

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Gregor GRK

**PESTROST TRAVNE RUŠE ZVEZE *MOLINION* V
ODVISNOSTI OD ČASA KOŠNJE IN INTENZIVNOSTI
GNOJENJA**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2005

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Gregor GRK

**PESTROST TRAVNE RUŠE ZVEZE *MOLINION* V ODVISNOSTI OD
ČASA KOŠNJE IN INTENZIVNOSTI GNOJENJA**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**INFLUENCE OF CUTTING AND FERTILISING MANAGEMENT ON
PLANT SPECIES DIVERSITY OF *MOLINION* ALLIANCE**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2005

Diplomsko delo je zaključek dodiplomskega univerzitetnega študija na Oddelku za agronomijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Opravljeno je bilo na Katedri za pridelovanje krme in pašništvo pri Oddelku za agronomijo Biotehniške fakultete.

Študijska komisija Oddelka za agronomijo je dne 15. 9. 2004 odobrila naslov diplomskega dela in za mentorja diplomskega dela imenovala doc. dr. Jureta Čopa.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Katja Vadnal
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Član: doc. dr. Jure ČOP
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Član: prof. dr. Franc BATIČ
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Datum zagovora:

Delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Gregor GRK

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Dn
DK UDK 633.2.03: 631.552: 631.816.1 (043.2)
KG Travna ruša/vlažni travniki/Ljubljansko barje/košnja/gnojenje/botanična sestava /zveza *Molinion*
KK AGRIS F01/F04/F08
AV GRK, Gregor
SA ČOP, Jure (mentor)
KZ SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
LI 2005
IN PESTROST TRAVNE RUŠE ZVEZE *MOLINION* V ODVISNOSTI OD ČASA KOŠNJE IN INTENZIVNOSTI GNOJENJA
TD Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP XI, 34, [11] str., 4 pregl., 14 sl., 20 pril., 35 vir.
IJ sl
JI sl/en
AI V letu 2004 smo na Ljubljanskem barju izvedli raziskavo z namenom, da ugotovimo, kako v več letih vplivata košnja in gnojenje na botanične karakteristike travne ruše. Travniški poskus v obliki deljenk s štirimi ponovitvami je bil zasnovan na zvezi *Molinion* v letu 1999. Glavne parcele so predstavljale režim rabe (2 košnji na leto z zapoznelo 1. košnjo, 2 košnji z običajno 1. košnjo in 3 košnje), podparcele pa stopnjo gnojenja (negnojeno, PK in NPK gnojenje z dvema odmerkoma N). Režim rabe je značilno vplival le na Shannonov indeks rastlinske pestrosti (H'), medtem ko je gnojenje značilno vplivalo na delež travniških funkcionalnih skupin (trav, metuljnic, zeli), H' in število vrst v preučevani travni ruši. Oba dejavnika sta vplivala tudi na izenačenost travne ruše, ki pa je močno odvisna od H' . Z izjemo PK gnojenja v kombinaciji z 2 košnjama, kjer je delež zeli na ravni negnojene ruše, je pri vseh drugih kombinacijah gnojenja in rabe prišlo do povečanja deleža zeli na škodo trav. PK gnojenje je tudi povečalo delež metuljnic. H' je bil pozitivno povezan z zgodnjostjo 1. košnje oziroma številom košenj pri NPK gnojenju, medtem ko ta vpliv pri negnojeni in PK gnojeni ruši ni jasen. Gnojenje je izrazito pozitivno vplivalo na H' v primerjavi z negnojeno travno rušo. Vrednosti $H' > 2,2$ so bile dosežene pri 2 košnjah v kombinaciji s PK gnojenjem in 3 košnjah v kombinaciji z NPK gnojenjem. Preučevana travna ruša je pod vplivom režima rabe in še bolj gnojenja močno spremenila botanično sestavo. Na negnojeni ruši sta se pri 3 košnjah namesto modre stožke uveljavili skupini rdeče in ovčje bilnice, pri gnojilnih variantah pa so modro stožko zamenjale konkurenčne in na stres tolerantne vrste.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn
DC UDC 633.2.03: 631.552: 631.816.1 (043.2)
CX grass sward/Ljubljana marsh grasslands/cutting regime/fertiliser management
botanical composition/Molinion alliance
CC AGRIS F01/P04/F08
AU GRK, Gregor
AA ČOP, Jure (supervisor)
PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB Univerisity of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy
PY 2005
TI INFLUENCE OF CUTTING AND FERTILISING MANAGEMENT ON PLANT
SPECIES RICHNESS OF *MOLINION* ALLIANCE
DT Graduation Thesis (Universisty studies)
NO XI, 34, [11] p., 4 tab., 14 fig., 20 ann., 35 ref.
LA sl
AL sl/en
AB The effect of grassland management on plant species richness and herbage botanical characteristic was investigated in 6-year field trial, in split-plot design with 4 replications. The trial was established in the *Molinion* alliance at the Ljubljana marsh in 1999. Treatment factors were cutting regime (2-cuts-delay, 2-cuts and 3-cuts) and fertiliser regime (zero fertiliser-control, PK and NPK with 2 N rates as sub-plots. The cutting regime had a significant effect only on Shannon's index of plant diversity, while fertilising regime had a significant effect on botanical groups (grasses, legumes, herbs), H' and on number of species in the examined trial. Both of the factors also had influence on the equitability of the grassland, which is heavily depended on H'. With the exeption of PK fertilising in combination with 2 cuts, where the proportion of herbs is on the level of unfertilised plot, all other combination of grassland management increased the proportion of herbs and decreased the proportion of grass. Applying PK also increased the proportion of legumes. H' had a positive effect on earliness of the 1. cut and respectively on the number of cuts with NPK fertilising regime, while this effect is unclear with the unfertilised and PK fertilised sward. In comparison with the unfertilised sward, the fertilisation had a significant effect on the H'. The values of $H' > 2.2$ had been achieved with 2 cuts in combination with the PK fertilisation and with 3 cuts in combination with the NPK fertilisation. The botanical characteristic of the sward was significantly altered by the application of fertliser and to a lesser extent, by the cutting regime. After 3 cuts on the unfertilized sward the *Molinia caerulea* was replaced with *Festuca rubra* and *Festuca ovina*, while at fertilised combinations the *Molinia caerulea* was replaced with competitive and stress tolerant species.

KAZALO VSEBINE

	Ključna informacijska dokumentacija	
	Key words documentation	
	Kazalo vsebine	
	Kazalo preglednic	
	Kazalo slik	
	Kazalo prilog	
	Okrajšave in simboli	
1	UVOD	1
1.1	POVOD ZA RAZISKAVO	1
1.2	NAMEN RAZISKAVE	2
2	PREGLED OBJAV	3
2.1	VLAŽNI TRAVNIKI V SEVERNIH PREDELIH EVROPE IN SLOVENIJI	3
2.2	OPIS ZDRUŽBE MODRE STOŽKE (<i>MOLINETUM CAERULEAE</i>)	4
2.3	POMEN TRAVNIŠKIH FUNKCIONALNIH SKUPIN V TRAVNI RUŠI	5
2.3.1	Tekmovalnost rastlin v travni ruši	5
2.3.1.1	Biotska vezava dušika	6
2.4	VRSTNA SESTAVA IN PESTROST TRAVNE RUŠE	8
2.4.1	Florističen popis	8
2.4.2	Indeks pestrosti	8
2.5	VPLIV RABE IN GNOJENJA NA BOTANIČNO SESTAVO VLAŽNIH TRAVNIKOV	10
2.5.1	Intenziteta košnje	11
2.5.1.1	Reakcija vegetacije vlažnih travnikov na pašo in košnjo	11
2.5.1.2	Reakcija rastlin na pašo in košnjo	11
2.5.2	Uporaba anorganskih gnojil na vlažnih travnikih	11
2.5.3	Reakcija botaničnih sprememb na prenehanje dodajanja gnojil	12
2.6	HRANILA V TLEH KOT DEJAVNIK PESTROSTI V BOTANIČNI SESTAVI TRAVNE RUŠE	12
2.7	VPLIV RASTLINSKE PESTROSTI NA PRODUKTIVNOST IN TRAJNOST TRAVNIŠKEGA EKOSISTEMA	14
3	MATERIAL IN METODE DELE	16
3.1	OPIS POSKUSA	16
3.1.1	Tla na poskusni lokaciji	17
3.1.2	Vremenske razmere na poskusni lokaciji v letih 1999-2004	17
3.3	BOTANIČNE ANALIZE	19
3.4	STATISTIČNE ANALIZE	20
4	REZULTATI	21
4.1	PRISOTNOST TRAVNIŠKIH FUNKCIONALNIH SKUPIN V TRAVNI RUŠI	21
4.2	INDEKS RASTLINSKE PESTROSTI IN IZENAČENOSTI TRAVNE RUŠE	22

4.3	ŠTEVILO RASTLINSKIH VRST	24
4.4	FLORISTIČNA SESTAVA IN TRI NAJBOLJ POGOSTNE VRSTE V TRAVNI RUŠI	25
5	RAZPRAVA IN SKLEPI	29
5.1	RAZPRAVA	29
5.2	SKLEPI	30
6	POVZETEK	31
7	LITERATURA	32
	ZAHVALA	
	PRILOGE	

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Vrste in obseg (absolutno in relativno glede na skupno travinje) vlažnih travniških habitatnih tipov v Sloveniji (Seliškar in sod., 2003)	4
Preglednica 2: Floristični popis v zelinju barjanske travne ruše zveze <i>Molinion</i> Po Braun-Blanquetu ob 1. košnji v odvisnosti od režima rabe in gnojenja (6. leto poskusa)	25
Preglednica 3: Delež treh vodilnih vrst v zelinju barjanske travne ruše zveze <i>Molinion</i> ob 1. košnji v odvisnosti od režima rabe in gnojenja (6. leto poskusa)	27
Preglednica 4: Stopnja tveganja za sprejetje alternativne domneve (H_1) pri proučevanju vplivov režima rabe in gnojenja na delež travniških funkcionalnih skupin, indeksa rastlinske pestrosti, izenačenosti in števila vrst ob 1. košnji v zelinju travne ruše <i>Molinion</i> (6. leto poskusa)	28

KAZALO SLIK

Slika 1:	Prikaz modela CSR	6
Slika 2:	Neposredni in posredni dejavniki biotske vezave N pri metuljnicah	7
Slika 3:	Pestrost (H') in izenačenost (E_H) za štiri hipotetične skupine (vsaka vsebuje 100 osebkov).	9
Slika 4:	Razmerje med proizvodnjo in vrstno gostoto v treh različnih habitatih (○-travinje, ●-gozd, △-grmišče) (Al-mufti in sod., 1977)	13
Slika 5:	Karta habitatnih tipov Ljubljanskega barja in oznaka lokacije (našega) poskusa	16
Slika 6:	Primerjava povprečnih mesečnih temperatur zraka in mesečnih višin padavin za leta trajanja poskusa z dolgoletnim povprečjem (1961-1990)	18
Slika 7:	Delež travniških funkcionalnih skupin v zelinju barjanske travne ruše zveze <i>Molinion</i> ob 1. košnji v odvisnosti od režima rabe in gnojenja (6. leto poskusa).	21
Slika 8:	Prikaz interakcije (košnja x gnojenje) za delež zeli v travni ruši zveze <i>Molinion</i>	22
Slika 9:	Indeks rastlinske pestrosti v zelinju barjanske travne ruše zveze <i>Molinion</i> ob 1. košnji v odvisnosti od režima rabe in gnojenja (6. leto poskusa)	22
Slika 10:	Prikaz interakcije (košnja x gnojenje) za indeks rastlinske pestrosti v travni ruši zveze <i>Molinion</i>	23
Slika 11:	Indeks izenačenosti v zelinju barjanske travne ruše zveze <i>Molinion</i> ob 1. košnji v odvisnosti od režima rabe in gnojenja (6. leto poskusa).	23
Slika 12:	Prikaz interakcije (košnja x gnojenje) za indeks izenačenosti v travni ruši zveze <i>Molinion</i>	24
Slika 13:	Povprečno število vrst v zelinju barjanske travne ruše zveze <i>Molinion</i> ob 1. košnji v odvisnosti od režima rabe in gnojenja	24
Slika 14:	Delež treh vodilnih vrst v zelinju barjanske travne ruše zveze <i>Molinion</i> ob 1. košnji v odvisnosti od režima rabe in gnojenja (6. leto poskusa).	27

KAZALO PRILOG

- Priloga A1:** Analiza variance za delež trav v poskusu, kjer smo preučevali vpliv režima rabe in gnojenja na botanične karakteristike travne ruše zveze *Molinion*
- Priloga A2:** Test mnogoterih primerjav za delež trav v poskusu, kjer smo preučevali vpliv režima rabe na botanične karakteristike travne ruše zveze
- Priloga A3:** Test mnogoterih primerjav za delež trav v poskusu, kjer smo preučevali vpliv gnojenja na botanične karakteristike travne ruše zveze *Molinion*
- Priloga A4:** Analiza variance za delež metuljnic v poskusu, kjer smo preučevali vpliv režima rabe in gnojenja na botanične karakteristike travne ruše zveze *Molinion*
- Priloga A5:** Test mnogoterih primerjav za delež metuljnic v poskusu, kjer smo preučevali vpliv režima rabe na botanične karakteristike travne ruše zveze *Molinion*
- Priloga A6:** Test mnogoterih primerjav za delež metuljnic v poskusu, kjer smo preučevali vpliv gnojenja na botanične karakteristike travne ruše zveze *Molinion*
- Priloga A7:** Analiza variance za delež zeli v poskusu, kjer smo preučevali vpliv režima rabe in gnojenja na botanične karakteristike travne ruše zveze *Molinion*
- Priloga A8:** Test mnogoterih primerjav za delež zeli v poskusu, kjer smo preučevali vpliv režima rabe na botanične karakteristike travne ruše zveze *Molinion*
- Priloga A9:** Test mnogoterih primerjav za delež zeli v poskusu, kjer smo preučevali vpliv gnojenja na botanične karakteristike travne ruše zveze *Molinion*
- Priloga A10:** Analiza variance za indeks pestrosti v poskusu, kjer smo preučevali vpliv režima rabe in gnojenja na pestrost travne ruše zveze *Molinion*
- Priloga A11:** Test mnogoterih primerjav za indeks pestrosti v poskusu, kjer smo preučevali vpliv režima rabe na pestrost travne ruše zveze *Molinion*
- Priloga A12:** Test mnogoterih primerjav za indeks pestrosti, kjer smo preučevali vpliv gnojenja na pestrost travne ruše zveze *Molinion*
- Priloga A13:** Analiza variance za izenačenost v poskusu, kjer smo preučevali vpliv režima rabe in gnojenja na izenačenost travne ruše zveze *Molinion*
- Priloga A14:** Test mnogoterih primerjav za izenačenost v poskusu, kjer smo preučevali vpliv režima rabe na izenačenost travne ruše zveze *Molinion*
- Priloga A15:** Test mnogoterih primerjav za izenačenost v poskusu, kjer smo preučevali vpliv gnojenja na izenačenost travne ruše zveze *Molinion*

Priloga A16: Analiza variance za število vrst v poskusu, kjer smo preučevali vpliv režima rabe in gnojenja na število vrst travne ruše zveze *Molinion*

Priloga A17: Test mnogoterih primerjav za število vrst, kjer smo preučevali vpliv gnojenja na število vrst travne ruše zveze *Molinion*

Priloga B: Shema poskusa

Priloga B1: Oznaka lokacije (našega) poskusa

Priloga C: Seznam vrst in njihove mase po obravnavanjih na poskusu iz zveze *Molinion*

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

Okrajšava	Pomen
ha	hektar
N	dušik
P	fosfor
K	kalij
Ca	kalcij
Mg	magnezij
Na	natrij
Cu	baker
Co	kobalt
ppm	delcev na milijon
PK	gnojenje s fosforjem in kalijem
N ₁ PK	dodatek 50 kg dušika spomladi in gnojenje s fosforjem in kalijem
N _k PK	dodatek 50 kg dušika za vsako košnjo in gnojenje s fosforjem in kalijem
T	tekmovanje
S	stres
M	motnja

1 UVOD

1.1 POVOD ZA RAZISKAVO

Slovensko podeželje je značilno po razgibanem reliefu in mikro-klimatski pestrosti, tj. po naravnih danostih, ki skupaj z ekonomskimi in sociološkimi razmerami določajo tudi obliko kmetovanja. Glede na naravne danosti je Slovenija razdeljena na nižinska, za kmetijstvo najbolj ugodna območja in na območja z »omejenimi dejavniki« (gričevnato-hribovska, gorsko-višinska, kraška in druga za kmetijsko rabo manj primerna območja). Med slednja sodi tudi Ljubljansko barje, ki je predmet te diplomske naloge. Zaradi hidrološke dinamike in značilnosti okolja so številni vlažni travniki zibelka biotske raznovrstnosti in pomembni habitati številnih rastlinskih in živalskih vrst, predvsem redkih in ogroženih. Kot zagotovilo za obdelovanje teh zemljišč, je Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano priskrbelo direktna letna plačila. Slovenija vključuje program direktnih izplačil v reformo kmetijske politike in na ta način harmonizira svojo zakonodajo z evropsko. Obenem pa ta zagotovila spodbujajo in zagotavljajo tudi ohranitev biodiverzitete in obdelovanja zemlje, vzdrževanje gostote populacije, ohranitev kulturne krajine in okolja.

Zaradi spremenljive vlažnosti tal, občasnih poplav, slabše založenosti tal s hranili in nizke pH vrednosti je na Ljubljanskem barju (v nadaljevanju Barje) najbolj razširjena traviščna vegetacija. Na Barju so najbolj razširjeni gojeni travniki z visoko pahovko (*Arrhenatherion*), precej manj je vlažnih travnikov z modro stožko (*Molinion*) in brestovolistnim osladom (*Filipendulion*). Trstičevja (*Phragmition communis*), zamočvirjena visoka šašovja (*Magnocaricion*) in nizka barja (*Caricion davallianae*) pa so zastopana le v posameznih fragmentih. Kmetijsko največ vredni so travniki z visoko pahovko, ki jih kmetje dva- do trikrat na leto pokosijo. Samo enkrat na leto pokosijo slabše travnike z modro stožko, medtem ko rabo travnikov iz drugih zvez opuščajo.

Če bi s pridelovanjem krme in stelje prenehali, bi vsa travišča, razen zanemarljivo majhnega dela močvirij, hitro in v celoti prerasla gozdna vegetacija. Širjenje te vegetacije pa ni zaželeno ne z gospodarskega (zmanjšanje pridelovalnega potenciala) kot tudi ne z naravnega in kulturnega vidika. Izginil bi tudi kultiviran odprt prostor, na katerega sta Ljubljana in širša skupnost navajeni. Zato je javni interes, da se kolikor toliko ohrani sedanja oblika Ljubljanskega barja. V prihodnje bodo v kmetijski rabi na tem območju verjetno ostali samo travniki iz zvez *Arrhenatherion* in *Molinion* pod pogojem, da bo prišlo do izboljšanja posestne in zemljiške strukture kmetij in uvedbe državnih subvencij za ohranjanje vrstno bogate travne ruše. Opazen pa bo moral biti tudi napredek stroke, ki bo lahko ponudila sodobne pridelovalne in okolje-varstvene rešitve (Čop in sod., 2004).

1.2 NAMEN RAZISKAVE

Na botanično sestavo travne ruše zelo vplivata raba in gnojenje. Znano je, da intenzivnejša raba in povečano gnojenje na splošno vplivata negativno na raznovrstnost in pestrost travne ruše (Zechmeister in sod., 2003). Po drugi strani pa se s temi ukrepi v ruši na siromašnih tleh poveča zastopanost vrst z večjim rastnim potencialom in izboljša kakovost zelinja (Tallowin, 1996).

Z raziskavo smo želeli ugotoviti vplive povečanega števila košenj in uporabe gnojil na floristično sestavo, število rastlinskih vrst, pestrost, deleže travniških funkcionalnih skupin in pojavnost vodilnih vrst v travni ruši zveze *Molinion*.

1.3 DELOVNA HIPOTEZA

Agrotehnika pridelovanja krme na travinju je pomemben dejavnik rasti in razvoja travne ruše. Domnevamo, da režim rabe in gnojenje pomembno vplivata na botanične karakteristike travne ruše zveze *Molinion* in s tem na njeno agronomsko in naravovarstveno vrednost.

2 PREGLED OBJAV

2.1 VLAŽNI TRAVNIKI V SEVERNIH PREDELIH EVROPE IN SLOVENIJI

V severnem delu Evrope je veliko območij, kjer se na trdinskih ali šotnih tleh razprostirajo vlažni travniki. Na njih je v preteklih desetletjih potekala povečana intenzifikacija pridelovanja krme, ki je s seboj odnesla krajinsko in rastlinsko pestrost. Na številnih območjih so sejani travniki skupaj s hidromelioracijami zemljišč zamenjali prvotno naravno ali polnaravno travno vegetacijo

Ena od zvez traviščne vegetacije, ki jih je obiskal David A. Wedin (1992), je bil vrstno bogat travnik vijolične barjanske trave modre stožke (*Molinia caeruleae* (L.) Moench. subsp. *caeruleae*) iz zveze *Molinion caeruleae*, ki se je nahajal v jugovzhodnem delu Anglije. V zadnjih petih letih se je razširjenost, po mnenju Jerrya Tallowina iz Inštituta za travništvo in okolje-varstvene raziskave v North Wikeu, zmanjšala za 65 %. Ta tip vegetacije je bil zelo pogost tudi na Nizozemskem, kjer jo je po mnenju Jana van Groenendaela ostalo le še 50 ha v celotni državi. To se dogaja na vseh severno-evropskih vrstno bogatih traviščih, še posebej na travnikih, pašnikih in na šotnih zemljiščih.

Ker so vlažni travniki zelo produktivni, če so gnojeni in izsušeni, jih je zelo malo ušlo intenzifikaciji travništva v zadnjem desetletju. To še posebno velja za Nizozemsko, kjer so kmetje uporabljali velike količine dušičnih gnojil, da bi povečali produktivnost travinja in vzdrževali veliko mlečno industrijo na razmeroma majhnem območju (Van Der Meer, 1986, cit. po Wedin, 1992). Zato se je na določenih območjih Velike Britanije in Nizozemske opustilo intenzivno izkoriščanje travnikov. Proces so evropski ekologi poimenovali ekstenzifikacija travništva. To se je zgodilo zaradi treh razlogov: Prvi je potreba po zmanjšanju presežka pridelanega mleka; drugi je skrb po varovanju podzemeljskih voda; in tretji je potreba po ohranitvi ogroženih vrst rastlin in živali (Green, 1990).

Prvi poskus obnovitve prizadetega vlažnega travišča je bila ponovna vzpostavitev zgodovinskega režima paše in košnje, kar se je izkazalo za neuspešno. Študije o rastlinski fiziologiji, dinamiki vegetacije in hranil v zemlji, ki jih je napisal Bakker (1987, cit. po Wedin, 1992) in njegov kolega Han Olf, so pokazale, da je težava predvsem v dostopnosti in kroženju hranil v zemlji, na kar je težko vplivati. Postavila sta hipotezo, da dokler se razpoložljivost dušika približno ne zmanjša na količino, ki je bila v zgodovini (5-10 g N/m²/leto dostopnega N rastlinam), bo ostala produktivnost velika, pestrost rastlinskih vrst bo majhna in obnovitvene strategije bodo spodletele. Omenil je tudi, da so vlažni travniki zelo občutljivi na hidrološke spremembe, tj. osuševanje sosednjih kmetijskih zemljišč. Posledica tega je povečana količina razpoložljivega dušika v zemlji (Wedin, 1992).

Tudi v Sloveniji so vlažna travišča med najbolj ogroženimi ekosistemi. Najobsežnejša poplavna in vlažna travišča najdemo na Barju, Cerkniškem, Planinskem in Radenskem polju ter Bloški planoti in Jovsuh, ki imajo zaradi hidroloških razmer veliko bioprodukcijo. Največ vlažnih travnikov je izginilo zaradi pospeševanja kmetijstva in sicer, zaradi prekomernega izsuševanja navedenih območij.

Preglednica 1: Vrste in obseg (absolutno in relativno glede na skupno travnino) vlažnih travniških habitatnih tipov v Sloveniji (Seliškar in sod., 2003).

Habitatni tip	Površina	
	(ha)	(%)
Sestoji z brestovolistnim osladom (<i>Filipendulion</i>)	120	0,04
Vlažni travniki s stožko (<i>Molinion</i>)	2.875	1
Mezotrofični vlažni travniki (<i>Calthion</i>)	354	0,1
Nizko šašovje (<i>Scheuchzerio-Caricetea fuscae</i>)	32	0,01
Apnenčasta močvirja, rečne struge in sorodne skupine (<i>Caricion davallianae</i>)	3	0,01
Skupaj	3.384	1,18

2.2 OPIS ZDRUŽBE MODRE STOŽKE (*MOLINIETUM CAERULEAE*)

Vrstno bogati travniki združb *Molinietum caeruleae* (modro stožkovje) in *Caricion davallianae* (srhko šašje), v katerih je precejšen delež šašov in trav, vsebujejo mnogo nizkih in pokončno rastočih ter pozno cvetočih rastlin (Braun, 1986, cit. po Stammel in sod., 2003). V združbi modrega stožkovja se zelo pogosto pojavljajo modra stožka, dlakavi šaš (*Carex hirta* L.), močvirski tulipan (*Fritillaria meleagris* L.), sicer pa še navadni čistec (*Betonica officinalis* L.), ripeča zlatica (*Ranunculus acris* L.), volnato medena trava (*Holcus lanatus* L.), navadni glavinec (*Centaurea jacea* L.), severna lakota (*Galium boreale* L.), srčna moč (*Potentilla erecta* (L.) Rauschel), dišeča boljka (*Anthoxanthum odoratum* L.) idr. Razvili so se pod tradicionalno rabo tal, kot je pozna spomladanska košnja brez gnojenja. Seno je slabe kvalitete in so ga uporabljali predvsem kot steljo. Danes sprememba v rabi tal vodi do opuščanja manj produktivnih travnikov, ki so siromašni s hranili. To vodi do naravne sukcesije in tipične barjanske vrste postanejo redke ali ogrožene. Ohranjanje pol- naravnih travnikov bi moralo ciljati k zmanjšanju dominantnih vrst in promoviranju razmnoževanja ali vegetativnega razširjanja tistih vrst, ki so pogosto slabi kompetitorji za svetlobo (Hald in Vinther, 2000, cit. po Stammel in sod., 2003).

Travniki, v katerih se kot najpogostejša vrsta pojavlja modra stožka, so značilni za izmenoma vlažno-suha rastišča. Spomladi in jeseni so vlažna, v poletnem času suha. Tla so humusna, to je šotna ali tudi oglejena. Reakcija tal je zmerno kislja. Gospodarsko izkoriščanje je ekstenzivno. Običajno so to enokosni travniki, ki jih malo in neredno gnojijo. Izgled travnikov je zaradi prevladujočih trav modre stožke, tenkolistne bilinice (*Festuca filiformis* Pourr.), raznih vrst šašev in ločkov lahko zelo homogen, čeprav je praviloma floristična sestava izredno bogata in pisana (Seliškar, 2000).

Združba postaja v Sloveniji vedno redkejša zaradi osuševanja rastišč in intenzivnejšega gnojenja (Seliškar, 2000). Zemljišča so še zanimiva za kmetijsko rabo, ki pa bi morala biti prilagojena manjšemu ravnemu potencialu teh zemljišč in okoljevarstvenim zahtevam.

Sistematika združbe *Molinietum caeruleae* (cit. po Seliškar, 1986)

Razred: *Molinio* – *Arrhenatheretea* R. TX. 1937

Red: *Molinetalia* W. Koch 1926

Zveza: *Molinion caeruleae* W. Koch 1926

Združba: *Molinietum caeruleae* W. Koch 1926

Združba: *Junco – Molinietum* Preisg. 1951

2.3 POMEN TRAVNIŠKIH FUNKCIONALNIH SKUPIN V TRAVNI RUŠI

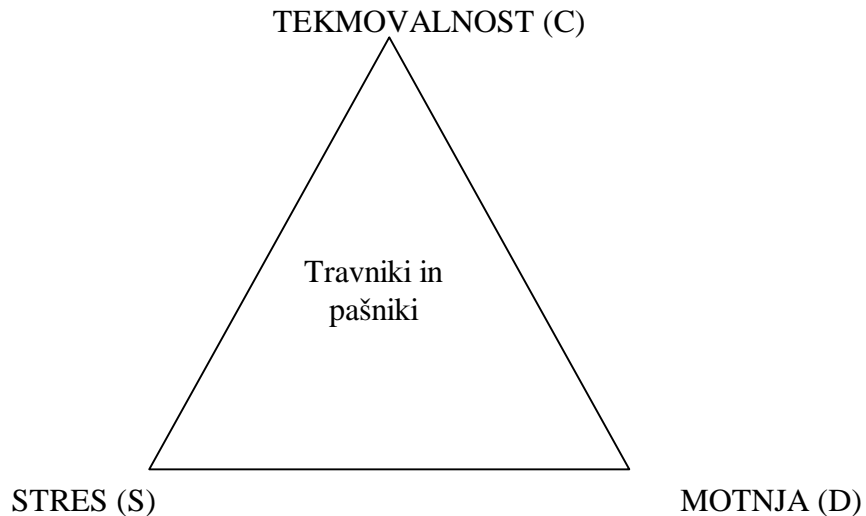
Prisotnost travniških funkcionalnih skupin (trave, metuljnice, zeli) v travni ruši določa rastni potencial travne ruše, kvaliteto zelinja, pa tudi njeno trajnost. Zato bi prednostne naloge kmetov morale biti, da obdržijo delež trav, metuljnic in zeli v razmerju 50 do 70 % trav, 10 do 30 % metuljnic in 10 do 30 % zeli in tako ohranijo sezonsko rast in dolgoživost travne ruše (Evans in sod., 1992).

Vpliv biodiverzitete na delovanje ekosistema je zelo zapleten, vendar pa vsakdo lahko prepozna en tip komplementarnega vpliva: več pridelka, kadar rastejo skupaj metuljnice in trave (Huston, 2000, cit. po Laberge in Saunders, 2002). Učinek metuljnic na travniku je opazen v povečanju vsebnosti surovih beljakovin in prebavljivosti zelinja (Hopkins, 1997, cit. po Laberge in Saunders, 2002). Njihova kombinacija s travami je bistvenega pomena za živalsko prehrano, produktivnost in trajnost travne ruše (Laberge in Saunders, 2002). Metuljnice imajo večjo količino surovih beljakovin in manjšo vsebnost strukturnih vlaken kot večina krmnih trav. Prisotnost oziroma vključitev metuljnic v pašni sitem vodi do večje prebavljivosti in izkoristka hranil pri živini (Hopkins, 1997, cit. po Laberge in Saunders, 2002). Trave, ki rastejo skupaj z metuljnicami, imajo po navadi večjo vsebnost surovih beljakovin, K in P (Steinshamn, 1997). Po drugi strani pa lahko velik delež metuljnic privede do smrtno nevarnega napenjanja krav, zato so trave potrebne, da se izognemo temu problemu. Uravnotežen delež vlaken, ki jih priskrbijo trave, je bistvenega pomena za optimalno rejo prežvekovalcev in odpravljanje presnovnih motenj.

Zadnja desetletja se je s porastom zanimanja v ekološko kmetijstvo povečal tudi interes za (prisotnost) zeli na travnikih. Njihove globoke korenine omogočajo premeščanje mineralov v zgornjo (humusno) plast zemlje in pomagajo k združitvi zemeljskih delcev in s tem izboljšajo strukturo tal in aeracijo (Swift in sod., 1993).

2.3.1 Tekmovalnost rastlin v travni ruši

Mnogo raziskovalcev se ukvarja s proučevanjem tekmovalnosti rastlin v okolju. Grime (1979) pravi, da obstajajo tri osnovne strategije, ki omogočajo obstoj rastlin v okolju, v katerem vlada ravnotežje. To so tekmovalna strategija, strategija odpornosti na stres in strategija motnje. Tekmovalnost v prvi strategiji definira kot sposobnost rastlin, da čim boljše izkoristijo ali prestrežejo enake vire (svetloba, hranila, voda, prostor). Stres v drugi strategiji definira kot zunanji okoljski dejavnik, ki omeji proizvodnjo suhe snovi le dela ali cele rastlinske odeje. Pri zadnji strategiji predstavlja motnja dejavnik zunaj rastlinske združbe, ki vpliva na rastline s svojo pogostostjo, intenziteto in obsegom pojavljanja. Dejavnike, ki vplivajo na nastanek primarnih strategij pri rastlinah, je ponazoril s trikotnikom (Slika 2).



Slika 1: Prikaz modela CSR (Grime, 1979)

CSR model pomeni, da je vegetacija, ki se je razvila na določenem mestu v določenem času, rezultat ravnotežja med intenziteto stresa (omejenost produkcije), motnje (fizična poškodba vegetacije) in tekmovalnosti (sposobnost rastlin, da čim boljše izkoristijo ali prestrežejo enake vire). V tem modelu stres in motnja kontrolirata jakost tekmovanja kompetitivnih vrst.

Kot ugotavljajo Grime in sod. (1996) lahko najdemo v ruši zaradi različne rabe travnih zemljišč rastline z različnimi strategijami:

- strategija tekmovalnosti se izrazi s dosejevanjem produktivnejših in bolj prilagojenih vrst (rastline z velikim rastnim potencialom)
- rastline s strategijo odpornosti na stres z uporabo gnojil, namakanjem in osuševanjem izginejo – na našem poskusu se je pod vplivom režima rabe in gnojenja izrazito zmanjšala prisotnost modre stožke v travni ruši
- rastline s strategijo ruderalnosti uspevajo tam, kjer poteka paša, košnja, kurjenje in uporaba herbicidov

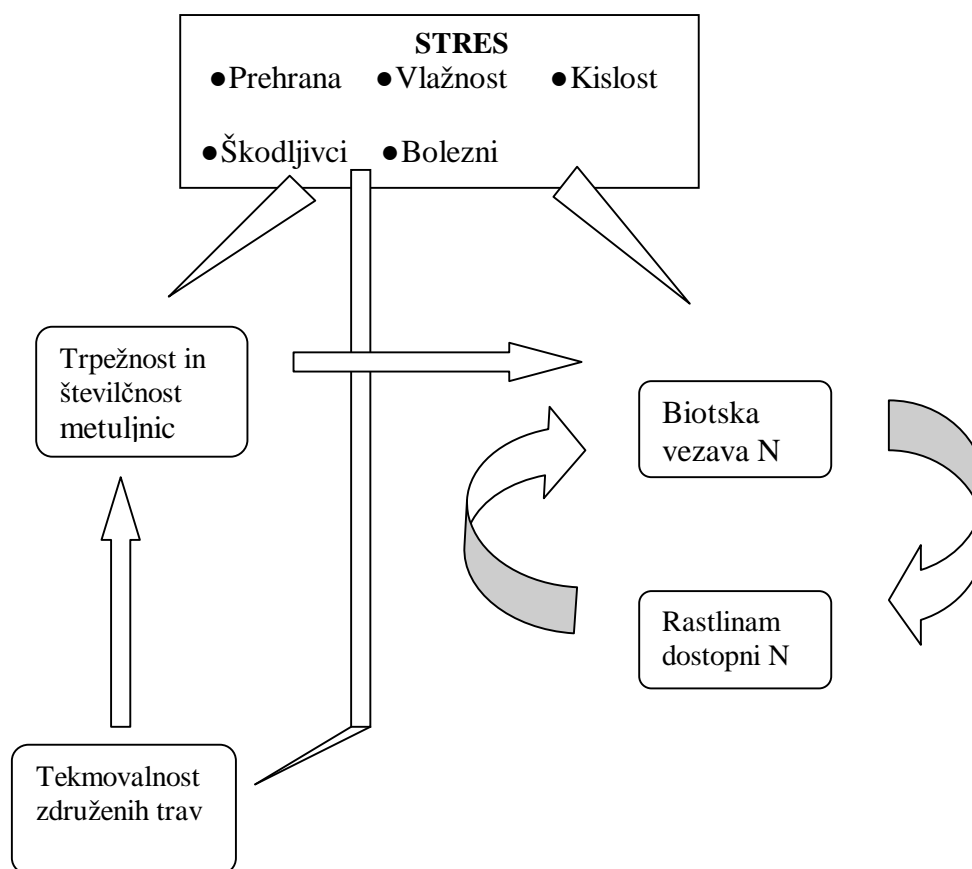
Wedin in Tilman (1992) sta prepričana, da je bolj tekmovalna tista rastlina, ki črpa hranila iz tal do njihovih najmanjših koncentracij. V svojih poskusih sta uporabljala kot hranilo dušikove spojine in vedno opazovala rastline v pari. Preskrbljenost tal s hranili je pomemben dejavnik pri uveljavljanju rastlin v ruši. Če so tla dobro založena s hranili, predvsem z dušikom, potem v ruši prevladujejo visoke vrste trav in širokolistne zeli. Ko začne dušika v tleh primanjkovati, se uspešneje razširijo metuljnice. Le-te s pomočjo bakterij na koreninah vežejo atmosferski dušik v tleh. Sčasoma vežejo toliko dušika, da trave ponovno prevladajo v ruši.

2.3.1.1 Biotska vezava dušika

Pozitivni vpliv metuljnic v travniškem sistemu se kaže v njihovi sposobnosti vezanja N, kar jim omogoča, da izboljšajo status N v zemlji in s tem prispevajo k boljši založenosti hranil v tleh.

Biotska vezava N je odvisna od vzpostavitve simbiotske povezave med metuljnicami in bakterijami iz rodu *Rhizobium*. Rastlina priskrbi ogljikovodike in življenjski prostor, medtem ko bakterija, ki veže N, oskrbi rastlino z NH_3 . Trije dejavniki vplivajo na biotsko vezavo N v mešani travni ruši. Prvi dejavnik je dobro poznani negativni učinek anorganskega N v tleh na biotsko vezavo N. Drugi dejavnik je trpežnost in produktivnost metuljnic na travniku, pri katerem je trpežnost metuljnic tesno povezano s tretjim dejavnikom – tekmovalnost z združenimi travami (Ledgard in Steele, 1992).

Povečevanje N v tleh skozi čas vodi v ciklično spreminjanje razmerij med travami in metuljnicami. Trave začnejo dominirati v travni ruši kot boljši kompetitor za akumulirani rastlinam dostopni N (Ledgard in Steele, 1992). Pri velikih vsebnostih N trave zasenčijo deteljo, medtem ko je pri majhnih vsebnostih N rast trave manj aktivna in detelja bolj koristno uporabi razpoložljiv N.



Slika 2: Neposredni in posredni dejavniki biotske vezave N pri metuljnicah (Ledgard in Steele, 1992).

2.4 VRSTNA SESTAVA IN PESTROST TRAVNE RUŠE

Begon in sod. (1999) pravijo, da je eden od načinov predstavljanja travne ruše preprosto štetje prisotnih vrst. To se sliši kot enostaven postopek, ki pa nam onemogoča opis in primerjavo travne ruše glede na vrstno sestavo. V praksi je velikokrat presenetljivo težavno, deloma zaradi taksonomskih problemov, deloma pa tudi zaradi vzorčenja organizmov, ki so lahko na nekem območju prešteti. Število zapisanih vrst je potem odvisno od števila vzetih vzorcev ali pa od obsega raziskanega območja. Najbolj pogoste vrste so verjetno določene v prvih nekaj vzorcih, vendar pa več kot je zajetih vzorcev, redkejše vrste se pojavljajo.

Pri kateri točki nehamo z jemanjem vzorcev? Idealno bi bilo, če bi raziskovalec vzorčil, dokler število vrst ne doseže plato. Pestrost različnih skupin bi lahko med sabo primerjali samo, če bazirajo na isti velikosti vzorca (v smislu raziskanega habitata, časa vzorčenja, številu osebkov, ki so vključeni v vzorec).

2.4.1 Floristični popis

Vegetacijo lahko dojemamo na različne načine. V prvi vrsti kot rastlinje, ki pokriva neko območje in je sestavljeno iz posameznih, med seboj različnih in ločljivih manjših delov, ki se med seboj ločijo na osnovi različne floristične sestave, razširjenosti posameznih vrst v prostoru in po fiziognomiji, ki jo dajejo dominantne vrste. Pomembno je vegetacijo na določeni izbrani površini tudi kvantitativno ovrednotiti. Tradicionalno se v Sredozemlju in Srednji Evropi uporablja Braun-Blanquetova metoda (1965) proučevanja vegetacije. Pri tem pa je potrebno spoznati nekaj pojmov, s katerimi ima ta metoda za opraviti. Ločimo med potencialno in aktualno vegetacijo, pri čemer je potencialna vegetacija tista, ki bi na nekem območju bila razvita, če vanjo ne bi posegal človek. Na našem območju je to – razen obmorskih predelov, skalovja, melišč in vodnih površin – seveda gozd (Kaligarič, 1997).

Rastline se med seboj ne združujejo slučajno, ampak po nekih zakonitostih. Podobne okoljske razmere (nadmorska višina in z njo pogojena klima, edafske razmere, pH, vlažnost itd.) ter fitogeografski položaj narekujejo podobne rastlinske sestoje. Združbo gradijo značilnice (karakteristične vrste za določeno združbo), dominantne vrste in značilnice višjih oblik vegetacijske organizacije. Tako se potem združbe (obrazilo –etum) združujejo v zveze (-enion), te v redove (-eion), te pa v razrede (-etea).

Če na kratko povzamemo lahko zaključimo, da gre floristično variabilnost pripisati fitogeografskim ali pa okoljskim razlikam. Pomembno je rangiranje in vrednotenje teh razlik (Kaligarič, 1997).

2.4.2 Indeks pestrosti

Pomemben vidik številčne zgradbe je popolnoma zanemarjen, če je botanična sestava travne ruše opisana preprosto v smislu števila prisotnih vrst. S tem se izgubi informacija, da so nekatere vrste redke, nekatere pa pogoste. Intuitivno, skupina 10-ih vrst z enakim deležem se zdi bolj pestra kot druga, ki enako vsebuje 10 vrst z več kot 50 % osebkov, ki pripadajo najbolj pogosti vrsti, in manj kot 5 % vsake od drugih devet. Vseeno ima vsaka skupina enako število vrst.

Štetje travniških funkcionalnih skupin (trave, metuljnice, zeli) bi bilo zelo nerodno, saj vključuje veliko rastlinskih vrst, ki jih je nemogoče posamezno prešteti. Ali preštejemo poganjke, liste, stebila? Eden od načinov, da se izognemo temu problemu, je opis travniške funkcionalne skupine v smislu njene biomase (ali stopnja produktivnosti biomase) na vrsto, na enoto območja (Begon in sod., 1999).

V ruši je vedno prisotno manjše število rastlin, ki zavzemajo večino prostora, in veliko rastlin, ki se pojavljajo samo v presledkih. Številčnost vrst v ruši pomeni, koliko različnih vrst je na opazovani površini. Malo pa nam pove o pestrosti travne ruše, ki je produkt števila vrst in njihove relativne obilnosti. Zato uporabljamo Shannon-Wienerjev indeks pestrosti (1948), ki izraža pestrost proučevanega območja na osnovi števila vrst, mase ali pokrovnosti osebkov vsake vrste.

$$\text{Pestrost } (H') = -\sum_{i=1}^s p_i \ln p_i \quad \dots(1)$$

s = število vrst

p_i = delež osebkov oziroma obilnost i-te vrste, izražena kot delež celotne pokrovnosti

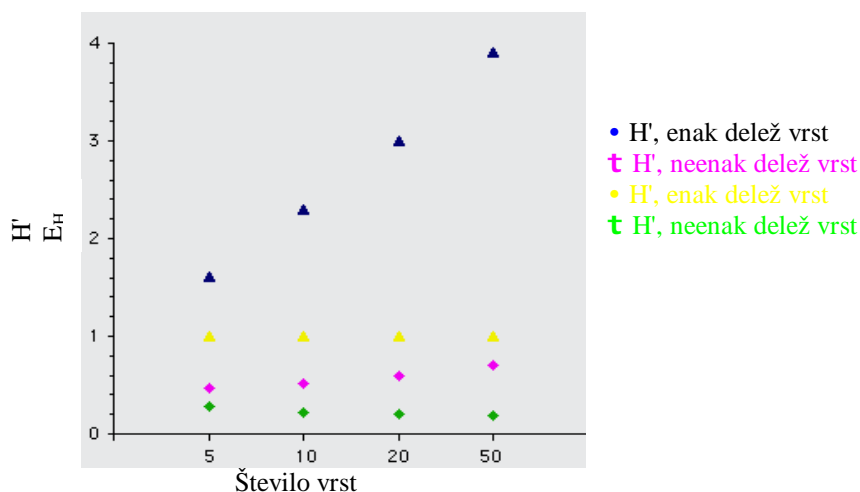
Na tej osnovi se izračuna indeks izenačenosti. Ta nam pove, kako so vrste v ruši med seboj porazdeljene. Indeks izenačenosti obsega vrednosti med 0 in 1, kjer 1 pomeni popolno izenačenost.

$$\text{Izenačenost } (E_H) = H'/\ln s \quad \dots(2)$$

H' = Shannonov indeks rastlinske pestrosti

s = število vrst

Zgled kako vplivata številčnost vrst in delež vrst neke populacije na H' in E_H je grafično prikazan na sliki 3. Avtorji so za prikaz vzeli štiri skupine z enakim številom osebkov in različnim številom vrst (5, 10, 20, 50).



Slika 3: Pestrost (H') in izenačenost (E_H) za štiri hipotetične skupine (vsaka vsebuje 100 osebkov). (Diversity..., 2004).

V prvem primeru, ko je delež vrst enak, je E_H vedno 1 (popolna izenačenost), H' pa se s povečanjem števila vrst, zelo povečuje. V drugem primeru, kjer ena vrsta sestavlja 90 % skupine, je slika nekoliko drugačna. Čeprav se H' povečuje z porastom števila vrst, je to veliko bolj počasno kot pa v prvem primeru. E_H pa se zmanjšuje s povečanjem vrst (tu namreč ena vrsta vedno sestavlja 90 % celotne skupine, medtem ko ostale vrste sestavljajo frakcijo 10-ih % skupine; s povečanjem števila vrst ta frakcija postane manjša in izenačenost upada). H' in E_H skupaj očitno dajo več informacij o skupinah kot pa sam izračun pestrosti vrst.

2.5 VPLIV RABE IN GNOJENJA NA BOTANIČNO SESTAVO VLAŽNIH TRAVNIKOV

Na ekstenzivno obdelanih površinah, kjer je biodiverziteteta ali pestrost rastlin prioriteta, lahko obilnost hranil v tleh in intenzivnejša raba zmanjšata floristično kakovost travne ruše.

Neprilagojen režim košnje in pretirana uporaba gnojil (zlasti N in P) sta dva glavna razloga za zmanjševanje vrstnega bogastva travne ruše. Travniška flora je na prizadetih območjih najbolj vrstno bogatih ekosistemov postala vse bolj in bolj enolična (Janssens in sod., 1998). V nekaterih primerih je bila zreducirana do najmanjše vrednosti v monokulturni travnik (Spellerberg, 1991).

2.5.1 Intenziteta in čas košnje

V sodobnem in k ekonomski učinkovitosti usmerjenemu travništvu ni mesta za tradicionalno rabo travne ruše. V kmetijsko razvitih državah je raba travinja praviloma intenzivna, kar negativno vpliva na število rastlinskih vrst v travni ruši (Zechmeister in sod., 2003).

Študije, ki sta jih napisala Smith in Jones (1991), jasno kažejo, da mora biti datum košnje prilagojen fenologiji rastlin na travniku. Drugače obstaja nevarnost, da veliko pomembnih rastlin vrstno bogatih travnikov ne dozori. Tveganost izgube rastlinskih vrst, bi bila še posebno pogubna za pozno cvetoče in kratko živeče večletnice, ki imajo ali kratko živečo ali pa ne obstojno semensko banko (Tallowin, 1996).

Košnja v začetku avgusta omogoča večjemu številu različnih vrst, da dozori, kot pa če bi kosili v juliju. Kasnejša košnja v avgustu ni dala nobene opazne prednosti v smislu pestrosti rastlinskih vrst oz. obilnosti le teh, čeprav je košnja v septembru omogočila pozno cvetočim vrstam, kot je travniška izjevka (*Succisa pratensis* Moench.), da dozori. Vendar pa košnja po juliju pomeni slabšo kakovost sena (Kirkham in sod., 1995). Košnja v maju ali septembru je povečala dominanco volnate medene trave. To je tudi skladno z reakcijo vrst na defoliacijo. Kadar je volnata medena trava pokošena koncem maja ali v začetku junija je cvetenje močno oslABLJENO in košnji sledi bujna kompetitivna vegetativna rast (Watt in Haggard, 1980). Do podobnih spoznanj so prišli tudi Zechmeister in sod., 2003, ko pravijo, da trave, ki se razvijajo s pomočjo vegetativnih organov, kot na primer trpežna ljujka (*Lolium perenne* L.), imajo sposobnost hitrega razvoja novih listov in lahko postanejo bolj kompetitivne na pogosto košenih travnikih.

2.5.1.1 Reakcija vegetacije vlažnih travnikov na pašo in košnjo

Vrstno bogastvo se je značilno zmanjšalo s pašo, vendar pa nobena tipična barjanska vrsta s tem načinom rabe tal ni bila prizadeta. Paša je bila ugodna za trave in nizke zeli (Stammel in sod., 2003).

Samo nekatere vrste z obrambnim mehanizmom zoper pretirano defoliacijo, so bile bolj pogoste ali obilne na pašnikih. Za cvetenje in razpršenost semen paša in košnja nista imeli tako velikega pomena. Paša je lahko priporočena kot alternativa košnji, predvsem na območjih zaraščanja, vendar pa se lahko pojavijo spremembe v sestavi travniških funkcionalnih skupin in zmanjšanju pestrosti rastlinskih vrst (Stammel in sod., 2003).

2.5.1.2 Reakcija rastlin na pašo in košnjo

Paša omeji pojavljanje vrst bolj močno kot pa košnja. Vrste s hitrim nastajanjem poganjkov, ki nastajajo vegetativno, so našle ugodne razmere na pašniku. Nizke zeli s hitrim nastajanjem rozet (*Trifolium repens* L., *Valeriana dioica* L., *Hieracium lactucella* L.) ali pa pokončno rastoče zeli, ki vsebujejo obrambne kemične snovi (*Mentha* spp., *Eupatorium cannabinum* L., *Lycopus eropaeus* L.) ali bodice (*Cirsium palustre* L.) so na pašniku dobro uspevale. Medtem pa so bile pokončno rastoče zeli brez obrambnega mehanizma s pašo in gaženjem poškodovane, še posebno, če so imele sposobnost počasnega razširjanja vegetativnih organov (npr. *Angelica sylvestris* L. ali *Laserpitium prutenicum* L.). Večina travniških vrst vlažnih travnikov (*Schoenus ferrugineus* L., *Luzula multiflora* L., *Molinia caerulea* ali *Phragmites australis* L.) je bolj uspevala na travnikih, kjer se je izvajala košnja (Stammel in sod., 2003).

Paša je poleg košnje priporočljiva kot alternativni način konzervacijske strategije. Vendar pa mora biti strokovno vodena, da se zmanjšajo nezaželeni vplivi gaženja. V posebnih primerih, kadar je prisotna ogrožena vrsta, mora biti reakcija posamezne vrste na pašo dobro raziskana, preden se jo začne uvajati (Stammel in sod., 2003).

2.5.2 Uporaba anorganskih gnojil na vlažnih travnikih

Podatki številnih objav iz najbolj slavnega travniškega poskusa »Park Grass Experiment« so nazorno pokazali zelo močan vpliv anorganskih gnojil na raznovrstnost travnika. Vendar pa iz nobene objavljene literature ni bilo mogoče razbrati, koliko dušika bi dejansko lahko uporabili na šotnih tleh travnika Somerset Levels, pri tem pa seveda ohranili botanično pestrost travnika (Tallowin, 1996).

Na manjšem poskusu je bilo, v primerjavi z negnojeno kontrolo, zadosti le 1 leto dodajanja 25 kg N/ha, da se je zmanjšala pestrost travne ruše (Kirkham in sod., 1995). Zelo hiter padec in pa izguba botanične pestrosti se je zgodila po dodatku 100 kg N/ha v kombinaciji s 75 kg P₂O₅/ha. Študije, ki jih je napisal Kirkham in sod., 1995 so pokazale, da ima na botanično spremembo večji vpliv P kot pa N.

Upadanje botanične pestrosti na gnojenih travnikih poskusa »Park Grass Experiment« je bilo povezano z povečanjem rasti konkurenčnih trav, kot sta volnata medena trava in trpežna ljuljka (Mountford in sod., 1993). Na gnojenih travnikih se je pokazala povečana obilnost

navadne kislice (*Rumex acetosa* L.), še posebno, kjer je bila dostopnost P velika (Mountford in sod., 1993; Kirkham in sod. 1995). Kot dodatek k temu, je pridelovanje sena skupaj s pašo

in pa košnja kot edino gospodarjenje travnika ugodno vplivalo na regenerativno strategijo te vrste, kar pomeni produkcijo popolnoma zrelega semena (Grime in sod., 1988).

2.5.3 Reakcija travne ruše na prenehanje dodajanja gnojil

Ob prenehanju dodajanja gnojil je bila botanična sprememba počasna in negotova, to še posebno velja za travnike, ki so bili v preteklosti preveč gnojeni (Tallowin, 1996). Dejavniki, kot so oddaljenost najbližjega izvora semen, spremembe v semenenju, stopnja eutrofikacije in vpliv kmetovanja, ki se izvaja na tem območju, vplivajo na hitrost in obseg reševanja pestrosti travnikov (Bakker, 1989, cit. po Tallowin 1996).

Raziskave Smitha in Tallowina (1995, cit. po Tallowin, 1996) so pokazale značilne spremembe v semenenju rastlin na gnojenih parcelah projekta Tadhams. Gnojene parcele so imele povečano obilnost posameznih trav. Posebnost teh vrst je bila, da so njihova semena pokazala majhno dormanco, kar jim je omogočalo razširitev na praznih mestih v vegetaciji spomladi. Pravo nasprotje se je pokazalo pri manj kompetitivnih vrstah, kjer je bila dormanca semen kontrolirana in kalitev preprečena do konca zime (Kirkham in sod., 1995).

Večja založenost s P v manjših poskusih se je pokazala kot velika grožnja pri reševanju pestrosti travnikov (Tallowin, 1996). Poraba P je bila počasna, še posebno na tistih parcelah, ki so prejele velike količine P. Tri leta po prekinitvi uporabe gnojil se je količina P v zemlji zelo malo zmanjšala. Vendar isti avtor ugotavlja, da bi bilo preveč enostavno domnevati, da je povečana dostopnost P najpomembnejši dejavnik pri izboljševanju flore na košenih travnikih.

Na koncu je prišel Tallowin (1996) do zaključka, da je bila ponovna vzpostavitev botanične sestave, ki je tipična za negnojene travnike, po prenehanju dodajanja gnojil počasna in negotova. Stranski produkt anorganskih gnojil, uporabljenih na travniku, še posebno P, je načrtovan tako, da ostane v zemlji še mnoga leta. Zato ponovna uporaba tradicionalne košnje in paše nimata skoraj nobenega učinka. Poskusi, da bi pospešili vrnitev travnikov v prvotno stanje s sejanjem izginulih vrst in menjavanjem datumov košnje, so pokazali zelo malo uspeha. **Reševalni poskusi bi morali biti povezani z zmanjšanjem rodovitnosti zemlje.**

2.6 HRANILA V TLEH KOT DEJAVNIK PESTROSTI V BOTANIČNI SESTAVI TRAVNE RUŠE

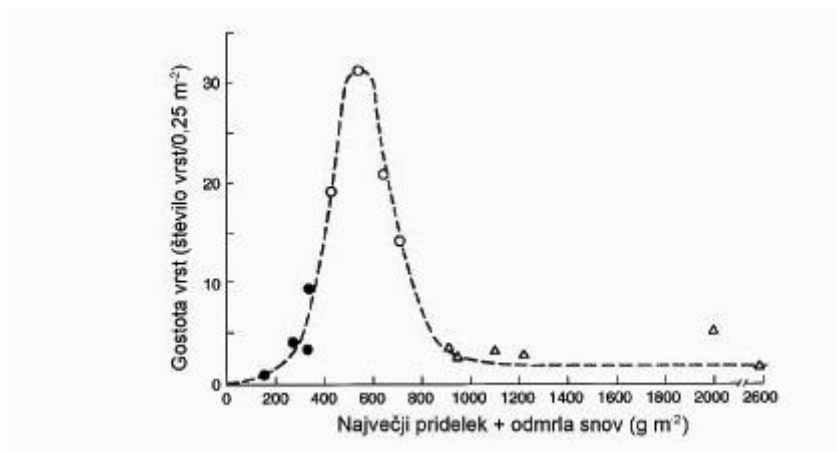
Pestrost travne ruše je močno odvisna od dostopnosti hranil. Kislost zemlje je lahko eden od glavnih dejavnikov prisotnosti travniških funkcionalnih skupin. **Podatki iz »Park-Grass Experimenta« nam dajo dober vpogled v različnosti med intenzivnim in ekstenzivnim pridelovanjem.** Gnojene parcele so imele skozi leta daleč največjo produktivnost. Dušikova gnojila so povečala dominanco trav, medtem ko se je prisotnost zeli in metuljnic zmanjšala. S tem se tudi strinjata Tilman in Downing (1994), ko pravita, da so sestava, pestrost in rast rastlinskih vrst močno odvisne od oskrbe z N.

Mnoge raziskave, izvajane v preteklih letih, so bile osredotočene na dejavnike, ki vplivajo na rastlinsko pestrost vrstno bogatih travnikov. To pa zato, ker ti travniki imajo veliko naravno

vrednost in so hkrati ogroženi; na nekaterih območjih so skoraj izginili. Ponovna vzpostavitev teh travnikov pomeni poznati življenjske pogoje asociacije, ki jo želimo zopet ustvariti. Zelo

pogosto so tipične rastlinske vrste postale tako redke, da niti semenska banka ali ponovna setev semen ne zadoščata več. Za obnovitev ali vzdrževanje določenih travnikov je pomembna kemična sestava zemlje, ki mora biti primerna, če že ne modificirana (Janssen in sod., 1998).

Al-Mufti in sod. (1977) in Grime (1979) so ugotovili, da obstaja povezava med biomaso in številom vrst v različnih habitatih.



Slika 4: Razmerje med proizvodnjo in gostoto vrst v treh različnih habitatih (○-travinje, ●-gozd, △-grmišče) (Al-Mufti in sod., 1977).

S to predpostavko različni avtorji poudarjajo, da je maksimalna biomasa odvisna od produktivnosti različnih habitatov in potemtakem tudi od založenosti tal s hranili. Zaradi tega lahko pričakujemo povezavo med številom vrst in založenostjo tal s hranili. Iz tega sledi, da krivulja, ki so jo napravili Al-Mufti in sod. (1977) in Grime (1979) velja, če biomaso zamenjamo z makroelementi, kot so N, P, K.

Mnoge študije so pokazale, da kadar so se dušikova gnojila uporabljala v velikih količinah (celo v manjših količinah), se je število vrst zmanjšalo (Mountford in sod., 1993; Tallowin in sod., 1994). Iz tega lahko sklepamo, da bi bila ukinitvev gnojenja z dušikom zadosten ukrep za zmanjšanje dušikovih spojin v zemlji, ki bi ohranil vrstno bogastvo rastlin. Vendar pa v nekaterih primerih prenehanje dodajanja dušika ni bilo uspešno. N-NO₃ in N-NH₄ oblike N imajo vsekakor druge izvore nastanka (mineralizacija organske snovi, simbiotska fiksacija atmosferskega dušika z metuljnicami), ki bi lahko bili pomembni (Janssen in sod., 1998). Dostopen N, večinoma nitrat, je zelo labilen in hitro pronica v zemljo, vendar pa se lahko na hitro obnovi iz različnih virov. Zaradi tega je njegovo količino zelo težko izmeriti. Prvi vir, kateremu se težko izognemo, zadeva odlaganje atmosferskega N, ki je v nekaterih državah zelo velik (50 kg/ha na Nizozemskem). Drugi zadeva simbiotsko vezavo metuljnic z atmosferskim N. Tretji pa nastaja z mineralizacijo organske snovi, ki v nekaterih tleh sprosti velike količine hranil in omogoča vzdrževanje stalne ravni produktivnosti nekaj let po opustitvi gnojenja. Na vlažnih travnikih bi se lahko ta dejavnik kontroliral z adekvatnim uporabljanjem vode (Oomes in sod., 1996). Mineralizacija organske snovi bi bila lahko v tem

primeru ovirana z anaerobnimi razmerami. Odstranitev zgornje plasti zemlje na večjih površinah je drugačna metoda, nedvomno težja, vendar pa je njen učinek popoln.

Eden od načinov, da zmanjšamo količino uporabljenega dušika je povečanje njegove učinkovitosti. Pogosto se najmanj polovica uporabljenega dušika izgubi v zrak ali vodo. Ta izguba predstavlja kmetom precejšnji strošek kot tudi velike negativne posledice v naravi. Številne tehnike pridelovanja so bile uporabljene, ki bi zmanjšale količino uporabljenega dušika in zmanjšale izgubo dušika v zrak in vodo, brez škode za pridelek ali dobiček (ponekod so ga celo povečali). Na primer, ena komercialna plantaža sladkorja na Havajih je bila zmožna zmanjšati uporabo dušika za 1/3 in zmanjšale izgubo N_2O in NO za 10x z raztapljanjem gnojila v namakalno vodo tako, da so dostavljali gnojilo pod zemeljsko površino in ga časovno večkrat aplicirali, da bi zadovoljili potrebe pridelka (Vitousek in sod., 1997).

Že nekaj časa je znano, da fosfor povečuje delež metuljnic. To bi zelo močno povečalo vsebnost N zaradi sposobnosti metuljnic, da veže N iz zraka. Pri več kot 5 mg P/100 g suhe zemlje (acetat + EDTA ekstrakcija) ni nobeno obravnavanje vsebovalo več kot 20 vrst/100 m^2 , to še posebno velja za pestre travnike, ki so prej vsebovali več kot 30 vrst rastlin. Iz tega lahko zaključimo, da mora biti gnojenje uravnano tako, da ne preseže zgoraj omenjene vrednosti P v tleh. Vendar pa je ta zadnja možnost težko izvedljiva, kajti P je zelo stabilen element v zemlji. Močno je vezan v zemlji (večinoma z glino, apnencem in minerali, kot so železo in aluminijev oksid), kar pojasnjuje počasno zmanjšanje njegove vsebnosti skozi čas. (Janssen in sod., 1998).

Cheshire in Chapman, 1996, (cit. po Janssens 1997) sta dokazala, da je trpežna ljujka pri pomanjkanju P pokazala veliko vsebnost lignina. S tem bi lahko pojasnili manjšo mineralizacijo organske snovi in potemtakem tudi manjše sproščanje rastlinam dostopnega N v tleh. Še bolj neposreden vpliv P se nanaša na aktivnost mikroorganizmov. Hue in Adams (1984) sta nazorno pokazala, da je bila pri 0,04 ppm hranilnega P aktivnost bakterij iz rodov *Nitrosomas* in *Nitrobacter* največja. Ta vsebnost pa je pod vrednostjo, ki jo vsebuje vrstno bogat travnik (0,05 ppm) (Tallowin, 1996). Vseeno pa se ti dve vrednosti ne moreta med seboj strogo primerjati, kajti nanašajo se na različne metode merjenja.

V zvezi s koncentracijo K v tleh je bilo največje število vrst najdeno pri 20 mg/100 g tal, to je vsebnost, ki se ujema z vrednostjo, ki je optimalna tisti, ki velja za vrstno bogate travnike. Nadalje, če prekinemo z gnojenjem K, se njegova vsebnost v zemlji hitro zmanjša. Razlog temu je v večji mobilnosti K v tleh kot pri P in pa odvzem rastlin je večji (okoli 200 kg/ha/leto) (Janssen in sod., 1998).

2.7 VPLIV RASTLINSKE PESTROSTI NA PRODUKTIVNOST IN TRAJNOST TRAVNIŠKEGA EKOSISTEMA

V obsežni raziskavi, ki so jo izvedli Tilman in sod. (1996) so dokazali, da povečana pestrost rastlin pozitivno vpliva na produktivnost ekosistema. Še več, glavno omejitveno hranilo (mineralen N) je bilo bolj učinkovito porabljeno, ko je bila pestrost rastlin največja in s tem je bila tudi izguba N v teh ekosistemih manjša. Njihovi rezultati so pokazali, da izguba vrst ogroža funkcionalnost in trajnost ekosistema.

Poznano je, da rodovitnost zemlje in povečana intenzifikacija pridelave vplivata na pestrost. Njihovi rezultati so pokazali, da je lahko tudi obratno. V njihovem eksperimentu je imela pestrost rastlin močan vpliv na produktivnost, izkoriščanje in zadrževanje hranil. Nastajanje in

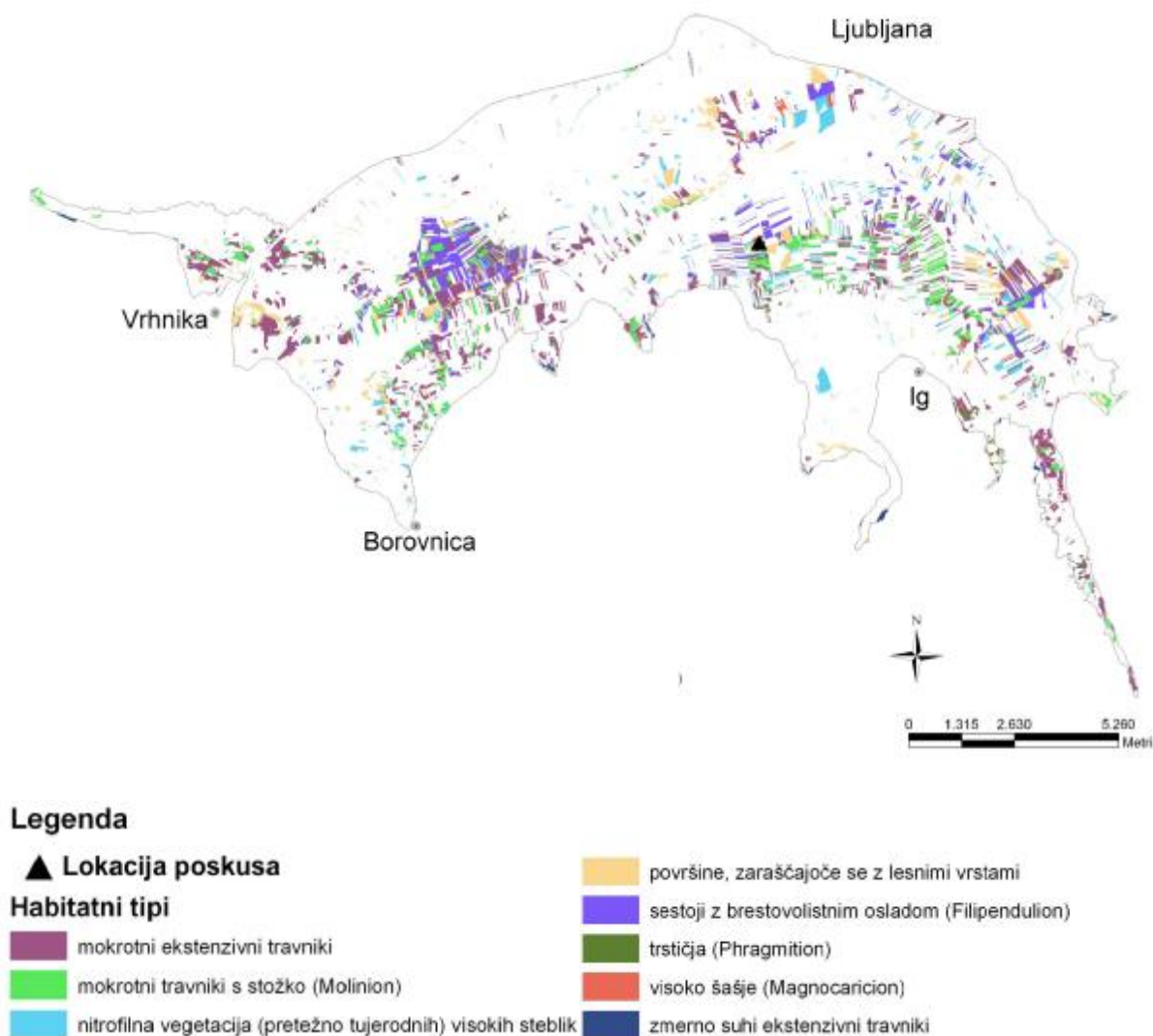
delovanje teh travniških ekosistemov je bilo odvisno od njihove raznolikosti rastlin, kjer je bil bolj pester ekosistem bolj produktiven in imel manjšo izgubo hranil kot pa manj pester ekosistem.

Laboratorijski poskusi in sedaj še poljski poskusi podpirajo hipotezo, da biodiverziteteta vpliva na produktivnost, trajnost in stabilnost ekosistema (Tilman in sod., 1996).

3 MATERIAL IN METODE DE LA

3.1 OPIS POSKUSA

Večletni poljski poskus s pomočjo katerega smo opravili našo raziskavo, je bil zasnovan na travniku zveze *Molinion* leta 1999 na Ljubljanskem barju. Lokacija poskusa, ki ima zemljepisno širino 45° 58' S, zemljepisno dolžino 14°28' V in nadmorsko višino 290 m, je skupaj s karto travniških habitatov prikazana na sliki 4.



Slika 5: Karta habitatnih tipov Ljubljanskega barja in oznaka lokacije (našega) poskusa. (Kartiranje in naravovarstveno..., 2000).

Poskus je zasnovan v obliki deljenk s štirimi ponovitvami. Velikost osnovne parcele je 8 m². Glavne parcele predstavljajo režime rabe: (I) dve košnji s pozno 1. košnjo, (II) dve košnji z običajno 1. košnjo in (III) tri košnje. Podparcelice pa predstavljajo stopnje gnojenja: (I) negnojeno - kontrola, (II) PK gnojenje (70 kg P₂O₅/ha in 190 kg K₂O/ha, letni odmerek potrošen spomladi), (III) N₁PK gnojenje (50 kg N/ha za prvo košnjo in PK gnojenje) in (IV) N_kPK gnojenje (50 kg N/ha za vsako košnjo in PK gnojenje). Raziskava vplivov vključenih dejavnikov na botanične karakteristike travne ruše zveze *Molinion* je potekala spomladi leta 2004. Prva košnja v tem letu je bila narejena v naslednjih datumih: 8. junij za 2-kosno zapoznelo rabo, 26. maj za 2-kosno rabo in 14. maj za 3-kosno rabo.

3.1.1 Tla na poskusni lokaciji

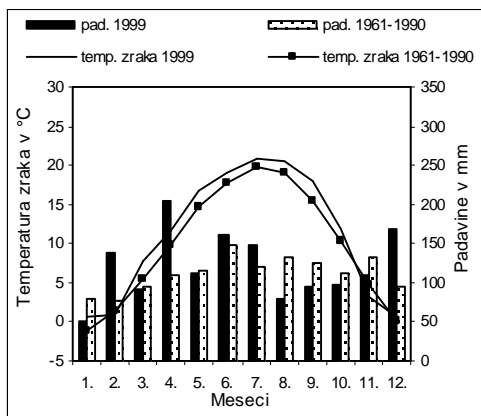
Tla na poskusni lokaciji so šotna, srednje globoka in zelo propustna. Podtalnica se nahaja na globini od 0,4 do 1,0 m. Vsebnost organske snovi v zgornji 30 cm plasti znaša kar 49 %, podobna je tudi v globljih plasteh. Analize narejene spomladi 2002 (Čop in sod., 2004) so pokazale, da so bila tla v zgornji 6 cm plasti srednje kislila (pH/CaCl₂ 4,9 do 5,2), slabo založena s fosforjem in srednje do zelo dobro s kalijem (P₂O₅/AL = 4,4 do 12,6 mg, K₂O/AL = 12,8 do 35,5 mg/100 g suhih tal).

3.1.2 Vremenske razmere na poskusni lokaciji v letih 1999-2004

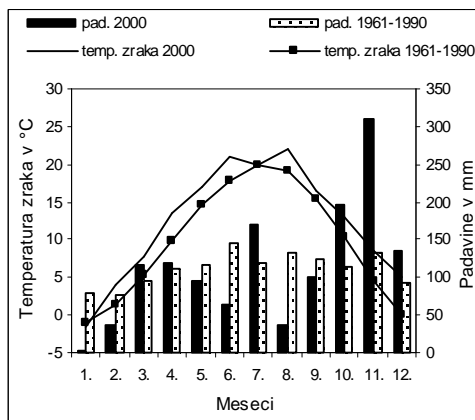
Temperatura zraka, merjena na meteorološki postaji v Ljubljani Bežigrad, je bila v obravnavanih letih glede na 30-letno povprečje (1961-1990) nadpovprečno visoka. Od dolgoletnega povprečja je najbolj odstopalo leto 2000, ki je bilo kar za 2,4 °C toplejše, najmanj pa leto 2004, ki je bilo toplejše za 0,7 °C.

Največja vsota padavin (merjena v Črni vasi) je bila v času trajanja poskusa v letu 2004 (1749 mm), ko je padlo kar 30 % več dežja kot v referenčnem obdobju (1341 mm). Padavin je bilo od dolgoletnega povprečja več tudi v letu 1999 (1456 mm) in sicer za 8,5 % in v letu 2000 (1382 mm) za 3 %. Najmanj padavin je padlo v letu 2003 (1010 mm), kar je za 15 % manj glede na referenčno obdobje. V letu 2001 (1286 mm) je padlo 4 % manj in v letu 2002 (1259 mm) za 6 % manj padavin. V vegetacijskem obdobju je bilo v letih raziskave največ padavin v letu 2004 (1295 mm), najmanj pa v letu 2003 (633 mm). Glede na referenčno obdobje (959 mm) je v letu 2000 v vegetacijskem obdobju padlo 66 mm manj padavin (898 mm), več pa jih je bilo leta 1999 (987 mm), 2001 (969 mm) in 2002 (982 mm) (Klimatske razmere, 2005).

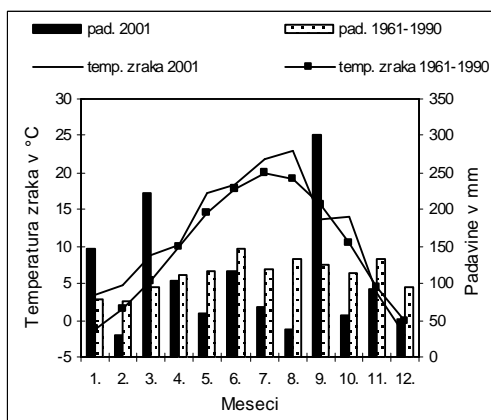
a)



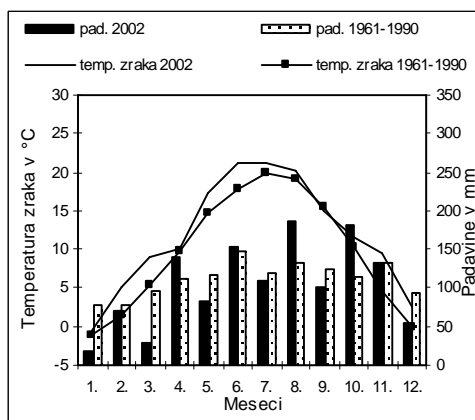
b)



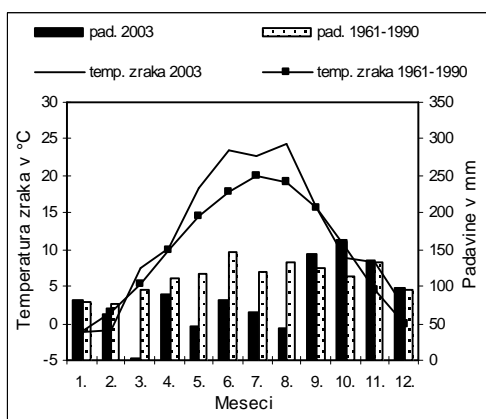
c)



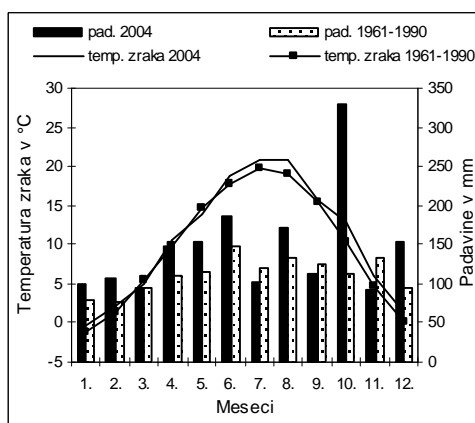
d)



e)



f)



Slika 6: Primerjava povprečnih mesečnih temperatur zraka in mesečnih višin padavin za leta trajanja poskusa z dolgoletnim povprečjem (1961-1990).

3.2 BOTANIČNE ANALIZE

Raziskava obsega pet botaničnih analiz. V laboratoriju smo na vzorcih zelinja, odvzetih s površine 0,4 m², določili delež travniških funkcionalnih skupin (trav, metuljnic in zeli). Primesi rastlin iz družin ostričevk in ločkovk v nekaterih vzorcih so ostale v skupini trav. Nadalje smo na istih vzorcih določili število rastlinskih vrst in njihove masne deleže. S pomočjo teh podatkov smo izračunali Shannonov indeks rastlinske pestrosti in izenačenost travne ruše. Uporabili smo naslednji formuli:

$$\text{Pestrost (H')} = -\sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

s = število vrst

p_i = delež osebkov oziroma obilnost i-te vrste, izražena kot delež od skupne mase zelinja

$$\text{Izenačenost} = H' / \ln s$$

H' = Shannonov indeks rastlinske pestrosti

s = število vrst

In situ smo po Braun-Blanquetovi metodi (1964) določili pokrovnost oziroma številčnost in sociabilnost popisanih vrst na obravnavanih postopkih in sicer v naslednjih datumih: 8. junij za 2-kosno zapoznelo rabo, 26. maj za 2-kosno rabo, 14. maj za 3-kosno rabo. Pogostnost in pokrovnost vsake vrste smo določili s kombinirano oceno številčnosti in pokrovnosti (prva številka v popisu) ter z oceno sociabilnosti (druga številka v popisu). Obe oceni sta ločeni s piko.

Lestvica kombinirane ocene številčnosti in pokrovnosti ima šest stopenj:

5-število osebkov ni pomembno, pokrovnost vrste je od 75-100 %.

4-število osebkov ni pomembno, pokrovnost vrste je od 50-75 %.

3-število osebkov ni pomembno, pokrovnost vrste je od 25-50 %.

2-število osebkov je veliko, pokrovnost je manjša kot 5 % ali število osebkov ni pomembno, pokrovnost vrste je od 10-25 %.

1-število osebkov je veliko, pokrovnost je majhna.

+ -malo osebkov z majhno pokrovnostjo.

Sociabilnost ali porazdelitev posamezne vrste ocenjujemo s številkami od 1 do 5:

5-rastlina v velikih skupinah

4-rastlina v manjših skupinah, preprogah

3-rastlina v majhnih blazinah, skupinah

2-rastlina v šopih, združenih je več primerkov

1-posamične rastline

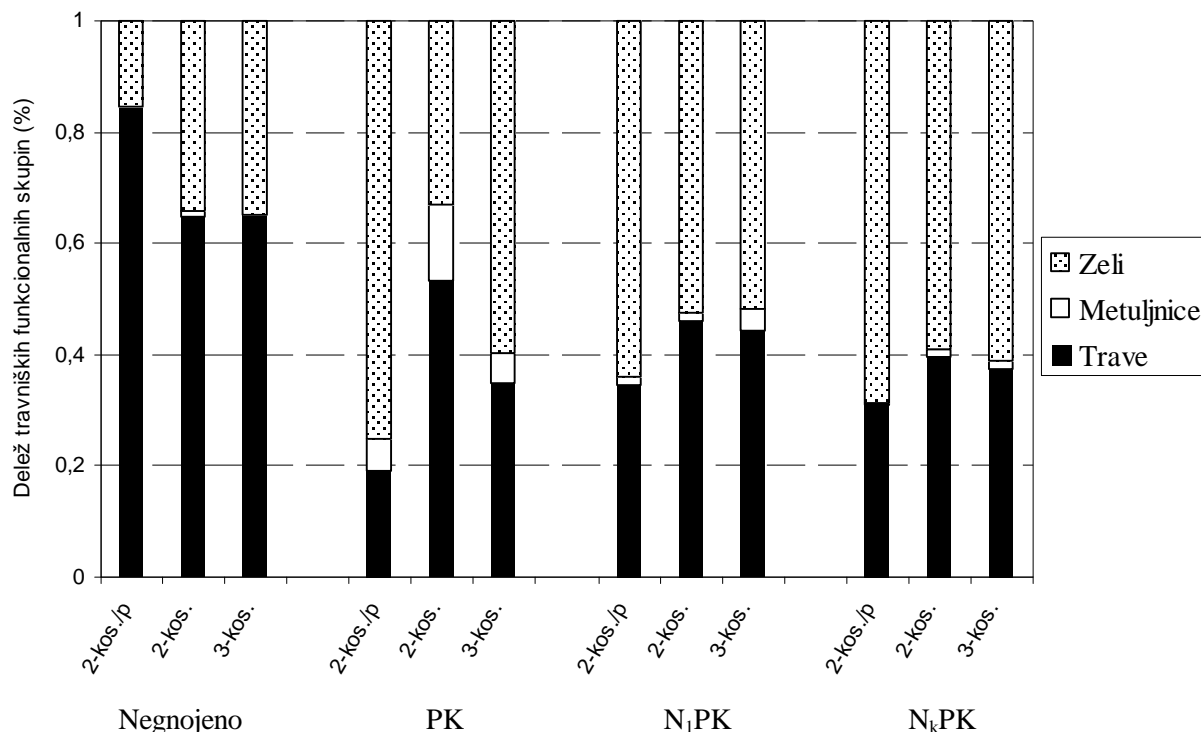
3.3 STATISTIČNE ANALIZE

Podatke o relativni prisotnosti botaničnih skupin v travni ruši smo transformirali po formuli $Y = 2 \arcsin \sqrt{x}$. Dobljene podatke smo statistično ovrednotili s programom Stargraphic plus 4.0 in Microsoft Exel 2000. Podatke o številu vrst, deležu botaničnih skupin, Shannonovem indeksu rastlinske pestrosti in izenačenosti smo statistično obdelali z analizo variance za večfaktorski poskus (Anova) pri 95 % stopnji zaupanja. Statistično značilne razlike med obravnavanji na ravni povprečij za režim rabe in gnojenja smo izračunali s testom mnogoterih primerjav (Duncanov test, $p \leq 0,05$).

4 REZULTATI

Predstavljeni rezultati o šestletnih vplivih režima košnje in gnojenja na botanične karakteristike travne ruše zveze *Molinion* se v celoti nanašajo na prvo košnjo.

4.1 TRAVNIŠKE FUNKCIONALNE SKUPINE V 6. LETU TRAJANJA POSKUSA

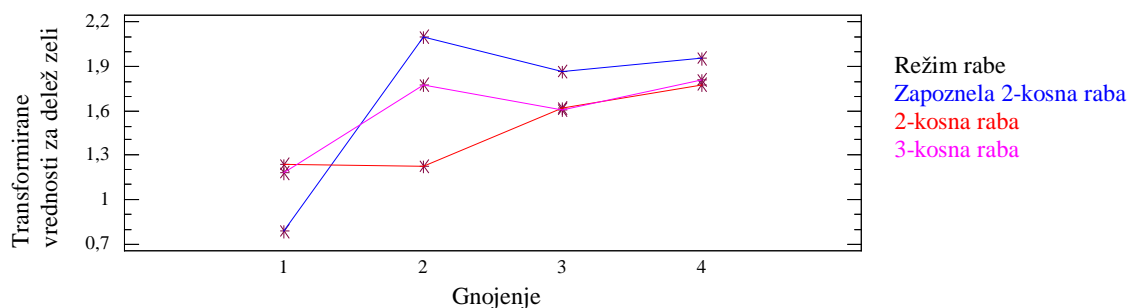


Slika 7: Delež travniških funkcionalnih skupin v zelinju barjanske travne ruše zveze *Molinion* ob 1. košnji v odvisnosti od režima rabe in gnojenja (6. leto poskusa).

Iz slike 7 razberemo, da sta v poskus vključena dejavnika (režim rabe in intenzivnost gnojenja) vplivala na prisotnost funkcionalnih skupin v travni ruši.

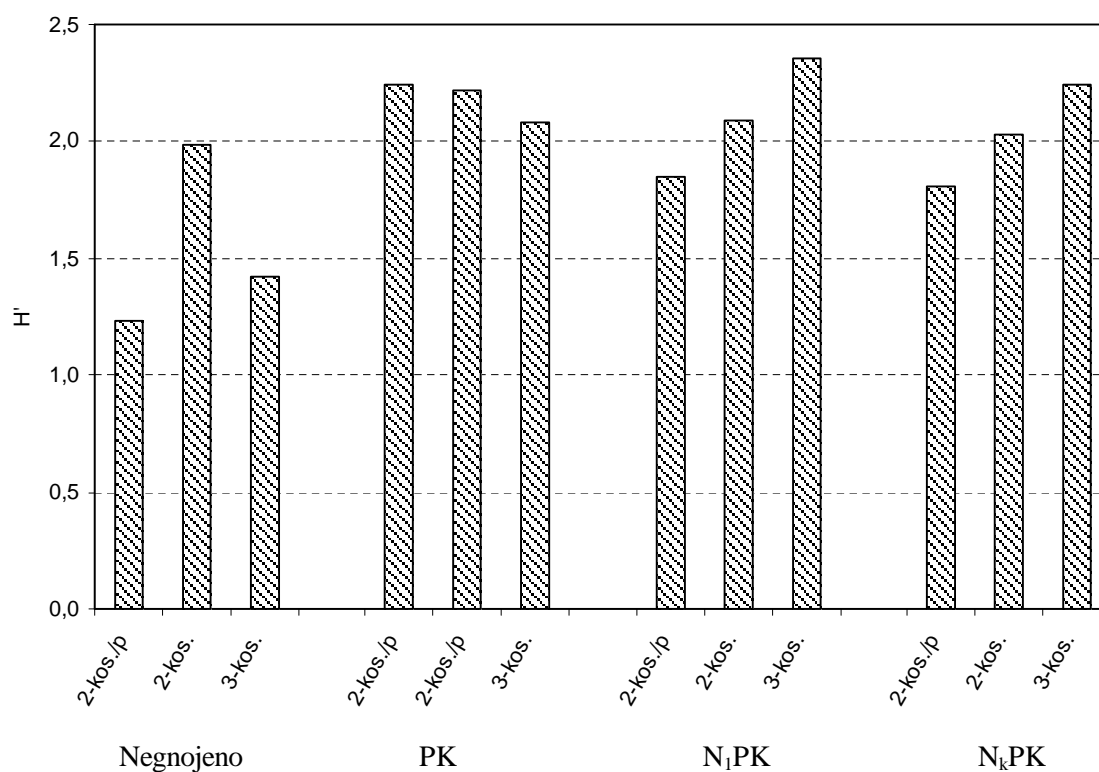
Na prisotnost travniških funkcionalnih skupin v preučevani travni ruši je značilno vplivalo samo gnojenje (Priloge A1, A3, A4, A6, A7, A9). V primerjavi z negojeno rušo se je delež trav pri vseh kombinacijah režima rabe in gnojenja značilno zmanjšal v korist zeli. Izjema pri tem je le kombinacija 2-kosne rabe in PK gnojenja, kjer je bil delež zeli približno enak negojenim variantam. PK gnojenje je povečalo delež metuljnic v primerjavi z vsemi drugimi postopki gnojenja. Glede na negojeno travno rušo se je povečal tudi delež metuljnic v travni ruši, gnojeni z N₁PK.

Pri deležu zeli v preučevani travni ruši je prišlo tudi do interakcije režima rabe in gnojenja (slika 8).



Slika 8: Prikaz interakcije (košnja x gnojenje) za delež zeli v travni ruši zveze *Molinion*

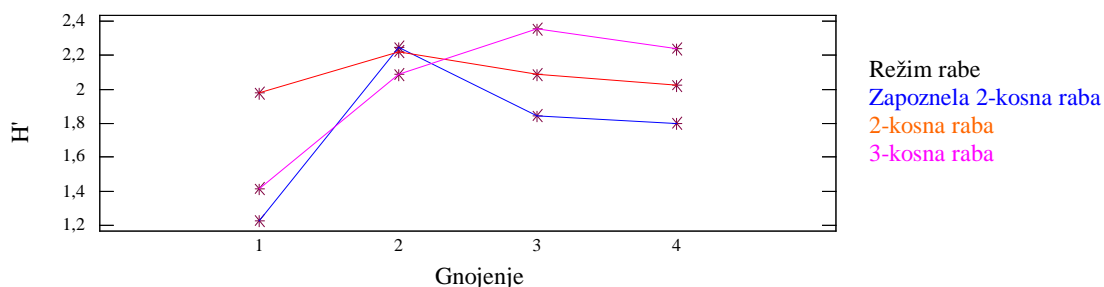
4.2 INDEKS RASTLINSKE PESTROSTI IN IZENAČENOSTI TRAVNE RUŠE



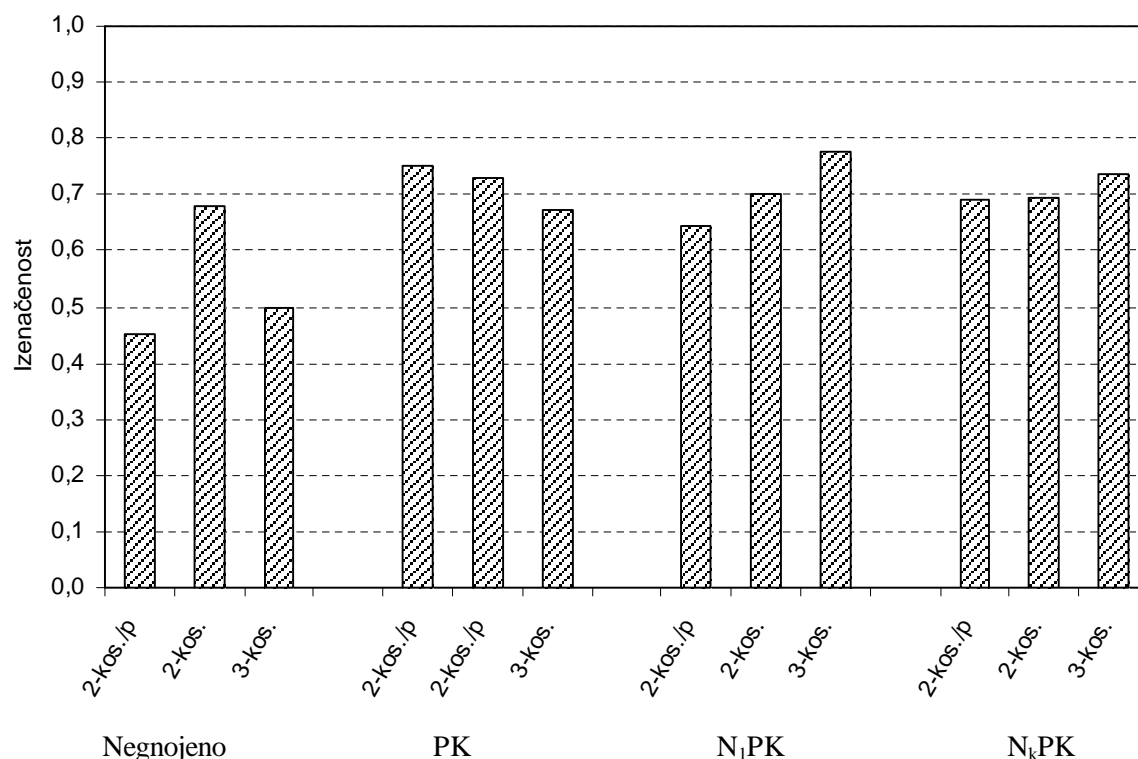
Slika 9: Shannonov indeks rastlinske pestrosti (H') v zelinju barjanske travne ruše zveze *Molinion* ob 1. košnji v odvisnosti od režima rabe in gnojenja (6. leto poskusa).

Na indeks rastlinske pestrosti (H') v preučevani travni ruši sta značilno vplivala tako režim rabe kot tudi gnojenje (Priloge A10, A11, A12). V primerjavi z negnojeno rušo se je H' pri vseh kombinacijah režima rabe in gnojenja značilno povečal. Izjema pri tem je le kombinacija 2-kosne rabe in N_kPK gnojenja, kjer je bil H' približno enak negnojeni varianti.

Pri indeksu rastlinske pestrosti v preučevani travni ruši je prišlo tudi do interakcije režima rabe in gnojenja (slika 10).



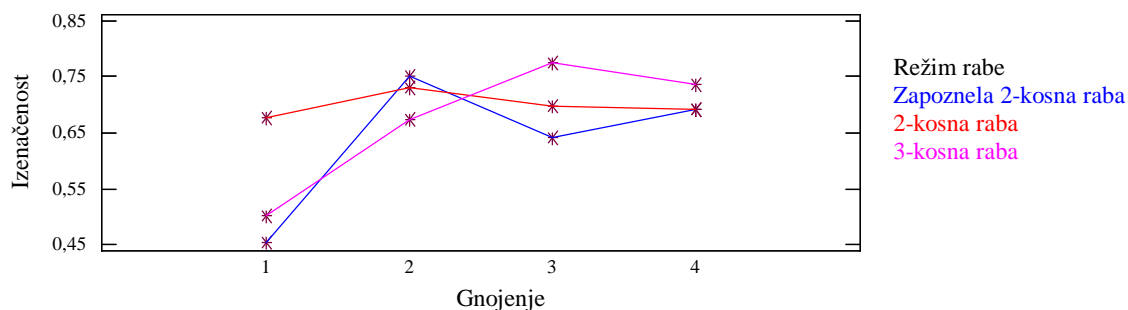
Slika 10: Prikaz interakcije (košnja x gnojenje) na Shannonov indeks rastlinske pestrosti (H') v travni ruši zveze *Molinion*



Slika 11: Izenačenost v zelinju barjanske travne ruše zveze *Molinion* ob 1. košnji v odvisnosti od režima rabe in gnojenja (6. leto poskusa).

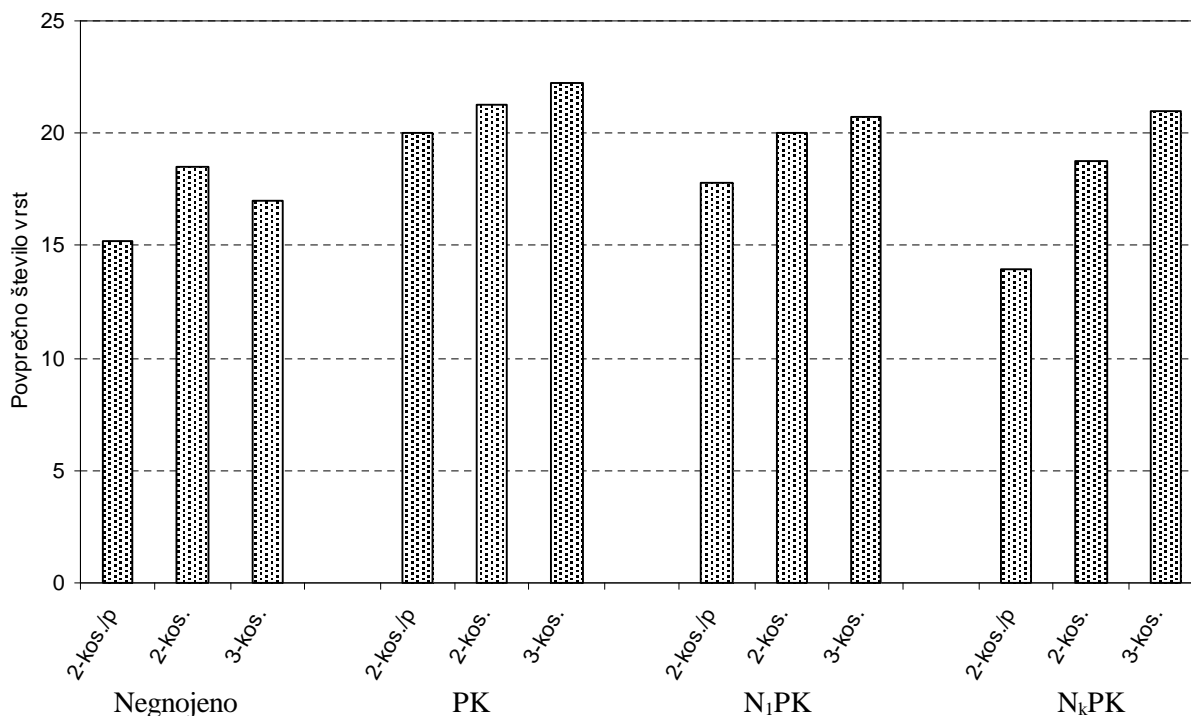
Na indeks izenačenosti v preučevani travni ruši sta značilno vplivala režim rabe in gnojenje (Priloge A13, A14, A15). V primerjavi z negojeno rušo se je indeks izenačenosti pri vseh kombinacijah režima rabe (razen med zapoznelo 2-kosno in 3-kosno rabo, kjer ni statistično značilnih razlik pri 95 % stopnji zaupanja) in gnojenja značilno povečal.

Pri indeksu izenačenosti v preučevani travni ruši je prišlo tudi do interakcije režima rabe in gnojenja (slika 12).



Slika 12: Prikaz interakcije (košnja x gnojenje) na izenačenost travne ruše zveze *Molinion*

4.3 ŠTEVILO RASTLINSKIH VRST V TRAVNI RUŠI



Slika 13: Povprečno število vrst v zelinju barjanske travne ruše zveze *Molinion* ob 1. košnji v odvisnosti od režima rabe in gnojenja

Na prisotnost števila vrst v preučevani travni ruši je značilno vplivalo samo gnojenje (prilogi A16, A17). V primerjavi z negnojeno travno rušo se je povprečno število vrst pri vseh kombinacijah gnojenja (razen med negnojeno in N_kPK gnojeno travno rušo, kjer ni statistično značilnih razlik pri 95 % stopnji zaupanja) značilno povečal. Poudariti velja značilno razliko med PK in N_kPK gnojeno travno rušo, kjer se je pri N_kPK gnojeni travni ruši povprečno število vrst zmanjšalo.

4.4 FLORISTIČNA SESTAVA IN TRI NAJBOLJ POGOSTNE VRSTE V TRAVNI RUŠI

Floristični pregled vseh vrst je predstavljen v preglednici 3, kjer si vrste sledijo po abecednem redu in izhajajo iz *in situ* popisa. V prvem stolpcu preglednice je latinsko ime vrste, v ostalih treh pa njihova pokrovnost in sociabilnost po obravnavanjih.

Preglednica 3: Floristični popis barjanske travne ruše zveze *Molinion* po Braun-Blanquetu ob 1. košnji v odvisnosti od režima rabe in gnojenja (6. leto poskusa)

Trave in travam podobne Rastline	2-kosna zapoznela raba				2-kosna raba				3-kosna raba			
	Nič	PK	N ₁ PK	N _k PK	Nič	PK	N ₁ PK	N _k PK	Nič	PK	N ₁ PK	N _k PK
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	+.1	+.1	+.1	+.1	1.1	+.1	+.1	+.1	1.1	+.1	1.1	+.1
<i>Arrhenatherum elatius</i>		+.1		+.1								
<i>Brachypodium pinnatum</i>	+.1				+.1	1.1	2.1	+.1	1.1	2.1	1.1	+.1
<i>Brachypodium rupestre</i>	+.2	+.1	+.1	+.1								
<i>Bromus hordeaceus</i>	+.1											
<i>Briza media</i>	+.1	+.1	+.1		+.1	+.1	+.1	+.1				+.1
<i>Carex distans</i>						+.1	+.1			+.1		
<i>Carex flacca</i>			+.1	+.1								
<i>Carex flava</i>	+.1	+.1			+.1			+.1	+.1			
<i>Carex hirta</i>						+.1	+.1					
<i>Dactylis glomerata</i>			+.1		+.1	+.1		1.1		+.1		1.1
<i>Deschampsia cespitosa</i>		+.1				+.2		+.2		+.1		+.2
<i>Festuca ovina</i> agg.	2.1	+.1		+.1	3.1	+.1		+.1	3.1	2.1	1.1	+.2
<i>Festuca pratensis</i>		+.1	+.1	+.1		+.1	+.1			+.1	+.1	+.1
<i>Festuca rubra</i> agg.		+.1	+.1	1.1		+.1	1.1	+.1		+.1	2.1	2.1
Helictotrichon pubescens	+.1	+.1	+.1			+.1	+.1			+.1	2.1	2.1
<i>Holcus lanatus</i>	+.1	+.1	1.1	1.1	+.1	+.2	+.1	+.1		+.1	+.2	1.1
<i>Luzula campestris</i>	+.1	+.1	+.1		1.1	+.1	+.1		+.1	+.1	+.1	
<i>Molinia coerulea</i>	2.1	+.1	+.1	+.1	1.1				1.1			
<i>Poa pratensis</i>							+.1					
<i>Poa trivialis</i>				+.1								
<i>Scirpus sylvaticus</i>												
Metuljnice												
<i>Lotus corniculatus</i>	+.1	+.1	+.1			1.1	+.1	+.1	+.1	+.1	+.1	
<i>Vicia cracca</i>	+.1	+.1	+.1	+.1	+.1	1.1	+.1	+.1	+.1	1.1	+.1	+.1
Zeli												
<i>Achillea millefolium</i>										+.1		
<i>Ajuga reptans</i>	+.1								+.1	+.1	+.1	+.1
<i>Angelica sylvestris</i>	+.1	+.1	+.1	+.1	+.1	+.1	+.1	+.1	+.1	+.1	+.1	+.1
<i>Betonica officinalis</i>	+.1	+.1	+.1	+.1	+.1	+.2	1.1	+.1	+.1	+.1		+.1
<i>Campanula patula</i>		+.1										
<i>Capsella bursa-pastoris</i>											+.1	
<i>Cardaminopsis arenosa</i>	+.1			+.1		+.1		+.1				
<i>Centaurea jacea</i>		+.1	+.1	+.2	+.1	+.1	+.1	1.2		1.1	+.2	+.2
<i>Centaurea scabiosa</i>					+.1	+.1						
<i>Cerastium holosteoides</i>					+.1		+.1	+.1	+.1			
<i>Cirsium oleraceum</i>			+.1					+.1			+.1	+.2
<i>Convolvulus arvensis</i>												
<i>Cruciata glabra</i>	+.1	+.1	1.2			+.1	+.1		+.1	+.2		+.2

se nadaljuje

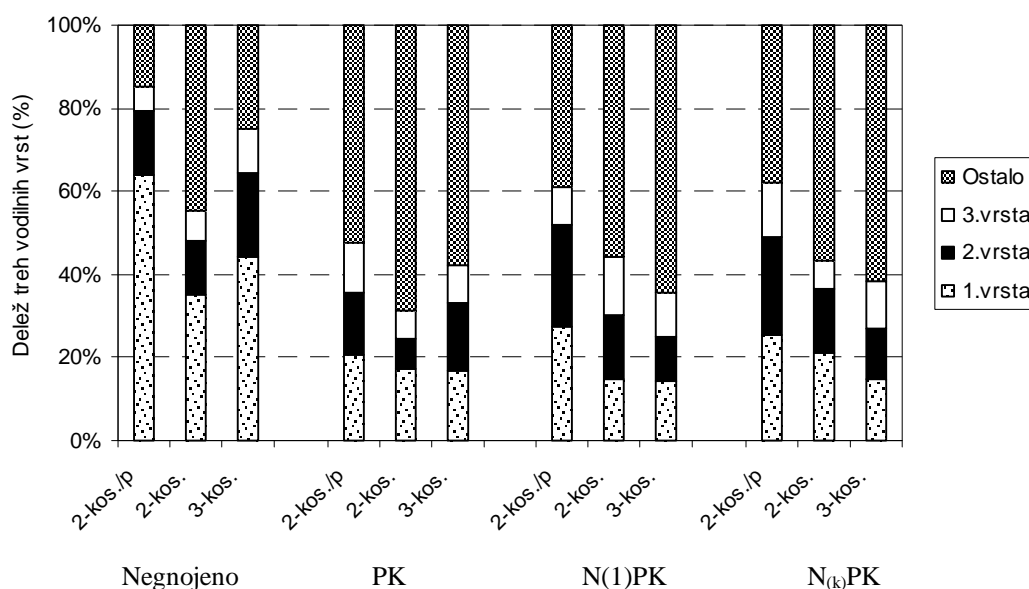
nadaljevanje preglednice 3

Trave in travam podobne Rastline	2-kosna zapoznela raba				2-kosna raba				3-kosna raba			
	Nič	PK	N ₁ PK	N _k PK	Nič	PK	N ₁ PK	N _k PK	Nič	PK	N ₁ PK	N _k PK
<i>Daucus carota</i>												
<i>Erigeron annuus</i>		+1								+1	+1	
<i>Equisetum palustre</i>												
<i>Filipendula ulmaria</i>	+1	1.1	1.1	+1		+2	1.1	+1	+1	+1	+2	+1
<i>Galium mollugo</i>	+1	1.1	+1	2.1	+1	1.1	1.1	2.1	+1		+1	1.1
<i>Juncus effesus</i>									+2			
<i>Knautia arvensis</i>	+1										+1	
<i>Leontodon hispidus</i>					+1				+1			
<i>Leucanthemum ircutianum</i>	+1	1.1	+2	1.2	+1	1.1	1.1	+1		1.2	2.3	1.2
<i>Lychnis flos-cuculi</i>	+1				+1	+1						
<i>Lysimachia numularia</i>		+1	+1				+1				+1	
<i>Lysimachia vulgaris</i>				+1								
<i>Lythrum salicaria</i>	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1				+1
<i>Melandrium album</i>		+1										
<i>Mentha aquatica</i>	+1				+1				+1	+1	+1	+1
<i>Mentha longifolia</i>												+1
<i>Oxalis fontana</i>											+1	
<i>Pimpinella major</i>												
<i>Plantago lanceolata</i>	+1	+1	+1	+1	1.1	1.1	+1	+1	1.1	+1	1.1	1.1
<i>Plantago major</i>												
<i>Polygala vulgaris</i>	+1											
<i>Polygonum persicaria</i>												
<i>Potentilla erecta</i>	1.1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1
<i>Prunella vulgaris</i>											+1	
<i>Ranunculus acris</i>		+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1		+1	+1	+1
<i>Ranunculus repens</i>		+1				+1	+1			+1	+1	
<i>Rumex acetosa</i>	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.1	+1	+1	+1	+1	+2
<i>Rumex crispus</i>		+2										
<i>Salvia pratensis</i>												
<i>Solidago sp.</i>											+1	
<i>Succisa pratensis</i>												
<i>Tanacetum vulgare</i>									+1			
<i>Taraxacum officinale</i>						+1	+1			+1	+1	+1
Thymus praecox	+1				1.1	+1	+1		2.1	+1		+2
<i>Valeriana officinalis</i>		+1			+1	+1			+1	+1	+1	
<i>Verbascum sp.</i>												
<i>Veronica persica</i>				+1								
Lesnate vrste												
<i>Frangula alnus</i>	+2	+2		+2	+1				+1			
<i>Salix aurita</i>	+2	+1	+2		+1				+1			
<i>Euonymus europaea</i>							+1					

Predstavljeni podatki o vodilnih vrstah izhajajo iz laboratorijske analize odvzetih vzorcev travne ruše zveze *Molinion*.

Preglednica 3: Delež treh vodilnih vrst v zelinju barjanske travne ruše zveze *Molinion* ob 1. košnji v odvisnosti od režima rabe in gnojenja (6. leto poskusa).

Režim rabe	Gnojenje	1.vrsta		2.vrsta		3.vrsta	
		ime	%	ime	%	ime	%
2-kosna zapoznala	Negojeno	<i>Molinia caerulea</i>	63,77	<i>Festuca ovina</i> agg.	15,53	<i>Betonica officinalis</i>	5,75
2-kosna	Negojeno	<i>Festuca ovina</i> agg.	35,31	<i>Molinia Caerulea</i>	12,62	<i>Plantago lanceolata</i>	7,14
3-kosna	Negojeno	<i>Festuca ovina</i> agg.	44,12	<i>Rumex acetosa</i>	20,36	<i>Festuca rubra</i> agg.	10,41
2-kosna zapoznala	PK	<i>Leucanthemum ircutianum</i>	20,75	<i>Betonica officinalis</i>	14,75	<i>Filipendula ulmaria</i>	11,90
2-kosna	PK	<i>Holcus lanatus</i>	17,24	<i>Brachypodium pinnatum</i>	7,27	<i>Galium mollugo</i>	6,75
3-kosna	PK	<i>Betonica officinalis</i>	16,62	<i>Plantago lanceolata</i>	16,60	<i>Festuca pratensis</i>	8,86
2-kosna zapoznala	N ₁ PK	<i>Filipendula ulmaria</i>	27,74	<i>Holcus lanatus</i>	24,60	<i>Leucanthemum ircutianum</i>	8,84
2-kosna	N ₁ PK	<i>Centaurea jacea</i>	15,14	<i>Galium mollugo</i>	14,95	<i>Holcus lanatus</i>	14,27
3-kosna	N ₁ PK	<i>Briza media</i>	14,46	<i>Festuca ovina</i> agg.	10,73	<i>Galium mollugo</i>	10,25
2-kosna zapoznala	N _k PK	<i>Filipendula ulmaria</i>	25,66	<i>Galium mollugo</i>	23,48	<i>Holcus lanatus</i>	12,79
2-kosna	N _k PK	<i>Galium mollugo</i>	21,27	<i>Holcus lanatus</i>	15,10	<i>Rumex acetosa</i>	7,12
3-kosna	N _k PK	<i>Galium mollugo</i>	15,01	<i>Rumex acetosa</i>	11,89	<i>Leucanthemum ircutianum</i>	11,40



Slika 14: Delež treh vodilnih vrst v zelinju barjanske travne ruše zveze *Molinion* ob 1. košnji v odvisnosti od režima rabe in gnojenja (6. leto poskusa).

Preglednica 4: Stopnja tveganja za sprejetje alternativne domneve (H_1) pri proučevanju vplivov režima rabe in gnojenja na delež travniških funkcionalnih skupin, indeksa rastlinske pestrosti, izenačenosti in števila vrst ob 1. košnji v zelinju travne ruše *Molinion* (6. leto poskusa).

	Trave	Metuljnice	Zeli	Indeks H	Izenačenost	Število vrst
Režim rabe (R)	-	-	-	**	**	-
Gnojenje (G)	**	**	**	**	**	**
Interakcija (R × G)	-	-	*	**	**	-

* če je p vrednost < 0,05

** če je p vrednost < 0,01

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

Preučevana travna ruša je pod vplivom režima košnje in še bolj gnojenja močno spremenila botanično sestavo. Zopoznala 2-kosna raba se je močno odrazila v razmerju travniških funkcionalnih skupin. Z izjemo PK gnojenja v kombinaciji z 2 košnjama, kjer je delež zeli na ravni negnojene ruše, je pri vseh drugih kombinacijah gnojenja in rabe prišlo do povečanja deleža zeli na škodo trav. PK gnojenje je tudi povečalo delež metuljnic. V primerjavi z 2-kosno in 3-kosno rabo se je pri 2- kosni zapozneli rabi v kombinaciji s PK gnojenjem delež zeli povečal za približno dvakrat. Razlike v razmerju travniških funkcionalnih skupin med 2-kosno in 3-kosno rabo niso bile tako velike. Razlog za razmeroma slabo rast trav v gnojeni travni ruši na našem poskusu v primerjavi s poskusom na travniški zvezi *Arrhenatherion* je v slabi odzivnosti teh trav na gnojenje z dušikom in veliki rastni konkurenčnosti glavnih zeli (Čop in sod., 2004).

Proti vsem pričakovanjem se je, v primerjavi s kontrolo, pestrost rastlinskih vrst povečala. Navedene ugotovitve so v nasprotju s številnimi izsledki drugih raziskav (Tallowin, 1996), ki kažejo na negativno povezavo med gnojenjem in rastlinsko pestrostjo. Še posebno to velja za raziskavo, ki sta jo izvedla Kirkham in Tallowin (1995) na šotnih tleh travnika Somerset Levels v Veliki Britaniji, kjer nobena količina dodanega gnojila ni pozitivno vplivala na pestrost travne ruše. Oba dejavnika (režim rabe in gnojenje) sta vplivala tudi na izenačenost travne ruše, ki pa je močno odvisna od H'. To je pokazal tudi slovit »Park Grass Experiment«, kjer so gnojena območja pokazala padec pestrosti in izenačenosti (Begon in sod., 1999). Zdi se, da je tak ugoden rezultat povečanja intenzivnosti rabe na pestrost in botanično sestavo travne ruše na našem poskusu predvsem posledica omenjene majhne raznovrstnosti barjanskih travnikov. Upoštevati pa je potrebno tudi, da je bilo povečanje intenzivnosti tako glede števila košenj kot gnojilnih odmerkov zmerno (Čop in sod., 2004).

Zaradi slabih vlažnostih razmer v tleh in majhne založenosti tal s hranili vsebuje travna ruša na Ljubljanskem barju sorazmerno majhno število rastlinskih vrst. Zato pa so tu nastale združbe vlažnih travnikov z redkimi rastlinskimi vrstami. V raziskavo vključeni postopki režima rabe in gnojenja so zelo spremenili izgled travnika pa tudi razmerja med rastlinskimi vrstami. Pri tem je nastala izrazito velika razlika med negnojeno in gnojeno travno rušo. Na račun vrst, ki dobro prenašajo stresne razmere, in se širijo vegetativno in s semenom, so se uveljavile vrste z veliko rastno konkurenčnostjo in netolerantnostjo do slabe oskrbe s hranili in pogostne defoliacije. Do podobnih ugotovitev so prišli tudi Zechmeister in sod., (2003), ko pravijo, da imajo vegetativne vrste trav (na primer trpežna ljujka) možnost hitrega razvoja novih listov in so na pogosto košenih travnikih bolj tekmovalne.

Med vodilnimi vrstami so se pod vplivom preučevanih dejavnikov pojavile precejšnje razlike v njihovi prisotnosti v travni ruši. Na našem poskusu se je pod vplivom režima rabe in gnojenja izrazito zmanjšala prisotnost modre stožke v travni ruši, povečala pa se je prisotnost ovčje bilnice (*Festuca ovina* L.). Prisotnost ovčje bilnice je bila predvsem odvisna od košnje, zelo malo od gnojenja. Njen delež je pri 2-kosni zapozneli rabi znašal 16 %, pri 2-kosni rabi 35 % in pri 3-kosni rabi celo 44 %, in sicer brez dognojevanja. Redno in v razmeroma velikem deležu so se v travni ruši pri vseh preučevanih postopkih pojavljale brestovolistni oslad (*Filipendula ulmaria* (L.) Maxim.) (27 % pri 2- kosni zapozneli rabi v kombinaciji z

N₁PK), navadna ivanjščica (*Leucanthemum ircutianum* Turcz. DC.) (21 % pri 2-kosni zapozneli rabi v kombinaciji z PK) in navadna lakota (*Galium mollugo* agg.) (21 % pri 2-kosni rabi v kombinaciji z N_kPK).

5.2 SKLEPI

Z raziskavo, ki je potekala v šestem letu trajanja poskusa, smo ugotovili, da sta režim rabe in gnojenje zelo vplivala na botanično sestavo barjanske travne ruše zveze *Molinion*. Spremembe so nastale v deležu travniških funkcionalnih skupin ter v pestrosti in prisotnosti vrst v travni ruši.

- V primerjavi z negnojeno travno rušo je prišlo pri vseh kombinacijah režima rabe in gnojenja do povečanja zeli na škodo trav. Izjema je le PK gnojenje v kombinaciji z 2 košnjama, kjer je delež zeli na ravni negnojene ruše. PK gnojenje je tudi povečalo delež metuljnic.
- Oba dejavnika (režim rabe in gnojenje) sta izrazito pozitivno vplivalo na H' v primerjavi z negnojeno travno rušo. Prav tako sta vplivala tudi na izenačenost travne ruše, ki pa je močno odvisna od H'. Vrednosti H' > 2,2 so bile dosežene pri 2 košnjah v kombinaciji s PK gnojenjem in 3 košnjah v kombinaciji z NPK gnojenjem.
- Namesto na stres tolerantne modre stožke, so se pri povečani intenzivnosti pridelovanja krme uveljavile konkurenčne in hkrati na stres tolerantne vrste. Število vrst se pri tem ni zmanjšalo, ampak se je pri vseh gnojenjih (PK, N₁PK, N_kPK) celo povečalo.
- Med vodilnimi vrstami so se pod vplivom preučevanih dejavnikov pojavile precejšnje razlike v njihovi prisotnosti v travni ruši. Namesto modre stožke, se je pod vplivom režima rabe v negnojeni ruši uveljavila ovčja bilnica. V razmeroma velikem deležu so se pri drugih poskusnih kombinacijah pojavljale brestovolistni oslad (27 % pri 2-kosni zapozneli rabi v kombinaciji z N₁PK) navadna ivanjščica (21 % pri 2-kosni zapozneli rabi v kombinaciji z PK) in navadna lakota (21 % pri 2-kosni rabi v kombinaciji z N_kPK).

6 POVZETEK

Ljubljansko barje predstavlja edinstveno naravno okolje pomembno tudi v evropskem prostoru. To je področje s tipično krajino ter značilno avtohtono in raznovrstno floro in favno. Današnjo podobo kulturne krajine na Ljubljanskem barju je ustvarilo prav kmetijstvo. Pri tem je imela vodilno vlogo tradicionalna kmetijska raba, katere nosilci so bili kmetje, kar se še danes odraža v razdrobljeni lastniški strukturi zemljišč. Predpostavimo lahko, da prav in zgoj kmetijstvo, ki je ustvarilo današnjo kulturno krajino na Barju, lahko največ pripomore k ohranjanju sedanje specifike in raznolikosti.

Sedanje stanje pri travništvu daje vtis, da je izraba travnikov v nazadovanju, da bo v prihodnje le težko ohraniti sedanje površine pred sekundarno sukcesijo z gozdno vegetacijo. Travniške površine, na katerih uspeva travna ruša majhne hranilne vrednosti, pokosijo kmetje enkrat do dvakrat na leto. Precej travniških površin pa kmetje oz. lastniki sploh ne pokosijo več, ampak jih prepustijo zaraščanju ali jih spomladi le požgejo, kar je z vidika ohranjanja biotske pestrosti nezaželeno in v nasprotju z varovanjem narave.

Spomladi 1999 je bil na Ljubljanskem barju (lat. 45° 58' S, long. 14° 28' V, alt. 290 m) zasnovan poljski poskus na zvezi *Molinion* na šotnih tleh. Poskus je zasnova v obliki deljenk (split-plot) s štirimi ponovitvami. Gnojenje z dušikom je bilo zmerno, okoljevarstveno naravnano, kjer so variante z (N₁PK) gnojenjem vsebovale samo spomladanski 50 kg odmerek dušika, variante s (N_kPK) pa 50 kg odmerek za vsako košnjo. Moja raziskava se nanaša na prvo košnjo v 6. letu trajanja poskusa.

Želeli smo ugotoviti, (1) kakšna je pestrost travne ruše ob različni intenzivnosti rabe (gnojenja in števila košenj), (2) kako ta vpliva na botanično sestavo in (3) prisotnost rastlinskih vrst.

V 6. letu trajanja poizkusa so nastale značilne spremembe v razmerjih med travami in zelmi (gnojenje je izrazito zmanjšalo zastopanost trav v korist zeli), medtem ko se je delež metuljnic pri gnojenju z PK povečal. Pestrost rastlinskih vrst se je z dodajanjem gnojil povečala, medtem ko se je izenačenost z gnojenjem približevala številu 1 (popolna izenačenost). Med vodilnimi vrstami se je pod režimom rabe in gnojenja izrazito zmanjšala prisotnost modre stožke, pojavile pa so se konkurenčne in na stres tolerantne vrste. Z upoštevanjem biodiverzitete Ljubljanskega barja je povečana frekvenca košenj in uporaba anorganskih gnojil izboljšala agronomsko vrednost rastlinske zveze *Molinion*. Pestrost rastlinskih vrst se je na stopnji ekstenzivno izkoriščenega travnika celo povečala ali ohranila in delovala kot močan modificiran faktor v spremembi barjanske travniške zveze *Molinion* v bolj produktivno travniško združbo.

7 LITERATURA

1. Al-Mufti M. M., Sydes C. L., Furness S. B., Grime J. P., Band S. R. 1977. A quantitative analysis of shoot phenology and dominance in herbaceous vegetation. *Journal of Ecology*, 65: 759-791.
2. Begon M., Harper J. L., Townsend C. R. 1996. *Ecology: individuals, population and communities*. 3rd ed. London, Blackwell Science: 688 str.
3. Braun-Blanquet, J. 1964. *Planzensociologie. Grundzuege der Vegetationskunde*. 3. Auflage. Wien-New Work, Springer: 865 str.
4. Čop J., Sinkovič T., Vidrih M., Hacin J. 2004. Vpliv košnje in gnojenja na botanično sestavo dveh različnih travnikov na Ljubljanskem barju. *Zbornik Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani, Kmetijstvo št. 83*: 157-169.
5. Diversity Indices: Shannon's H in E. 2004.
<http://www.tiem.utk.edu/~gross/bioed/bealsmodules/shannonDI.html> (20. sept. 2004).
6. Evans, D. R., Williams, T. A. in Evans, S. A. 1992. Evaluation of white clover varieties under grazing and their role in farm systems. *Grass and Forage Sciences*, 47: 342-352.
7. Green, B. H. 1990. Agriculture intensification and the loss of habitat, species and amenity in British grassland: a review of historical change and assessment of future prospect. *Grass and Forage Science*, 45: 365-372.
8. Grime J. P. 1979. *Plant Strategies and Vegetation Processes*. Chichester, John Wiley & Sons: 435 str.
9. Grime, J. P. Hodgson, J.G. Hunt, R. 1996. *Comparative plant ecology*. Suffolk, Chapman and Hall: 1068 str.
10. Hue N. V. in Adams F. 1984. Effect of phosphorus level on nitrification rates in three low-phosphorus ultisols. *Soil Sciences*, 137, 5: 324-331.
11. Janssens F., Peeters A., Tallwin J. R. B., Bakker J. P., Bekker R. M., Fillat F. in Oomes M. J. M. 1998. Relationship between soil chemical factors and grassland diversity. *Plant and Soil*, 202: 69-78.
12. Kaligarič M. 1997. *Rastlinstvo Primorskega krasi in Slovenske istre: travniki in pašniki*. Koper, Znanstveno-raziskovalno središče Republike Slovenije: 111 str.
13. Kartiranje in naravovarstveno vrednotenje habitatnih tipov na Ljubljanskem barju. 2000. Center za kartografijo favne in flore, Miklavž na dravskem polju, CD-rom.

14. Kirkham F. W. in Tallwin 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.
15. Klimatske razmere. Agencija RS za okolje. Urad za meteorologijo. 2005.
<http://www.arso.gov.si> (15. april 2005).
16. Laberge G., Saunders S. 2002. Biodiversity and ecological pasture production. *Ecological Agriculture*. Denmark, KVL University: 59 str.
17. Ledgard S. F. in Steele K. W. 1992. Biological nitrogenfixation in mixed legume grass pastures. *Plant and Soil*, 141, (1-2): 137-153.
18. Mountford, J. O., Lakhani, K. H. in Kirkham, F. W. 1993. Experimental assessment of the effects of nitrogen addition under hay-cutting and aftermarth grazing on the vegetation of meadows on a Somerset peat moor. *Jouranl of Applied Acology*, 28: 321-332.
19. Oomes M. J. M., Olff H. in Altena H. J. 1996. Effect of vegetation management and raising the water table on nutrient dynamics and vegetation change in a wet grassland. *Jurnal of Applied Ecology*, 33: 576-578.
20. Seliškar A. 1986. Vodna, močvirna in traviščna vegetacija Ljubljanskega barja (vzhodni del). *Scopolia*, 10: 1-41.
21. Seliškar A., Kaligarič M., Veen P. 2003. Grasslands of Slovenia: status and conservation of semi-natural grasslands. *European grasslands report NR.5*. Royal Dutch Society for Nature Conservation. Ljubljana, Society for Natural History in Slovenia: 75 str.
22. Seliškar A. 2000. Travišča in ostala nezgodna vegetacija zahodnega dela Ljubljanskega barja-stanje in obeti. *Vrhniški razgledi*, 3: 79-88.
23. Smith R. S. in Jones L. 1991. The phenology of mesotrophic grassland in the Pennine Dales, Northern England: historic hay cutting dates, vegetation variation and plant species phenologies. *Journal of Applied Ecology*: 28, 42-59.
24. Spellerberg I. F. 1991. Biogeographical basis of conservation. *Scientific management of temperate communities for conservation*. Oxford, Blackwell Science: 293-322.
25. Stammel B., Kiehl K. in Pfadenhauer J. 2003. Alternative management on fens: Response of vegetation to grazing and mowing. *Appllied Vegetation Science*, 6: 245-254.
26. Steinshamn, H. 1997. Growth potential and herbage quality of low input grass-clover leys. *Department of horticultural and crop sciences*. University of Norway: 20 str.

27. Swift G., Vipond J. E., Cleland A. T., Hunter E. A. 1993. A sustainable grass-clover sward for sheep. In: Hopkins A. in Younie D. (eds). Foreard with grass into Europe. Occasional Symposium of the British Grassland Society, 27: 170-172.
28. Tallowin J. R. B. 1996. Effect of inorganic fertilizers on flower-rich hay meadows: a review using a case study on the Somerset Levels, UK. Grassland and Forage Abstract, 66, 4: 147-152.
29. Tilman D. Wedin D. in J. Knops. 1996. Productivity and Sustainability influenced by Biodiversity in Grassland Ecosystem. Nature, 379: 718-720.
30. Tilman D., Downing J. A. 1994. Biodiversity and stability in grasslands. Nature, 367: 262-365.
31. Vitousek M., 1997. Human Alteration of the global nitrogen cycle: causes and consequences. Ecological Applications, 7: 1-17.
32. Watt T. A. in Haggard R. J. 1980. The effect of defoliation upon yield, flowering and vegetative spread of *Holcus lanatus* growing with and without *Lolium perenne*. Grass and Forage Science, 35: 227-234.
33. Wedin D. A. 1992. Grasslands: a common challenge. Restoration and Management Notes 10, 2: 137-143.
34. Wedin D. A. in Tilman D. 1992. Competition among grasses along a nitrogen gradient: initial conditions and Mechanisms of competition. Ecological Monographs 63, 2: 199-229.
35. Zechmeister H. G., Schmitzberger I., Steurer B., Peterseil J., Wrabka T. 2003. The influence of land-use practices and economics on plant species richness in meadows. Biological Conservation, 114: 165-177.