odstotek trav najvišji pri vseh obravnavanjih pri 1. košnji in se nato pri drugi košnji zniža, najbolj pri obravnavanju s PK gnojenjem, iz 54,4 na 18,9 % (slika 11). Pri nadaljnjih dveh košnjah se odstotek trav nekoliko poveča, kar lahko opazimo tudi pri obravnavanju z gnojevko +N₁₂₀PK. Pri obravnavanjih, ki vključujejo gnojenje z N₂₂₀PK in gnojevko (ločeni varianti), delež trav ni najnižji pri drugi, ampak pri tretji košnji, pri četrti pa spet nekoliko naraste. Podobno se spreminjajo tudi deleži metuljnic in zeli med košnjami. Podobnosti lahko opazimo med obravnavanjema s PK gnojenjem in gnojevko+N₁₂₀PK gnojenjem ter med obravnavanjema z N₂₂₀PK gnojenjem in samo gnojevko. Izstopa le odstotek zeli pri N₂₂₀PK gnojenju, le-ta se z vsako nadaljno košnjo poveča, in sicer iz 24,0 % pri prvi košnji na 53,7 % pri četrti košnji.



Slika 11: Povprečna zastopanost (%) funkcionalnih skupin v travni ruši glede na režim košnje in režim gnojenja v letu postavitve poskusa (2011) pri 4-kosni rabi. Opomba: 1 = prva košnja, 2 = druga košnja, 3 = tretja košnja, 4 = četrti košnja.

4.1.3 Shannonov indeks pestrosti in število vrst

Med travami je daleč največji delež zavzemala mnogocvetna ljuljka (*Lolium perenne*) in sicer v povprečju kar 30,1 %, sledili sta ji travniška latovka (*Poa pratensis*) s 3,7 % in navadna latovka (*Poa trivialis*) s 3,1 %. Med metuljnicami je bila najbolj zastopana črna detelja (*Trifolium pratense*) s povprečno 14,5 %, med zelmi pa ozkolistni trpotec (*Plantago lanceolata*) s povprečno 3,7 %.

Shannonov indeks se je po obravnavanjih gibal med 2,0 in 2,4 (preglednica 12). Analiza je pokazala, da med vrednostmi Shannonovega indeksa po obravnavanjih ni statistično značilnih razlik.

Število vrst po obravnavanjih se je gibalo med 27 in 30,5 (preglednica 12). V številu vrst med obravnavanji ni statistično značilnih razlik.

Preglednica 12: Shannonov indeks in število vrst s standardnimi napakami povprečij glede na režim košnje in režim gnojenja v letu postavitve poskusa (2011)

Gnojenje	Košnja	Shannonov indeks		Število vrst	
		Povprečje	Standardna napaka	Povprečje	Standardna napaka
PK	2 k	2,3	0,1	30,3	1,3
	3/4 k	2,2	0,1	29,8	1,5
	4 k	2,3	0,1	29,3	1,3
N ₂₂₀ PK	2 k	2,2	0,1	30,5	1,7
	3/4 k	2,0	0,1	29,3	1,3
	4 k	2,2	0,0	28,5	2,4
Gnojevka	2 k	2,4	0,1	29,0	1,4
	3/4 k	2,1	0,1	28,3	1,5
	4 k	2,3	0,1	27,0	1,1
Gnojevka+N ₁₂₀ PK	2 k	2,2	0,1	27,8	1,4
	3/4 k	2,2	0,1	27,8	0,9
	4 k	2,2	0,0	28,3	0,9

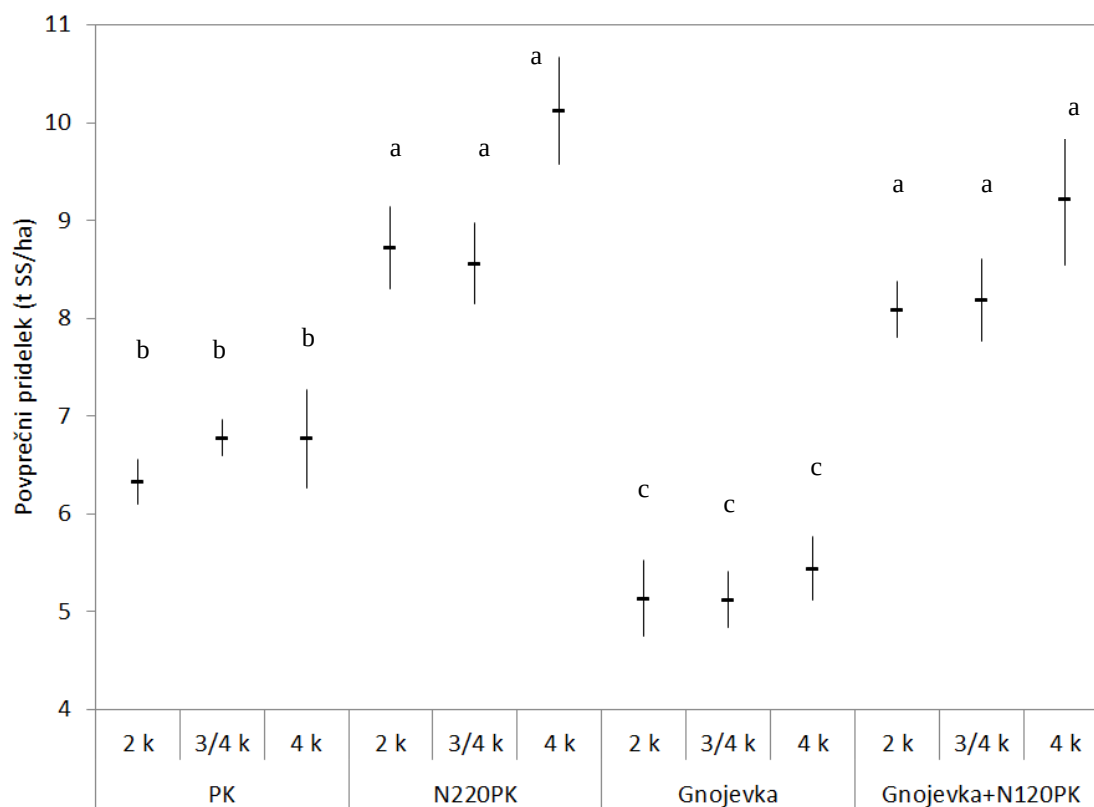
4.2 PRIDELEK ZELINJA

Predstavljen je pridelek suhega zelinja s standardnimi napakami povprečij in sicer za celo leto in po košnjah.

4.2.1 Letni pridelek zelinja

Letni pridelek suhega zelinja (t SS/ha) s standardnimi napakami povprečij po obravnavanjih je prikazan na sliki 12.

Največji pridelek smo izmerili pri obravnavanju 4 košnje v kombinaciji z gnojenjem N₂₂₀PK in sicer 10,12 t SS/ha, najmanjši pa pri 3 košnjah v kombinaciji z gnojenjem z gnojevko (5,13 t SS/ha). Statistična analiza je pokazala, da raba v prvem letu poskusa ni imela vpliva na pridelek ($p = 0,095$), medtem ko je na povprečno količino pridelka močno vplivalo gnojenje ($p < 0,001$). Interakcij ni bilo.

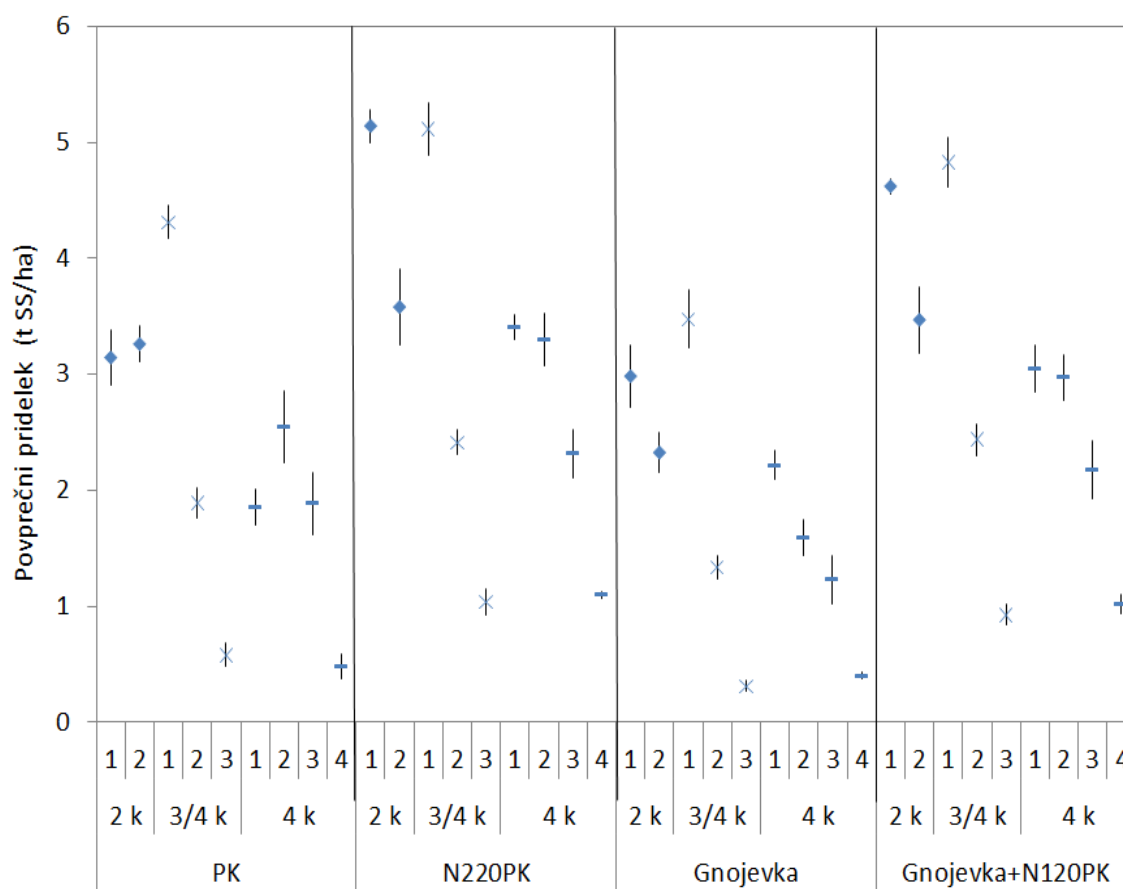


Slika 12: Povprečni letni pridelek suhega zelinja (t SS/ha) s standardnimi napakami povprečij glede na režim košnje in način gnojenja v letu postavitve poskusa (2011). Različne črke označujejo statistično značilne razlike med gnojenji znotraj posameznih režimov košenj (Tukeyev HSD test, $\alpha=0,05$).

4.2.2 Pridelek po košnjah

Pri vseh obravnavanjih pridelek suhega zelinja po košnjah pada, razen pri kombinaciji 4 košenj s PK gnojenjem, kjer smo največji pridelek ugotovili pri drugi košnji (3,45 t SS/ha). Ta je bil od pridelka prve košnje večji za 24,1 %.

Na sliki 13 je prikaz povprečnega pridelka suhega zelinja (t SS/ ha) po obravnavanjih in po košnjah.



Slika 13: Povprečni pridelek suhega zelinja (t SS/ ha) ter standardna napaka povprečja po obravnavanjih in po košnjah v letu postavitve poskusa (2011).

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

Ko govorimo o zgodnjih vplivih gospodarjenja s travno rušo na njene lastnosti, mislimo predvsem na vplive, ki se pokažejo že v prvem letu od uvedbe novega načina gospodarjenja in katerih učinki se bodo v prihodnjih letih še znatno spreminjali. O teh zgodnjih vplivih je v literaturi zaradi pomena večletnosti pri preučevanju vzročno-posledičnih povezav v travništvu izredno malo razpoložljivih podatkov.

5.1.1 Botanične lastnosti travne ruše

Med travami so na poskusni ploskvi bolj razširjene nizke vrste trav, značilne za pogosto košene ali pašene travniške sestave (*Lolium multiflorum*, *Poa pratensis*, *Poa trivialis*), kar je posledica večletne pašno kosne rabe na poskusni ploskvi. Med metuljnicami je bila v največjem obsegu zastopana črna detelja (*Trifolium pratense*). Med zelmi so se pogosto pojavljale vrste z rušnato (*Prunella vulgaris*) ali plazečo (*Potentilla reptans*) razrastjo, kar prav tako kaže na preteklo pašno kosno rabo.

Število vrst in Shannonov indeks pestrosti ter zastopanost smo določili na podlagi enkratnega spomladanskega popisa vseh parcel pred prvo košnjo v časovnem razmiku od 11. maja do 14. junija. Po vrednostih teh analiz nekoliko odstopa 4-kosna raba, kar pa je posledica neželenega učinka časovnega razmika florističnih popisov. Ob upoštevanju zgolj prisotnosti vrst, se učinek rabe ne pokaže. Analiza variance Shannonovega indeksa in števila vrst kljub časovnemu razmiku ni pokazala razlik. Tako lahko trdimo, da med obravnavanji v prvem letu poskusa še ni prišlo do vidnih razlik v obravnavanih florističnih lastnostih.

Na polnaravnem travniku, namenjenem kmetijski rabi, naj bi bilo 50 do 70 % trav, 10 do 30 % metuljnic in 10 do 30 % zeli od skupne mase zelinja (Evans in sod., 1992). V našem poskusu se je odstotek trav po obravnavanjih gibal med 29,9 (4 košnje, PK) in 69,9 % (2 košnji, N₂₂₀PK), odstotek metuljnic med 4,9 (N₂₂₀PK, 4 košnje) in 35,1 % (PK, 2 košnji) ter odstotek zeli med 22,5 (gnojevka+N₁₂₀PK, 2 košnji) in 41,9 % (N₂₂₀PK, 4 košnje). Na zastopanost trav je vplivala tako raba, kot tudi gnojenje. Največ trav smo ugotovili pri 2-kosni rabi, med 3- in 4-kosno rabo ni bilo statistično značilnih razlik. Že v prvem letu poskusa se je odstotek trav močno povečal pri gnojenju z mineralnim dušikom in sicer na račun metuljnic. Njihov delež je pri obravnavanju N₂₂₀PK znašal od 4,9 do 5,5 %, kar je pod priporočeno vrednostjo za kakovostno travno rušo. Pri obravnavanju s PK gnojenjem je bil odstotek trav pri vseh kosnih sistemih večji od priporočene vrednosti, nasprotno pa je bil od priporočene vrednosti večji odstotek metuljnic, ki se je gibal med 29,9 in 35,1 %. Na odstotek metuljnic je imela raba mejni vpliv, nekoliko večji odstotek se je kazal pri 3 kosni in 4 kosni rabi, manjši pa pri 2-kosni rabi.

Visok odstotek metuljnic v krmi poveča vsebnost surovih beljakovin v obroku (Verbič, 1996). Metuljnice vsebujejo 15 do 25 % surovih beljakovin, trave pa 5 do 15 % (Dermaquilly, 1989). Metuljnice v krmi povečajo vsebnost in prebavljivost surovih beljakovin (Hopkins in Holz, 2006), kar je dobro v primeru pozne prve košnje. Slabe strani krme bogate z metuljnicami so slabše sušenje zaradi drobljivosti listov, slabše siliranje

zaradi velike vsebnosti beljakovin in možnost napenjanja zaradi majhne vsebnosti vlaknin in prisotnosti saponinov v krmi. Lucerna, črna in bela detelja vsebujejo precej hormonov fitoestrogenov, ki v prevelikih količinah lahko povzročijo plodnostne motnje (Verbič, 1996).

Statistična analiza je pokazala, da ima raba v prvem letu poskusa statistično značilen vpliv na odstotek zeli v travni ruši. Ta je bil pri bolj pogosti, 3- in 4-kosni rabi večji kot pri 2-kosni rabi in sicer predvsem na račun trav. Velik odstotek zeli (nad 30 %) smo ugotovili pri vseh obravnavanjih s 4-kosno rabo. Tako velik odstotek zeli v travni ruši pomeni njeno zapleveljenost.

Iz analize razmerja funkcionalnih skupin po košnjah je razvidno, da se razmerje trav, metuljnic in zeli skozi rastno sezono spreminja. Pri 2-kosni rabi se odstotek trav pri drugi košnji zmanjša na račun metuljnic, odstotek zeli pa je skozi sezono stabilen. Pri 3-kosni rabi se odstotek trav prav tako zmanjša pri drugi košnji, a bolj očitno pri obravnavanjih brez mineralnega dušika. Pri tretji košnji odstotek spet nekoliko naraste. Pri 4-kosni rabi dobimo tako kot pri 2- in 3-kosni rabi največ trav s prvo spomladansko košnjo, nato pa odstotek trav upade, ter se proti jeseni spet nekoliko poveča. Za sezonsko spreminjanje zastopanosti funkcionalnih skupin skozi rastno dobo je značilna bujna rast trav v spomladanskem času, razrast metuljnic v poletnem času, v jeseni pa se v ruši dobro razvijejo zeli (Vidrih, 2003), kar se je zgodilo tudi v našem poskusu.

Podatki o spremembah v zastopanosti funkcionalnih skupin v prvem letu poskusa so v literaturi redki. Vidrih (2003) poroča o povečanju deleža metuljnic v tleh pri gnojenju s fosforjem v prvem letu poskusa na Vremščici. Čop in sod. (2006) navajajo podatke o zastopanosti funkcionalnih skupin s poskusa na Ljubljanskem barju v petem letu poskusa, kjer so tudi preučevali vplive kosne rabe in gnojenja. Največ trav so izmerili pri pogostni rabi (4 košnje) v kombinaciji z velikim odmerkom dušika. Metuljnic je bilo v primerjavi z našim poskusom neprimerno manj pri vseh obravnavanjih, a največ pri PK gnojenju v kombinaciji s 3 košnjami (3,3 %). Največja deleža zeli so izmerili pri ekstenzivni rabi (2 košnji) brez gnojenja (43,7 %) in s PK gnojenjem (22,6 %).

5.1.2 Pridelek zelinja

Količinsko veliki in visoko kakovostni pridelki zelinja so zaželeni v intenzivnih kmetijskih sistemih in so pogojeni z velikimi odmerki gnojil na travinju, predvsem dušika. Po drugi strani je ekstenzivna raba manj obremenjujoča za okolje, in je pomembna pri trajnostnem razvoju kmetijstva, a so tudi pridelki s takih površin manjši in manj hranljivi (Varga in sod. 2007, cit po Leto in sod., 2008; Izsaki, 2007, cit. po Leto in sod., 2008).

V našem poskusu se je povprečna letna količina pridelka suhega zelinja gibala med 5,13 t SS/ha (2 košnji + gnojevka) in 10,12 t SS/ha (4 košnje, N₂₂₀PK). Največje pridelke smo izmerili pri obravnavanjih, kjer smo vključili gnojenje z mineralnimi oblikami dušika. Ročnik (2010) navaja povprečni pridelek 11,11 t SS/ha ob gnojenju z NPK v prvem letu poskusa na 4-kosnem travniku zveze *Arrhenatherion*. Drugi dve obravnavanji v poskusu sta obsegali gnojenje z gnojevko, a zaradi dodane mineralne oblike fosforja podatki z našim poskusom niso primerljivi.

Čop in sod. (1999) s prvega leta poskusa na Ljubljanskem barju navajajo naslednje podatke za povprečni pridelek zračno suhega zelinja (t/ha)

Preglednica 13: Povprečni letni pridelek zračno suhega zelinja (t/ha) v prvem letu poskusa (1999) na travniku zveze *Arrhenatherion* glede na različen režim košnje in način gnojenja (Čop in sod., 1999).

Število košenj	Gnojenje			
	nič	PK	N ₍₁₎ PK*	N _(k) PK**
pozna 2 kosna raba	5,98	8,52	8,04	9,68
3 kosna raba	4,99	8,17	8,30	8,82
4 kosna raba	5,10	6,85	7,06	8,85
povprečje	5,36c	7,85b	7,80b	9,12a

*N₍₁₎PK= 50 kg dušika ob prvi košnji, 80 kg P₂O₅, 160 kg K₂O

**N_(k)PK= 50 kg dušika za vsako košnjo, 80 kg P₂O₅, 160 kg K₂O

Najmanjši pridelek smo v našem poskusu dobili s parcel, gnojenih z gnojevko, ki pa je vsebovala precej majhne vrednosti hranil, predvsem razmeroma malo fosforja in kalija. Iz analize pridelka po košnjah je razvidno, da količina pridelka z vsako naslednjo košnjo upada, kar se sklada z zakonitostjo sezonske rasti travne ruše. Največji pridelek smo dobili s prvo košnjo. Ta se je gibal med 1,85 t SS/ha pri 4-kosni rabi brez dušika in 5,14 t SS/ha pri 2-kosni rabi z največjim odmerkom dušika. Prav tako je bil velik povprečni pridelek prve košnje s pozno košenih parcel, in sicer 5,11 t SS/ha. Pozno košnjo smo izvedli 11. 7. 2011, po osipanju semena večine vrst trav. Na količino pridelka močno vpliva količina padavin v rastni dobi. Ta je bila v vrhu sezone rasti travne ruše (april in maj) za polovico manjša kot v 30-letnem referenčnem obdobju, kar je nedvomno vplivalo na nižji pridelek prve košnje in posledično tudi na letni pridelek. Raba v našem poskusu v prvem letu poskusa na količino pridelka ni imela značilnega vpliva. Čop in sod. (1999) navajajo, da je v prvem letu poskusa na Ljubljanskem barju pogostnost rabe malo do srednje močno vplivala na pridelek zelinja. Vpliv je bil bolj izrazit pri negnojeni in manj gnojeni ruši (PK, PK+ 50 kg N pri prvi košnji). Pri negnojeni in s PK gnojeni travni ruši iz zveze *Arrhenatherion* je povečanje števila košenj iz tri na štiri zanesljivo zmanjšalo pridelek za več kot 1 t/ha zračno suhega zelinja, medtem, ko je bil pridelek pri 2 kosni zapoznani rabi bolj podoben tistemu pri 4-kosni kot tistemu pri 3 kosni rabi.

5.2 SKLEPI

Različni postopki košenj v kombinaciji z gnojenji, ki smo jih vključili v naš poskus, so že v prvem letu vplivali na nekatere pridelovalne lastnosti travne ruše.

Floristična sestava, če jo opredelimo kot prisotnost vrst, se v prvem letu še ni spremenila. Nastale so spremembe v pokrovnosti, kar lahko pripišemo časovnemu razponu med posameznimi florističnimi popisi, za katere v prihodnje priporočamo večjo časovno zgoščenost.

Zastopanost funkcionalnih skupin se je spremenila predvsem zaradi gnojenja, a tudi zaradi rabe, česar v prvem letu poskusa nismo predvidevali. Poskus je potrdil domnevo, da gnojenje s PK gnojili močno poveča zastopanost metuljnic v travni ruši že v prvem letu, gnojenje z mineralnim dušikom pa poveča delež trav. Dokazali smo, da pogosta, 4 kosna

raba že v prvem letu poveča odstotek zeli v travni ruši v primerjavi z 2 kosno rabo, česar nismo pričakovali.

Potrdili smo domnevo, da gnojenje močno vpliva na povečane količine pridelka zelinja.

V prvem letu ni bilo pričakovanih interakcij pri delovanju košnje in gnojenja na botanično sestavo in pridelek travne ruše.

6 POVZETEK

Spomladi 2011 smo na laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani postavili travniški poskus z namenom raziskati zgodnje vplive gospodarjenja s travinjem na botanične lastnosti travne ruše in količino pridelka zelinja. Predpostavili smo, da bodo kombinacije košnje in gnojenja, ki predstavljajo sisteme rabe, vplivale na botanično sestavo in količino pridelka travniške krme že v prvem letu delovanja. Domnevali smo, da se bo zastopanost funkcionalnih skupin in travniških vrst spremenila predvsem zaradi različnega gnojenja in da bo gnojenje s PK gnojili in gnojevko (dve ločeni varianti) povečalo zastopanost metuljnic v travni ruši.

Travniški poskus v obliki deljenk (split-plot) z dvanajstimi obravnavanji v štirih ponovitvah je bil zasnovan na naturaliziranem travniku zveze *Arrhenatherion* s preteklo pašno-kosno rabo. Glavne parcele so predstavljale tri načine rabe in sicer 2-kosno, 4-kosno rabo s 1. pozno košnjo vsako 3. leto in 4-kosno rabo; podparcele pa 4 ravni gnojenja (PK, N₂₂₀PK, gnojevka, gnojevka+N₁₂₀PK). Tla na poskusni ploskvi so evtrična oglejena tla zmerno kisle reakcije (pH = 6,4), zelo slabo založena s fosforjem (5,8 mg P₂O₅/100 g tal), in slabo založena s kalijem (12,5 mg K₂O/100 g tal). Vremenske analize so pokazale, da sta bili rastni sezoni v letih 2010 in 2011 v primerjavi s 30-letnim referenčnim obdobjem z vremenske postaje Bežigrad sušni, z izjemo septembra 2010, ko je padlo za kar 230 % več padavin kot v referenčnem obdobju.

Sestavo travne ruše vsake ploskve posebej smo ugotavljali pred prvo košnjo po standardni Braun-Blanquetovi metodi, pri kateri smo vizualno ocenili pokrovnost in zastopanost vsake ugotovljene vrste na poskusni parcelici posebej. Za ugotavljanje rastlinske pestrosti smo uporabili dva kazalca in sicer število vrst ter Shannonov indeks pestrosti. Deleže funkcionalnih skupin (trave, metuljnice, zeli) smo določili s prebiranjem svežih vzorcev, vzetih pred vsako košnjo z vzorčne parcelice s površino p= 0,7 x 0,7 m.

Takoj po košnji smo stekali maso svežega zelinja z vsake parcele posebej in prišteli še maso vzorca vzeto za analizo funkcionalnih skupin. Za določitev zračno suhe snovi smo po tehtanju celotne sveže mase odvzeli 1 do 1,5 kg velike vzorce in jih sušili v sušilniku 3 dni na 50 °C. Absolutno suho snov smo dobili z dosušitvijo zmletih vzorcev (24 ur, 100 °C). Absolutno suhe vzorce smo do tehtanja hranili v eksikatorju.

Poskus je pokazal, da različni načini gospodarjenja s travno rušo že v prvem letu poskusa vplivajo na količino pridelka in nekatere botanične lastnosti travne ruše. Količina pridelka je bila pričakovano največja pri najvišji aplicirani ravni dušika (220 kg/ha na leto), najmanjša pa pri gnojenju z gnojevko. Največji pridelek smo izmerili pri obravnavanju 4 košnje v kombinaciji z gnojenjem N₂₂₀PK in sicer 10,12 t SS/ha, najmanjši pa pri 3 košnjah v kombinaciji z gnojenjem z gnojevko (5,13 t SS/ha). Analiza je pokazala, da raba v prvem letu poskusa nima vpliva na pridelek, medtem ko na povprečno količino pridelka močno vpliva gnojenje. Interakcij med rabo in gnojenjem nismo ugotovili.

Na spremembe v deležih funkcionalnih skupin travne ruše je v prvem letu vplivalo predvsem gnojenje. PK gnojenje je povečalo delež metuljnic na račun trav, teh pa je bilo več pri gnojenju z mineralnim dušikom. Pogosta raba je povečala delež trav in nekoliko

povečala zeli v travni ruši. Shannonov indeks po obravnavanjih se je gibal med 2,0 in 2,4. Analiza je pokazala, da med vrednostmi Shannonovega indeksa po obravnavanjih ni statistično značilnih razlik. Povprečno število vrst po obravnavanjih se je gibalo med 27,0 in 30,5. V številu vrst med obravnavanji ni bilo statistično značilnih razlik. V prvem letu ni bilo interakcij med delovanjem rabe in gnojenja na botanično sestavo in pridelek travne ruše.

Podobnost obravnavanj po celotni vrstni sestavi smo določili s korespondenčno analizo pokrovnosti vrst. Ob upoštevanju pokrovnosti vrst med popisi nekoliko izstopa 4-kosna raba, a menimo, da je to predvsem posledica časovne razlike med posameznimi florističnimi popisi, saj razlik ob upoštevanju zgolj pristnosti vrst nismo ugotovili.

VIRI

- Analitski rezultati prinešenih talnih vzorcev (oznaka vzorca LPBF 13. 2011). 2011.
Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Infrastrukturni center za pedologijo in varstvo okolja.
(rezultati analize, 30. junij. 2011)
- Analitski rezultati prinešenih vzorcev dodatkov tlom, (oznaka vzorca Kmetija Strle). 2011.
Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Infrastrukturni center za pedologijo in varstvo okolja.
(rezultati analize, 16.junij 2011)
- Beals M., Gross L., and Harrell S. Diversity indices: Shannon's *H* and *E*
<http://www.tiem.utk.edu/~gross/bioed/bealsmodules/shannonDI.html> (10.8.2012)
- Cmok N. 1981. Vpliv števila košenj na prebavljivost in škrobno vrednost mrve. Zbornik
Biotehniške fakultete UL, Kmetijstvo, 36: 118-126
- Čop J. 2009. Evolucijska prilagoditev rasti trave na defoliacijo in njen pomen za
travništvo. Naše travinje, revija društva za gospodarjenje na travinju Slovenije, 5, 1: 8-9
- Čop. J. 2006a. Kmetijska zemljišča in travinje v Evropski uniji. Naše travinje, revija
društva za gospodarjenje na travinju Slovenije, 2, 1: 4-7
- Čop J. 2006b. Ocena proizvodne sposobnosti travinja (travniki in pašniki) v Sloveniji.
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 16 str.
- Čop J., Seliškar A., Vidrih M., Sinkovič T., Hacin J. 1999. Alternative v pridelovanju krme
na šotnih/mineralnih travniških tleh na Ljubljanskem barju.
<http://web.bf.uni-lj.si/katedre/raziskav/clanki/clanek02.htm> (10.8.2012)
- Čop J., Vidrih M., Sinkovič T. 2006. Influence of cutting and fertilising management on
the botanical composition of Ljubljana marsh grasslands. Grassland Science in Europe,
9: 222-224
- Dermaquilly C. 1989. The feeding value of forages. V: 16. International grassland
Congress, Nice, France: 1817-1823
- Dumont B., Tallowin J.R.B. 2011. Interactions between grassland management and species
diversity. V: Grassland productivity and ecosystem services. New Zealand, Masey
University, 129-137.
- Eler K. 2012. Zgodovina travnatega sveta na Primorskem krasu. Naše travinje, revija
društva za gospodarjenje na travinju Slovenije, 7: 3-5
- EUROSTAT.
http://pp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-FK-11-001/EN/KS-FK-11-001-EN.PDF (10.8.2012)

- EURLEX Commission Regulation (EC) No 796/2004. 2004.
<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:141:0018:0058:EN:PDF> (10.8.2012)
- Evans D. R., Williams T. A., Evans, S. A. 1992. Evaluation of white clover varieties under grazing and their role in farm systems. *Grass and Forage Sciences*, 47: 342-352
- Foster Oster L. 1988. Herbs in pastures – development and research in Britain. *Biological Agriculture and Horticulture*, 5: 97-133
- García R., Andrés S., Valdés C., Calleja A. 2006. *Trifolium repens* and *Trifolium pratense* under P and K fertilization. *Grassland Science in Europe*, 11: 399-401
- García R., Valdés C., Peláez R. and Calleja A. 2011. The impact of inorganic fertilizers on floristic composition of hay meadows in Cantabrian Mountains of Spain. *Grassland Science in Europe*, 16: 622-624
- Hautier Y., Niklaus A. P., Hector A. 2009. Competition for Light Causes Plant Biodiversity loss after eutrophication. *LifeTechnologies - Invitrogen - Ion Proton Future Science* 1, 324, 5927: 636-638
<http://www.sciencemag.org/content/324/5927/636.short> (11.8.2012)
- Haynes R.J. 1980. Competitive aspects of the grass-legume association. *Advances in Agronomy*, 33: 227-261
- Hejcman M., Hejcmanová P., Pavlů V., Beneš J. 2012. Origin, history, management and plant species composition of grasslands in Central Europe - a review. *Grassland Science in Europe*, 17: 554-567
- Hopkins A., Holz B. 2006. Grassland for agriculture and nature conservation: production, quality and multi- functionality. *Agronomy Research*, 4,1: 3-20
- Janssens F., Peeters A., Tallowin J.R.B., Bakker J.P., Bekker R.M., Fillat F., M.J.M. Oomes. 1998. Relationship between soil chemical factors and grassland diversity. *Plant and Soil*, 202: 69-78
- Jeangros B., Thomet T. 2004. Multi-functionality in grassland systems in Switzerland. *Grassland Science in Europe*, 9: 11-23
- Kaligarič M., Seliškar A. 1999. Kartiranje travnišč Slovenije. Osnutek priročnika. Ljubljana, Prirodoslovno društvo Slovenije: 45 str.
- King M. 2010. An Investigation into Policies Affecting Europe's Semi-Natural Grasslands. A report by The Grasslands Trust commissioned by the European Forum on Nature Conservation and Pastoralism & co-funded by the European Commission (DG Environment): 35 str.
<http://www.efncp.org/download/European-grasslands-report-phase1.pdf> (11.8.2012)

- Kirkham F.W., Tallowin J.R.B. 1995. The influence of cutting date and previous fertilizer treatment on the productivity and botanical composition of species-rich hay meadows on the somerset levels. *Grass and Forage Science*, 50: 365-377
- Korošec J. 1997. *Travinje in trate*. Ljubljana, Kmečki Glas: 230 str.
- Kovačiková Z., Vargová V., Michalec M. 2012. Effects of non-fertilised grassland management intensity on herbage quality and quantity. *Agriculture: Journal for Agriculture Sciences*, 58, 2: 41-49
- Kramberger B. 2006. Sodobne smernice v razvoju gospodarjenja na travinju <http://www.kgzs-ms.si/slike/ZED06/04Kramberger.pdf> (18.9.2012)
- Kramberger B. 1994. Vpliv intenzivnega izkoriščanja na botanično sestavo ruše trajnega travinja. V: *Novi izzivi v poljedelstvu 1994*. Kočevje, 7-8 avgust 1994. Ljubljana, Biotehniška fakulteta: 209-216
- Laberge G., Saunders S. 2002. Biodiversity and ecological pasture production. *Ecological Agriculture*. Denmark, KVL University: 59 str.
- Leto J., Knežević M., Bošnjak K., Vranić M., Gunjača J. 2008. Changes in grassland yield and botanical composition under contrasting managements. VII. Alp-Adria Scientific Workshop, Stara Lesna, Slovakia: 867-870
- Leskošek M. 1976. *Praktično gnojenje*. 2. izdaja. Ljubljana. ČZP Kmečki glas: 125 str.
- Lockhart J.A.R., Wiseman A.J.L. 1988. *Introduction to crop husbandry including grassland* Sixth edition. Pergamon Press: 319 str.
- Mars R. H. 1993. Soil fertility and nature conservation in Europe, theoretical consideration and practical management solutions. *Advanced Ecology Research*, 24: 241-300
- Mičová P, Svozilová M., Štýbnarová M., Ržonca J., Pozdíšek J. 2006. Effect of intensity of grassland management on biodiversity and botanical composition. *Grassland science in Europe* 11: 478-480
- Mihelič R., Čop J., Jakše M., Štampar F., Majer D., Tojnko S., Vršič S. 2010. *Smernice za strokovno utemeljeno gnojenje*: Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano: 185 str.
- Mršič N. 1997. Biotska raznovrstnost v Sloveniji- Slovenija, »vroča točka Evrope«, Biotic diversity in Slovenia, Slovenia, »the hot spot of Europe«. Ljubljana. Ministrstvo za okolje in prostor, Uprava RS za varstvo narave. Delo- tiskarna d.d. 73 str.

- Narava in biotska raznovrstnost. 2012. Evropsko okoljsko informacijsko in opazovalno omrežje. ARSO. 24 str.
<http://nfp-si.eionet.europa.eu/> (11.8.2012)
- Pevec T. 2009. Vpliv različnega števila košenj na zapleveljenost travnikov v celjski regiji. Naše travinje, revija društva za gospodarjenje na travinju Slovenije, 5, 1: 7
- Pirhofer-Walzl K., Søegaard K., Høgh-Jensen H., Eriksen J., Sanderson M. A., Rasmussen J. and Rasmussen J. 2011. Forage herbs improve mineral composition of grassland herbage. Grass and Forage Science, 66: 415-423
- Plantureux S., Peeters A., McCracken D. 2005. Biodiversity in intensive grasslands: Effect of management improvement and chalanges. Agronomy Research, 3, 2: 153-164
- Podnebne razmere v Sloveniji (Obdobje 1971-2000). 2006. Ljubljana. Agencija RS za okolje: 27 str.
http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/podnebne_razmere_Slo71_00.pdf (5.8.2012)
- Popis kmetijstva 2010 - vsaka kmetija šteje! Ljubljana: Statistični urad Republike Slovenije, 2012.
<http://www.stat.si/popiskmetijstva2010/> (10.8.2012)
- Poschlod P., Wallis-De-vries M.F. 2002. The historical and socio-economic perspective of calcareous grasslands –lessons from the distant and recent past. Biology Conservation, 104: 361–376
- Reheul D., De Vliegheer A., Bommelé L., Carlier L. 2007. The comparison between temporary and permanent grassland . Grassland Science in Europe, 12: 1-12
- Renčelj S. 1981. Vpliv gnojenja na količino in kvaliteto pridelka kraških travnikov. Zbornik Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani, Kmetijstvo, supl. 5: 76-95
- Ročnik M. Vpliv gnojenja na pridelek krme s štirikosnega travnika. 2010. Dipl. delo. Maribor, Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede: 34 str.
- Schellberg J., Moseler B. M., Knohblauch W., Rademacher I.F. 1999. Long-term effects of fertilizer on soil nutrient concentration, yield, forage quality and floristic composition of a hay meadow in the Eifel moutains, Germany. Grass and Forage Science, 54: 195-207
- Schils R.L.M., Kok I. 2003. Effects of cattle slurry manure management on grass yield. Netherlands journal of agricultural science, 51, 1/2: 27-39
- Scholz H. 1975. Grassland evolution in Europe. Taxon, 24, 1: 81-90
- Statistični letopis Slovenije.
http://www.stat.si/novica_prikazi.aspx?id=4606 (21.9.2012)

- Surault F., Veron R, Huyghe C. 2006. Changes in species composition of grassland induced by some agronomic practices. *Grassland Science in Europe*, 11: 598-600
- Štybnarova M., Svozilova M., Hakl J., Karabcova H., Pozdišek J., Otrhalkova, P. 2010. Effect of different management on the yields, forage quality and botanical composition of permanent grassland. *Grassland Science in Europe*, 15: 741-743
- Tallowin J.R.B., Effects of inorganic fertilizers on flower- rich Hay Meadows: A review using a case study on the Somerset levels, UK. 1996. *Grassland and Forage Abstracts*, 66, 4: 147-152
- Verbič J. 1996. Degradability and synthesis of protein in the rumen in different preserved forage from grassland, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 320 str.
- Vidrih M. 2003. Botanična sestava in proizvodnost ruše kraških pašnikov ob različnih načinih nadzorovane paše. Magistrsko delo. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo. 99 str.
- Zechmeister HG., Schmitzberger I., Steurer B., Peterseil J., Wrbka T. 2003. The influence of land use practices and economics on plant species richness. *Biodiversity and Conservation*, 10,10: 1609-1625

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju Juretu Čopu za zavzetost pri poskusu, pomoč in nasvete pri pisanju, natančnost in vestnost pri popravljanju naloge in vso spodbudo in dobro voljo.

Hvala somentorju Klemnu Elerju za botanične analize, dobra navodila, hitro popravilo rokopisa in potrpežljivost. Hvala Damijani Kastelec za pomoč pri statističnih analizah in vso spodbudo. Hvala Boštjanu Medvedu Karničarju za sodelovanje, spodbudo in življenjske modrosti. Hvala Emanuelu, ki mi vedno stoji ob strani in je v času študija postal moj mož. Hvala staršem in starim staršem za veselje do naravoslovja in podporo do konca študija in nasploh v življenju, sestri Poloni in bratu Martinu za vso ljubezen in smeh. Hvala prijateljem Tini in Andreju, Maši, Sabini, Neli in drugim za bodrilne besede in vsem agronomčkom za prijateljstvo, ki se je stkalo med nami v času študija.

+ - vrsta je zastopana z malo primerki, ali pokriva manj kot 1 % popisne ploskve.

PRILOGA B

Terminski in gnojilni načrt košenj in gnojilni načrt poskusa v letu 2011

Košnja (termini):

2-košnji: | 5-10 jun (1. K) || 10-20 avg (2. K) | | + 60 dni (paša) |

4-košnje (pozna 1. K): | 25-30 jun (1. K) | | 10-15 avg (2. K) | | 20-25 okt (3. K) |

4-košnje: | 10-20 maj (1. K) | | 25 jun-5 jul (2. K) | | 10-20 avg (3. K) || 20-30 okt (4. K) |

Gnojenje (odmerki):

PK (10:30) | 70 kg P₂O₅+210 kg K₂O | | 700 kg/ha/leto | | 700 g/10 m² |(A + B)

PKZ (10:30) | 40 kg P₂O₅+120 kg K₂O | | 400 kg/ha/leto | | 400 g/10 m² |(D)

Goveja gnojevka 20 t/ha/leto (spomladi) 20 l/10 m² (C + D)

Aplikacija mineralnega dušika, spomladi

N220	110 kg N/ha	407 kg KAN/ha	407 g KAN/10 m ²	(1B)
N220	60 kg N/ha	222 kg KAN/ha	222 g KAN/10 m ²	(2B + 3B)
N120	50 kg N/ha	185 kg KAN/ha	185 g KAN/10 m ²	(1D)
N120	brez mineralnega N za 1. košnjo			(2D + 3D)

Aplikacija mineralnega dušika, pred 2. košnjo

N220	110 kg N/ha	407 kg KAN/ha	407 g KAN/10 m ²	(1B)
N220	60 kg N/ha	222 kg KAN/ha	222 g KAN/10 m ²	(2B + 3B)
N120	70 kg N/ha	259 kg KAN/ha	259 g KAN/10 m ²	(1D)
N120	40 kg N/ha	148 kg KAN/ha	148 g KAN/10 m ²	(2D + 3D)

Aplikacija mineralnega dušika, pred 3. košnjo

N220	50 kg N/ha	185 kg KAN/ha	185 g KAN/10 m ²	(2B + 3B)
N120	40 kg N/ha	148 kg KAN/ha	148 g KAN/10 m ²	(2D + 3D)

Aplikacija mineralnega dušika, pred 4. košnjo

N220	50 kg N/ha	185 kg KAN/ha	185 g KAN/10 m ²	(2B + 3B)
N120	40 kg N/ha	148 kg KAN/ha	148 g KAN/10 m ²	(2D + 3D)

PRILOGA C

Tabele analize variance za split-plot poskus z rabo na glavnih parcelah in gnojenjem na podparcelah

Priloga C1: Tabela analize variance za split-plot poskus z rabo na glavnih parcelah in gnojenjem na podparcelah za pridelek

Pridelek:

blok: gnojenje	SP	VKO	SKO	F stat	P vrednost (>0,05)
ostanek	3	7.511	2.504		
blok: raba	SP	VKO	SKO	F stat	P vrednost (>F)
raba	2	6.427	3.214	3.572	0.0951
ostanek	6	5.399	0.900		
raba : gnojenje	SP	VKO	SKO	F stat	P vrednost(>F)
gnojenje	3	114.12	38.04	89.165	3.99e-14 ***
raba : gnojenje	6	3.40	0.57	1.327	0.279
ostanek	27	11.52	0.43		

Tukeyev HSD test (pri alfa= 0,05)

a	N220PK	9.134
a	Gnojevka+N120PK	8.501
b	PK	6.626
c	Gnojevka	5.233

Duncanov test

a	N220PK	9.134
b	Gnojevka+N120PK	8.501
c	PK	6.626
d	Gnojevka	5.233

Priloga C2: Tabela analize variance za split-plot poskus z rabo na glavnih parcelah in gnojenjem na podparcelah za Shannonov indeks pestrosti in število vrst

Shannonov indeks pestrosti:

blok: gnojenje	SP	VKO	SKO	F stat	P vrednost (>F)
ostanek	3	0.269	0.08965		
blok: raba	SP	VKO	SKO	F stat	P vrednost (>F)
raba	2	0.1617	0.08083	0.871	0.465
ostanek	6	0.5567	0.09278		
blok: gnojenje	SP	VKO	SKO	F stat	P vrednost(>F)
ostanek	3	0.0773	0.02576	0.739	0.538
raba: gnojenje	SP	VKO	SKO	F stat	P vrednost (>F)
	6	0.0983	0.01639	0.470	0.825
ostanek	27	0.9419	0.03488		

Število vrst:

blok: gnojenje	SP	VKO	SKO	F stat	P vrednost (>F)
ostanek	3	64.08	21.36		
blok:raba	SP	VKO	SKO	F stat	P vrednost (>F)
raba	2	10.17	5.083	2.408	0.171
ostanek	6	12.67	2.111		
raba:gnojenje	SP	VKO	SKO	F stat	P vrednost (>F)
gnojenje	3	30.92	10.306	1.246	0.312
raba:gnojenje	6	8.83	1.472	0.178	0.981
ostanek	27	223.25	8.269		

Priloga C3: Tabela analize variance za split-plot poskus z rabo na glavnih parcelah in gnojenjem na podparcelah za povprečen letni odstotek trav, metuljnic in zeli

Trave:

blok	SP	VKO	SKO	F stat	P vrednost (>F)
ostanek	3	597.7	199.2		
blok:raba	SP	VKO	SKO	F stat	P vrednost (>F)
raba	2	1319	659.3	10.81	0.0103
ostanek	6	366	61.0		
raba : gnojenje	SP	VKO	SKO	F stat	P vrednost (>F)
gnojenje	3	2627	875.6	10.70	8.24e-05
raba:gnojenje	6	1085	180.9	2.21	0.073
ostanek	27	2210	81.8		

Tukeyev HSD test za gnojenje (pri alfa= 0,05)

a	N220PK	58.12
ab	Gnojevka+N120PK	54.09
bc	Gnojevka	47
c	PK	38.67

Duncanov test za gnojenje

a	N220PK	58.12
ab	Gnojevka+N120PK	54.09
b	Gnojevka	47
c	PK	38.67

Tukeyev HSD test za rabo (pri alfa= 0,05)

a	2 k	56.81
b	3/4 k	46.7
b	4 k	44.91

Duncanov test da enake rezultate.

Metuljnice:

blok ostanek	SP 3	VKO 513.1	SKO 171	F stat	P vrednost (>F)
blok: raba	SP	VKO	SKO	F stat	P vrednost (>F)
raba	2	35.43	17.71	1.006	0.42
ostanek	6	105.68	17.61		
raba: gnojenje	SP	VKO	SKO	F stat	P vrednost (>F)
gnojenje	3	4454	1484.8	41.421	3.07e-10 ***
raba:gnojenje	6	239	39.9	1.113	0.381
ostanek	27	968	35.8		

Tukeyev HSD test za gnojenje (pri alfa= 0,05)

a	PK	32.97
b	Gnojevka	17.63
b	Gnojevka+N120PK	15.78
c	N220PK	6.075

Duncanov test da enake rezultate.

Zeli:

blok ostanek	SP 3	VKO 256.7	SKO 85.56	F stat	P vrednost (>F)
blok:raba	SP	VKO	SKO	F stat	P vrednost (>F)
raba	2	934.9	467.4	5.644	0.0418
ostanek	6	496.9	82.8		
gnojenje	SP	VKO	SKO	F stat	P vrednost (>F)
raba:gnojenje	3	503.6	167.88	2.221	0.109
ostanek	6	409.2	68.20	0.902	0.508
	27	2040.8	75.59		

Tukeyev HSD test za rabo:

a	4 k	36.55
ab	3/4 k	34.42
b	2 k	26.31

Duncanov test za rabo:

a	4 k	36.55
a	3/4 k	34.42
b	2 k	26.31

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Ana LESKOVŠEK

**ZGODNJI VPLIV SISTEMOV PRIDELOVANJA
TRAVNIŠKE KRME NA FLORISTIČNO SESTAVO IN
PRIDELEK TRAVNE RUŠE**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2013