

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Klemen ELER

**DINAMIKA VEGETACIJE TRAVIŠČ V
SLOVENSKEM SUBMEDITERANU: VZORCI IN
PROCESI OB SPREMEMBAH RABE TAL**

DOKTORSKA DISERTACIJA



Ljubljana, 2007

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Klemen ELER

**DINAMIKA VEGETACIJE TRAVIŠČ V SLOVENSKEM
SUBMEDITERANU: VZORCI IN PROCESI OB SPREMEMBAH
RABE TAL**

DOKTORSKA DISERTACIJA

**VEGETATION DYNAMICS IN THE SUBMEDITERRANEAN
REGION OF SLOVENIA: PATTERNS AND PROCESSES
FOLLOWING LAND USE CHANGE**

DOCTORAL DISSERTATION

Ljubljana, 2007

Doktorsko delo je bilo opravljeno na Katedri za aplikativno botaniko, ekologijo in fiziologijo rastlin Oddelka za agronomijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Eksperimentalni del naloge je potekal na pašnikih na planini Vremščica, s katerimi upravlja Center za sonaravno rekultivacijo Vremščica, na zaraščajočih travniščih JZ pobočja Vremščice in na obsežnem območju Podgorskega krasa med Črnotičami, Petrinjem in Prešnico.

Senat Biotehniške fakultete in Senat Univerze v Ljubljani sta za mentorja doktorske disertacije imenovala prof. dr. Franca Batiča.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Franc LOBNIK
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

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

Član: prof. dr. Mitja KALIGARIČ
Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Oddelek za biologijo

Datum zagovora: 12.7.2007

Disertacija je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Klemen ELER

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Dd
DK UDK 581.5:633.2.03:631.455.6 (043.3)
KG travnišča/dinamika vegetacije/zaraščanje/sukcesija/spremembe rabe tal/funkcionalni znaki/talne semenske banke/vrstna pestrost/rastline/Primorski kras/Submediteran
KK AGRIS F40
AV ELER, Klemen, dipl. inž. agr.
SA BATIČ, Franc (mentor)
KZ SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
LI 2007
IN DINAMIKA VEGETACIJE TRAVNIŠČ V SLOVENSKEM SUBMEDITERANU: VZORCI IN PROCESI OB SPREMEMBAH RABE TAL
TD Doktorska disertacija
OP XXII, 169, [35] str., 24 pregl., 55 sl., 7 pril., 304 vir.
IJ sl
JI sl / en
AI Na dveh lokacijah v submediteranskem območju Slovenije (na Vremščici in na Podgorskem krasu) smo raziskovali dinamiko vegetacije kraških travnišč, ki so pod vplivom sprememb v rabi tal. Z vidika vrstne pestrosti ter floristične in funkcionalne sestave vegetacije smo ovrednotili učinke zaraščanja in v manjši meri intenzifikacije. Raziskava je bila zasnovana v več segmentih. Na poskusu na Vremščici smo raziskali učinke gnojenja in opuščanja paše. Gnojenje je izrazito spremenilo vrstno sestavo in povzročilo padec vrstne pestrosti. Povečal se je pomen ruderalne strategije v smislu Grime-ovega CSR modela. Zaznaven je bil porast rastlin višje rasti z mezomorfnimi, zimzelenimi listi z večjo specifično listno površino in manjšo vsebnostjo suhe snovi. Prva faza opuščanja še ne kaže bistvenega padca diverzitete, znatno pa se poveča delež močno kompetitivnih, rušnato razraščajočih se trav, posebej vrste *Brachypodium rupestre*, kar nakazuje prihajajoče kompetitivno izključevanje inferiornih vrst iz združbe. Kasnejše stadije opuščanja rabe in zaraščanja travnišč smo raziskovali v nadaljnjih dveh segmentih. Na zaraščajočih travniščih na Vremščici smo obravnavali krivulje gostote vrst in njihove spremembe pri zaraščanju, kjer je bilo ugotovljeno značilno povečevanje nagiba krivulj ob napredujoči sukcesiji, kar je posledica povečevanja heterogenosti okoljskih, predvsem svetlobnih razmer. Ugotovili smo več skupin rastlinskih vrst glede na to, v kako intenzivno zaraščenem rastišču je njihov optimum uspevanja. Na Podgorskem krasu smo primerjali dva tipa zaraščanja - zaraščanje z listavci in zaraščanje s črnim borom (*Pinus nigra*). Ugotovljene so bile razlike v vrstni sestavi, v funkcionalnem smislu pa je bila vegetacija obeh tipov zaraščanja dokaj podobna. Zaznaven je bil premik od prevladujoče S strategije po Grime-u proti C strategiji, kar je v nasprotju z obstoječimi teorijami sekundarne sukcesije. To kaže, da je zaraščanje v funkcionalnem smislu poseben tip sekundarne sukcesije. Poleg ugotavljanja sprememb na vegetaciji smo na zaraščajočih površinah hkrati vzorčili tudi tla, da bi ugotovili morebitne spremembe osnovnih talnih parametrov. Razen večanja C/N razmerja, kar je povezano s spremembami kvalitete opada, nismo zaznali značilnih trendov. Ugotavljali smo tudi pomen talnih semenskih bank za dinamiko vegetacije na krasu. Primerjali smo sestavo teh bank z nadzemno vegetacijo. Ugotovili smo relativno majhno ujemanje v sestavi, saj je mnogo vrst rastlin v talnih semenskih bankah manjkalo. Razlike med obema komponentama vegetacije se skozi sukcesijo še povečujejo, kar kaže na razmeroma omejen pomen talnih semenskih bank za morebitno obnovo zaraščajočih se travnišč.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dd
DC UDC 581.5:633.2.03:631.455.6 (043.3)
CX grasslands/vegetation dynamics/spontaneous afforestation/succession/land-use change/functional traits/plants/soil seed banks/plant species richness/Slovenia/Submediterranean
CC AGRIS F40
AU ELER, Klemen
AA BATIČ, Franc (supervisor)
PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy
PY 2007
TI VEGETATION DYNAMICS IN THE SUBMEDITERRANEAN REGION OF SLOVENIA: PATTERNS AND PROCESSES FOLLOWING LAND USE CHANGE
DT Doctoral Dissertation
NO XXII, 169, [35] p., 24 tab., 55 fig., 7 ann., 304 ref.
LA sl
AL sl / en
AB Vegetation dynamics of dry calcareous grasslands, influenced by different types of land-use change, was studied in two locations in the submediterranean region of Slovenia (Vremščica mountain and Podgorski kras plateau). Effects of spontaneous grassland afforestation and grassland intensification on species richness, floristic and functional composition of vegetation were studied. There were several segments of the research. On Vremščica mountain grassland experiment was conducted to study the influence of fertilizer addition and grazing abandonment on grassland community. Fertilization drastically changed floristic structure of the community and caused decrease in plant species richness. The importance of ruderal strategy *sensu* Grime increased. The abundance of higher plants with mesomorphic, persistent green leaves with higher specific leaf area and lower leaf dry matter content increased. No particular decrease in plant species richness was observed in the initial phase of succession, however the abundance of competitive grass species, capable of intensive lateral spread (e.g. *Brachypodium rupestre*) increased, predicting the competitive exclusion of inferior species. Later stages of succession were studied in two subsequent segments of the research. On grasslands subjected to afforestation on the Vremščica mountain species-area curves and changes in their parameters in progressing succession were investigated. Increase in the slope of the curves was observed showing the increase of the heterogeneity of the environment, especially the heterogeneity of light conditions. Considering the maximal abundance, the species were grouped with respect to the degree of tree cover. On lowland (Podgorski kras plateau) two types of grassland afforestation were studied - deciduous tree species dominated afforestation and Austrian pine (*Pinus nigra*) dominated afforestation. Despite significant differences in floristic structure of the communities of the two afforestation types, the functional shifts were similar. Increase in C strategy according to Grime and decrease of S strategy were observed, which is contrary to the existing theories of secondary succession. That shows that spontaneous afforestation is a special case of secondary succession. Besides from evaluating the effects afforestation on vegetation, soil was sampled to discover eventual changes in some basic soil parameters. No particular trend was observed due to afforestation effects, except from wider C/N ratio, which is related to the changes of litter quality in the later stages of succession. The importance of soil seed banks for the dynamics of the investigated vegetation was also studied and composition of soil seed banks was compared with the above ground vegetation. Relatively low accordance was observed, since large degree of plant species present in the above ground vegetation were missing in the soil seed banks. The differences between the two components of vegetation even increased in progressing succession which shows relatively low potential of soil seed banks for restoration of afforested grasslands.

KAZALO VSEBINE

	str.
Ključna dokumentacijska informacija (KDI)	III
Key Words Documentation (KWD)	IV
Kazalo vsebine	V
Kazalo preglednic	VII
Kazalo slik	XI
Kazalo prilog	XVII
Okrajšave in simboli	XIX
1 UVOD	1
2 PREGLED OBJAV	4
2.1 SPREMEMBE V RABI TAL	4
2.1.1 Razmere v Sloveniji	5
2.1.2 Splošni vzroki sprememb v rabi tal	6
2.2 VEGETACIJSKI PROCESI, MEHANIZMI IN POJAVI, KI SPREMLJAJO SPREMEMBE V RABI TAL	7
2.2.1 Oblikovanje rastlinskih združb	7
2.2.2 Rastlinski funkcionalni tipi in funkcionalni znaki	10
2.2.2.1 Pomembnejše funkcionalne klasifikacije rastlin	12
2.2.2.2 Izbira znakov	15
2.2.2.3 Identifikacija funkcionalnih tipov	17
2.2.3 Vrstna pestrost rastlinskih združb	18
2.2.3.1 Biodiverziteta in produktivnost ekosistema	20
2.2.3.2 Krivulje gostote vrst	20
2.2.4 Sukcesija in zaraščanje	22
2.2.5 Motnje	27
2.2.6 Paša in košnja	28
2.2.6.1 Paša in vrstna pestrost	30
2.2.6.2 Paša in funkcionalni odzivi rastlinskih združb	30
2.2.6.3 Učinki paše na tla	31
2.2.7 Kompeticija	32
2.2.8 Intenzifikacija, evtrofikacija	34
2.2.9 Talne semenske banke in spremembe rabe tal	37
2.3 METODE V VEGETACIJSKI ZNANOSTI	41
2.3.1 Metode proučevanja vegetacijskih sprememb	41

2.3.2	Statistične metode	41
3	MATERIAL IN METODE	44
3.1	SPLOŠNO O ORGANIZACIJI RAZISKAVE	44
3.2	OBMOČJA RAZISKAVE	44
3.2.1	Vremščica	44
3.2.1.1	Geološke in pedološke razmere	44
3.2.1.2	Klimatske razmere	45
3.2.1.3	Vegetacija	46
3.2.2	Podgorski Kras	46
3.3	METODE DELA	48
3.3.1	Zbiranje podatkov o funkcionalnih znakih rastlinskih vrst	48
3.3.2	Proučevanje učinkov paše ovac in gnojenja na Vremščici	51
3.3.3	Proučevanje zaraščanja travnišč s črnim borom na Vremščici	55
3.3.3.1	Ekološke razmere	57
3.3.3.2	Analiza podatkov	59
3.3.4	Procesi zaraščanja kraških travnišč na Podgorskem krasu	59
3.3.4.1	Izbor lokacij, popisovanje vegetacije, vzorčenje tal	60
3.3.4.2	Ugotavljanje talnih semenskih bank	62
4	REZULTATI	64
4.1	PROUČEVANJE VPLIVOV GNOJENJA IN PAŠE NA TRAVIŠČNO ZDRUŽBO NA VREMŠČICI	64
4.1.1	Talne razmere	64
4.1.2	Parametri diverzitete po obravnavanjih	65
4.1.3	Sestava rastlinskih združb po obravnavanjih	66
4.1.4	CSR funkcionalni tipi po obravnavanjih	69
4.1.5	Analiza funkcionalnih znakov po obravnavanjih	70
4.2	PROUČEVANJE ZARAŠČANJA TRAVIŠČ S ČRNIM BOROM NA VREMŠČICI	81
4.2.1	Ekološke razmere skozi sukcesijo	81
4.2.1.1	Talne razmere	81
4.2.1.2	Svetlobne razmere	83
4.2.2	Spremembe vrstne pestrosti ob zaraščanju	84
4.2.2.1	Krivulje gostote vrst	84
4.2.3	Sestava rastlinskih združb v različnih stadijih zaraščanja	89
4.2.4	Pojavljanje posameznih rastlinskih vrst v stadijih zaraščenosti	92
4.2.5	Spremembe v CSR strategijah pri zaraščanju na Vremščici	100

4.3	PROUČEVANJE ZARAŠČANJA TRAVNIŠČ NA PODGORSKEM KRASU	101
4.3.1	Pedološki parametri ob zaraščanju	101
4.3.2	Spremembe v sestavi vegetacije	102
4.3.2.1	Spremembe v vrstni sestavi	102
4.3.2.2	Spremembe v funkcionalni sestavi vegetacije	107
4.3.3	Talne semenske banke	109
4.3.3.1	Floristična sestava talnih semenskih bank	109
4.3.3.2	Funkcionalna sestava talnih semenskih bank	115
4.3.4	Primerjava sestave nadzemne vegetacije in talnih semenskih bank	118
5	RAZPRAVA IN SKLEPI	125
5.1	RAZPRAVA	125
5.1.1	Proučevanje vplivov gnojenja in paše na travniško združbo na Vremščici	125
5.1.2	Proučevanje zaraščanja travnišč s črnim borom na Vremščici	133
5.1.3	Primerjava zaraščanja na Vremščici in na Podgorskem krasu	134
5.1.4	Talne semenske banke in njih povezava z nadzemno vegetacijo	135
5.1.5	Splošna razprava	139
5.2	SKLEPI	140
6	POVZETEK (SUMMARY)	142
6.1	POVZETEK	142
6.2	SUMMARY	144
7	LITERATURA	147

ZAHVALA

PRILOGE

KAZALO PREGLEDNIC

	str.
Preglednica 1: Nekatere funkcije rastlin pomembne za njihovo uspešnost v združbi ter pripadajoči lažje in težje določljivi funkcionalni znaki (Weiher in sod., 1999; Wright in sod., 2005).	16
Preglednica 2: V dozdašnjih raziskavah najpogosteje izbrani funkcionalni znaki glede na proučevan okoljski dejavnik.	17
Preglednica 3: Primerjava modelov sukcesije po Connellu in Slatyeru (1977).	24
Preglednica 4: Funkcionalni znaki s pripadajočimi atributi, uporabljeni v tej raziskavi ter način oz. vir določanja in zbiranja podatkov.	49
Preglednica 5: Povprečne vrednosti pedoloških parametrov po obravnavanjih manipulacijskega poskusa s travno združbo na Vremščici.	65
Preglednica 6: Razmerja v pokrovnosti med atributi navedenih funkcionalnih znakov ter statistična značilnost razlik med obravnavanji, ugotovljena na podlagi splošnih linearnih modelov.	74
Preglednica 7: Svetlobne razmere po stadijih zaraščenosti, ugotovljene po metodi hemisferične fotografije.	83
Preglednica 8: Srednje vrednosti in standardne napake parametrov c in z krivulj vrstne gostote po sukcesijskih stadijih. Homogene skupine (Sig.) so označene z malimi črkami (Tukeyev HSD test pri $p < 0,05$). Parameter c smo povratno transformirali v nelogaritmirano obliko.	86
Preglednica 9: Bivariatne korelacije po Pearsonu med kazalci rastlinske pestrosti in obravnavanimi okoljskimi dejavniki. Prikazane so korelacije s povprečji dejavnikov in s koeficienti variacije teh dejavnikov. Značilne korelacije so označene z zvezdicami: (**) – $p < 0,01$, (*) – $p < 0,05$.	87
Preglednica 10: Modeliranje parametra z krivulj gostote vrst po korakih. Prikazana je izboljšava modela pri dodajanju spremenljivk (povečanje R^2 , sprememba F statistike) ter regresijski koeficienti teh spremenljivk (B) in njihova značilnost (Sig.). V končnem modelu 2 je 77,0 % variabilnosti parametra z pojasnenih z dvema spremenljivkama: C/N razmerjem v tleh in pH vrednostjo.	88

Preglednica 11:	Modeliranje skupnega števila vrst na ploskev po korakih. Prikazana je izboljšava modela pri dodajanju spremenljivk (povečanje R^2 , sprememba F statistike) in regresijski koeficienti teh spremenljivk (B in njihova značilnost – Sig.). V končni stopnji (model 3) je 69,7 % variabilnosti števila vrst na popisno ploskev pojasnjenih s tremi spremenljivkami: odprtostjo krošenj in variabilnostjo odprtosti krošenj na ploskev ter pH vrednostjo tal.	89
Preglednica 12:	Lastne vrednosti, korelacije in pojasnjena varianca štirih kanoničnih osi RDA analize.	91
Preglednica 13:	Korelacijski koeficienti med kanoničnimi osmi in okoljskimi spremenljivkami. VRS Os 1 - VRS Os 4 so kanonične osi vrstne sestave popisov, OKO Os1 do OKO Os 4 pa kanonične osi okoljskih dejavnikov na popisnih ploskvah.	91
Preglednica 14:	Razvrstitev rastlinskih vrst v skupine glede na pojavnost v sukcesijskih stadijih. V obliki grafikonov so navedene tudi idealizirane porazdelitve skupin po gradientu zaraščanja.	93
Preglednica 15:	Logistična regresija prisotnosti/odsotnosti vrst skupine 4 v gradientu svetlobnih razmer oz. odprtosti neba. Kot linearni prediktor modela je bila uporabljena enačba premice. Navedeni so devianca modela, značilnost (F in p vrednost) in parametra modela (β_0 – (konst.), β_1 – Odp).	97
Preglednica 16:	Logistična regresija prisotnosti/odsotnosti vrst skupine 5 v gradientu svetlobnih razmer oz. odprtosti neba. Kot linearni prediktor modela je bila uporabljena enačba parabole. Navedeni so devianca modela, značilnost (F in p vrednost), parametri modela (β_0 – (konst.), β_1 – Odp, β_2 – Odp ²), ter optimum in toleranca vrste v deležu odprtosti krošenj.	98
Preglednica 17:	Logistična regresija prisotnosti/odsotnosti vrst skupine 8 v gradientu svetlobnih razmer oz. odprtosti neba. Kot linearni prediktor modela je bila uporabljena enačba premice.	99
Preglednica 18:	Povprečja in pripadajoče standardne napake pedoloških parametrov po obravnavanjih. Razlike med obravnavanji so bile analizirane s Kruskal-Wallisovim neparametričnim testom (vrednosti KW, p).	102
Preglednica 19:	Število kalic posameznih rastlinskih vrst po obravnavanjih za vsak termin ugotavljanja talnih semenskih bank posebej. Podatki so izraženi v številu kalic na 700 cm ² .	111

Preglednica 20:	Povprečno število vrst rastlin v talni semenski banki na 100 cm ² po tipih zaraščanja (A, B), stadijih zaraščanja (1-4) in njuni interakciji.	115
Preglednica 21:	Število in deleži semen posameznih funkcionalnih skupin v jesenskem in spomladanskem vzorčenju talnih semenskih bank na Podgorskem krasu na 700 cm ² vzorčene površine tal.	117
Preglednica 22:	Število vrst v talni semenski banki in nadzemni vegetaciji ter medsebojna primerjava po obravnavanjih. a – število vrst v talni semenski banki; b – število vrst v vegetacijski združbi; j – število vrst, ki so hkrati v vegetaciji in semenski banki; c – skupno število vrst na obravnavanje; m – število vrst najdenih izključno v talni semenski banki; n - število vrst najdenih izključno v vegetaciji; Sør – Sørensenov indeks podobnosti izračunan kot : $Sør = 2j / (a+b)$. %a, %b, %j, %m, %n so deleži od skupnega števila vrst (c). Velja naslednja zveza: $a + b = m + n + j = c$.	119
Preglednica 23:	Rastlinske vrste, prisotne v talnih semenskih bankah, vendar odsotne iz vegetacije, razvrščene po obravnavanjih. Znak * označuje prisotnost vrste v vegetaciji prejšnjega stadija, *** pa prisotnost v prejšnjem stadiju in tudi v izhodiščnem stadiju 1.	121
Preglednica 24:	Najbolj odzivni funkcionalni tipi rastlin, ugotovljeni na podlagi poskusa na Vremščici, s pripadajočimi funkcionalnimi znaki. Navedeni so tudi ekološki učinki spremenjene rabe in sestave rastlinskih združb	132

KAZALO SLIK

	str.
Slika 1:	7
Površine v zaraščanju v Sloveniji po podatkih Kmetijske rabe tal v Sloveniji (MKGP, 2003). Relativno velika gostota teh površin je vidna v JZ delu države.	
Slika 2:	9
Vpliv ekoloških filtrov različnih prostorskih dimenzij in interakcij med organizmi na oblikovanje rastlinskih združb iz regionalnega vrstnega fonda. (prirejeno po Zobel (1997) in Woodward in Kelly (1997)).	
Slika 3:	11
Funkcionalni znaki vrst kot pomemben člen v mehanizmu, kjer človekova aktivnost povzroča različne spremembe v živem in neživem segmentu okolja, kar vodi do sprememb v funkcioniranju ekosistemov.	
Slika 4:	14
CSR trikotnik rastlinskih strategij po Grime-u in predvideni funkcionalni premiki v CSR strategijah pri različnih tipih sprememb v rabi tal. (+) pomeni povečanje deleža, (-) zmanjšanje, (o) pa nespremenjen delež v sestoji (Hodgson in sod., 1991, cit. po Grime, 2001: 222).	
Slika 5:	19
Vpliv petih procesov na vrstno pestrost rastlinske združbe: (1) kompetitivno izključevanje, (2) stres, (3) motnje; (4) heterogenost habitata in (5) bogastvo vrstnega fonda. Vodoravne linije prikazujejo območje nekaterih tipov zeliščne vegetacije v spektru teh petih procesov – a.) vegetacija skalovja, poti, melišč, b.) vegetacija ustaljenega grušča, skalnati pašniki, idr., c.) suha ali vlažna slabo produktivna travnišča, d.) gnojni travniki in pašniki, e.) opuščeni travniki in pašniki na hranljivih tleh (prirejeno po Grime, 2001: 293).	
Slika 6:	24
Ponazoritev sukcesije na podlagi CSR modela po J.P. Grime-u (2001: 246) v razmerah visoke (P1) in nizke (P2) potencialne produktivnosti rastišča. Velikost krogov označuje akumulirano biomaso v posameznem stadiju.	
Slika 7:	38
Grafični prikaz štirih tipov talnih semenskih bank (Thompson in Grime, 1979). Osenčen del: semena sposobna takojšnje kalitve v ugodnih razmerah; neosenčen del: živa, vendar dormantna semena. Tipa I in II – prehodni obliki semenske banke, III in IV – trpežni obliki semenske banke.	

Slika 8:	Matrike vegetacijskih podatkov. Matrika D je izračunana iz preostalih treh (metoda izračuna še ni dokončno sprejeta) in služi za analizo funkcionalne sestave vegetacije v gradientih okoljskih dejavnikov (Legendre in Legendre, 1998: 565; Pillar in Sosinski, 2003).	43
Slika 9:	Geografska lokacija poskusa na Vremščici (kratografska podlaga: PK250, Geodetski zavod RS).	51
Slika 10:	Shema poskusa v Virbašnjem dolu na Vremščici, kjer smo v petih obravnavanjih (A-E) proučevali vplive različnih postopkov gnojenja z mineralnimi gnojili in vplive izostanka paše na tradicionalno pašeno in negnojeno kraško travnišče. Vsako obravnavanje je sestavljalo 12 ploskev (3 x 4 m), razdeljenih v tri termine po štiri ploskve.	53
Slika 11:	Območje raziskave in natančnejše lokacije raziskovalnih ploskev na JZ pobočju Vremščice. Oznake točk pomenijo sukcesijski stadij (kratografske podlage: PK250, DOF5, Geodetski zavod RS).	56
Slika 12:	Shematski prikaz vzorčne ploskve z vgnezdenimi kvadrati in ugotavljanimi okoljskimi dejavniki na ploskvi (svetlobne razmere, vzorčenje tal).	57
Slika 13:	Lokacije popisovanje vegetacije in vzorčenja tal po obravnavanjih na Podgorskem krasu (kratografske podlage: PK250, DOF5, Geodetski zavod RS).	61
Slika 14:	Število rastlinskih vrst in Shannonov indeks po obravnavanjih poskusa na Vremščici. Homogene skupine (Tukeyev test pri $p < 0,05$; $n = 12$) so označene z malimi črkami.	66
Slika 15:	DCA ordinacija 60 popisov iz poskusa na Vremščici označenih po obravnavanjih. Prva os pojasnjuje 19%, druga pa 7,9 % variabilnosti v podatkih o distribuciji vrst po popisih.	67
Slika 16:	DCA ordinacija 164 rastlinskih vrst iz 60 popisov iz poskusa na Vremščici. Vrste na levi strani diagrama so povezane z gnojenimi popisnimi ploskvami (obravnavanja A, B in C), vrste na desni pa z negnojenimi ploskvami (D in E). Za okrajšave glej prilogo D.	68
Slika 17:	Funkcionalni premiki v CSR strategijah zaradi vpliva obravnavanj (gnojenja, opuščanja rabe). Na levi je prikazan položaj vseh popisov razvrčenih po obravnavanjih v CSR prostoru, na desni so označeni le centroidi po obravnavanjih.	69

Slika 18:	Korelacije med številom vrst in Shannonovim indeksom diverzitete ter tremi komponentami CSR modela rastlinskih strategij. Podane so vrednosti koeficienta korelacije (r) in značilnost korelacije (p).	70
Slika 19:	CCA ordinacija 60 vegetacijskih popisov iz poskusa na Vremščici s posameznimi atributi funkcionalnih znakov kot pojasnjevalnimi spremenljivkami. Od 20 spremenljivk vključenih v analizo, jih je 16 statistično značilnih pri $p < 0,05$. Popisi so označeni po obravnavanjih, za opise kratic atributov glej preglednico 6.	72
Slika 20:	DCA ordinacija matrike funkcionalnih znakov po ploskvah, ki je produkt matrik florističnih podatkov in podatkov funkcionalnih znakov po vrstah. Skupna pojasnjena varianca obeh prvih dveh osi DCA analize je 56,0 %.	73
Slika 21:	Pokrovnosti (v %) življenjskih oblik rastlin po obravnavanjih. Z malimi črkami so označene homogene skupine (Duncanov test, $p < 0,05$) za vsako stanje znaka posebej. Prikazane so srednje vrednosti in 95% intervali zaupanja.	75
Slika 22:	Pokrovnosti (v %) posameznih funkcionalnih skupin travniških rastlin po obravnavanjih. Z malimi črkami so označene homogene skupine (Duncanov test, $p < 0,05$) za vsako stanje znaka posebej. Prikazane so srednje vrednosti in 95% intervali zaupanja.	75
Slika 23:	Pokrovnosti (v %) posameznih skupin rastlin glede na življenjsko dobo po obravnavanjih. Z malimi črkami so označene homogene skupine (Duncanov test, $p < 0,05$) za vsako stanje znaka posebej. Prikazane so srednje vrednosti in 95% intervali zaupanja.	76
Slika 24:	Pokrovnosti (v %) posameznih skupin rastlin glede na habitus po obravnavanjih. Z malimi črkami so označene homogene skupine (Duncanov test, $p < 0,05$) za vsako stanje znaka posebej. Prikazane so srednje vrednosti in 95% intervali zaupanja.	76
Slika 25:	Pokrovnosti (v %) posameznih skupin rastlin glede na njihovo višino po obravnavanjih. Z malimi črkami so označene homogene skupine (Duncanov test, $p < 0,05$) za vsako stanje znaka posebej. Prikazane so srednje vrednosti in 95% intervali zaupanja.	77

Slika 26:	Pokrovnosti (v %) posameznih skupin rastlin glede na tip razmnoževanja po obravnavanjih. Z malimi črkami so označene homogene skupine (Duncanov test, $p < 0,05$) za vsako stanje znaka posebej. Prikazane so srednje vrednosti in 95% intervali zaupanja.	77
Slika 27:	Pokrovnosti (v %) posameznih skupin rastlin glede na tip lateralnega vegetativnega širjenja po obravnavanjih. Z malimi črkami so označene homogene skupine (Duncanov test, $p < 0,05$) za vsako stanje znaka posebej. Prikazane so srednje vrednosti in 95% intervali zaupanja.	78
Slika 28:	Pokrovnosti (v %) posameznih skupin rastlin glede na anatomske tip listov po obravnavanjih. Z malimi črkami so označene homogene skupine (Duncanov test, $p < 0,05$) za vsako stanje znaka posebej. Prikazane so srednje vrednosti in 95% intervali zaupanja.	78
Slika 29:	Pokrovnosti (v %) posameznih skupin rastlin glede na trajnost listov oz. sposobnost prezimitve po obravnavanjih. Z malimi črkami so označene homogene skupine za vsako stanje znaka posebej. Prikazane so srednje vrednosti in 95% intervali zaupanja.	79
Slika 30:	Razlike po obravnavanjih za dva pomembna funkcionalna znaka listov rastlin. (a) specifična listna površina (SLA) in (b) vsebnost suhe snovi v listih (LDMC). Homogene skupine obravnavanj pri $p < 0,05$ so prikazane z malimi črkami.	79
Slika 31:	Razlike po obravnavanjih v indeksu tolerance rastlin na pašo in po indeksu krmne vrednosti. Oba indeksa sta ugotovljena kot tehtano povprečje indeksov. Uteži so pokrovnosti vrst. Homogene skupine obravnavanj pri $p < 0,05$ so prikazane z malimi črkami.	80
Slika 32:	Pedološki parametri po sukcesijskih stadijih. Pri parametrih, kjer se stadiji statistično razlikujejo, so homogene skupine (Tukeyev test pri $p < 0,05$; $n=10$) označene z malimi črkami.	82
Slika 33:	Primeri hemisferičnih posnetkov iz različnih stadijev zaraščenosti kraškega travnišča.	83
Slika 34:	Svetlobne razmere, predstavljene kot odprtost krošenj po proučevanih stadijih zaraščenosti. Med vsemi stadiji so statistično značilne razlike pri $p < 0,05$.	84

Slika 35:	Krivulje gostote vrst po sukcesijskih stadijih iz travnišča v zaraščanju na JZ pobočju Vremščice.	85
Slika 36:	Število rastlinskih vrst na majhni (1,56 m ²) in veliki površini (400 m ²) po stadijih sukcesije. Homogene skupine (Tukeyev test pri $p < 0,05$) so označene z malimi črkami.	86
Slika 37:	Ordinacijski diagram DCA analize 25 popisov iz zaraščajočih travnišč na JZ pobočju Vremščice označenih po sukcesijskih stadijih.	90
Slika 38:	Ordinacijski diagram (RDA analiza) 25 popisov označenih po sukcesijskih stadijih z okoljskimi dejavniki kot pojasnjevalnimi spremenljivkami (puščice). Oznake okoljskih spremenljivk pomenijo: N% - delež dušika, C% - delež ogljika, K – vsebnost kalija, P – vsebnost fosforja, C/N – razmerje med deležem ogljika in dušika, pH – pH vrednost tal, Odp. – odprtost krošenj (svetlobne razmere), Paša – prisotnost/odsotnost paše.	92
Slika 39:	Ordinacija rastlinskih vrst in okoljskih spremenljivk v RDA ordinacijskem diagramu. Rastlinske vrste so označene po skupinah (Sk 1 do 8) glede na pojavnost v sukcesijskih stadijih. Za okrajšave rastlinskih vrst glej prilogo D.	95
Slika 40:	Krivulje odziva nekaterih vrst na odprtost krošenj oz. svetlobne razmere. Prikazane so statistično značilne logistične krivulje šestih vrst: Pru_mah in Are_agr, katerih pogostnost pojavljanja v zaraščanju narašča, Car_car in Pla_med, katerih pogostnost upada ter Eup_nic in Bup_exa, katerih optimum je v srednjih fazah zaraščanja. Za okrajšave vrst glej prilogo D.	99
Slika 41:	Položaj 25 popisnih ploskev iz proučevanja zaraščanja travnišč na Vremščici v CSR trikotniku. Upoštevana je le prisotnost vrst, ne pa tudi njihova pokrovnost v sestoji. Puščica nakazuje premik v prevladujoči strategiji rastlin pri zaraščanju v smeri pomena večje kompetitivnosti za uspešnost vrste v združbi.	100
Slika 42:	DCA ordinacija 56 popisov iz Podgorskega krasa označenih po obravnavanjih. Puščice označujejo potek sprememb v floristični sestavi pri zaraščanju: polna črta - zaraščanje travnišč z listavci, prekinjena črta – zaraščanje s črnim borom (<i>Pinus nigra</i>).	103

Slika 43:	CCA ordinacija okoljskih spremenljivk (puščice) in vegetacijskih popisov označenih po obravnavanjih. pH – pH vrednost tal; C% - delež ogljika v tleh; C/N – razmerje med ogljikom in dušikom v tleh; P vsebnost fosforja v tleh; K – vsebnost kalija v tleh; Skal – površinska skalovitost; Drev – pokrovnost drevesno-grmovne plasti; Tip – tip zaraščanja (A in B).	104
Slika 44:	CCA ordinacija rastlinskih vrst (krogci) ter statistično značilnih okoljskih spremenljivk (puščice) (Monte-Carlo test pri $p=0,05$). Okrajšave vrst so v prilogi D, okrajšave okoljskih spremenljivk pa so navedene pri prejšnji sliki.	105
Slika 45:	Okvir z ročaji za število vrst rastlin po obravnavanjih. Povezovalni črti označujeta približne trende v številu vrst skozi sukcesijo. Polna črta – gibanje števila vrst pri zaraščanju tipa A (zaraščanje z listavci); prekinjena črta – gibanje števila vrst pri zaraščanju tipa B (zaraščanje s črnim borom).	106
Slika 46:	Okvir z ročaji za Shannonov indeks pestrosti po obravnavanjih. Povezovalni črti označujeta približne trende indeksa skozi sukcesijo. Polna črta – gibanje indeksa pri zaraščanju tipa A (zaraščanje z listavci); prekinjena črta – gibanje indeksa pri zaraščanju tipa B (zaraščanje s črnim borom).	107
Slika 47:	Spremembe v funkcionalni sestavi (CSR strategijah) rastlinskih združb pri zaraščanju kraškega travnišča na Podgorskem krasu z listavci (tip zaraščanja A). Pri $p<0,01$ se ploskve obravnavanja A1 značilno razlikujejo od ploskev preostalih obravnavanj. Obravnavanja A2, A3 in A4 se med seboj ne razlikujejo v pomenu kompeticije, toleriranja motnje in stresa. Na levem delu slike je predstavljena pozicija 56 popisov v CSR trikotniku, na desni pa natančnejša ordinacija teh popisov v CSR prostoru.	108
Slika 48:	Spremembe v funkcionalni sestavi (CSR strategijah) rastlinskih združb pri zaraščanju kraškega travnišča na Podgorskem krasu s črnim borom (<i>Pinus nigra</i>) (tip zaraščanja B). Obravnavanji B2 in B3 se med seboj ne razlikujeta, ostale primerjave so statistično značilne pri $p>0,05$. Pri zaraščanju je opazno povečevanje pomena kompeticije za uspešnost rastlinskih vrst v združbi.	109
Slika 49:	DCA ordinacijski diagram vzorcev semenskih bank, ki so označeni po obravnavanjih.	114
Slika 50:	Deleži posameznih življenjskih oblik rastlin v talnih semenskih bankah po obravnavanjih.	116

Slika 51:	Deleži funkcionalnih skupin rastlin v talnih semenskih bankah po obravnavanjih.	116
Slika 52:	Sørensenovi indeksi podobnosti med vegetacijo in talnimi semenskimi bankami po obravnavanjih. Indeksi so izračunani za skupno sestavo semenskih bank in posebej za oba termina vzorčenja semenske banke; za vegetacijo je uporabljen enkratni termin popisovanja.	118
Slika 53:	Razmerja med številom rastlinskih vrst v talni semenski banki in v nadzemni vegetaciji po obravnavanjih. %n – delež vrst, najdenih izključno v nadzemni vegetaciji; %m – delež vrst izključno v talni semenski banki; %j – delež vrst, ki so hkrati v talni semenski banki in nadzemni vegetaciji.	120
Slika 54:	CCA ordinacijski diagram vzorcev semenskih bank označenih po obravnavanjih s sestavo nadzemne vegetacije kot pojasnjevalnimi spremenljivkami. Podatki o nadzemni vegetaciji so bili s PCA analizo poenostavljeni na 6 glavnih komponent (VEG1 do VEG6). V diagramu sta kot spremljajoči spremenljivki brez vpliva na analizo dodani še Drev kot pokrovnost drevesno-grmovne plasti in Tip kot tip zaraščanja, ki sta posredno povezani s sestavo semenskih bank.	123
Slika 55:	CCA ordinacijski diagram vegetacijskih popisov označenih po obravnavanjih s sestavo talnih semenskih bank kot pojasnjevalnimi spremenljivkami. Podatki o talnih semenskih bankah so bili s PCA analizo poenostavljeni na 8 glavnih komponent (SEME1 do SEME8). V diagramu so kot spremljajoče spremenljivke brez vpliva na analizo dodani še drugi okoljski dejavniki pomembni za sestavo vegetacije (za opise spremenljivk glej sliko 43).	124

KAZALO PRILOG

- Priloga A: Vegetacijski popisi iz proučevanja učinkov gnojenja in paše na Vremščici. Prikazane so pokrovne vrednosti po Braun-Blanquetu po posameznih popisnih ploskvah. A-E so oznake obravnavanj, 1-12 pa številke popisa znotraj obravnavanja.
- Priloga B1: Analitski podatki o talnih vzorcih iz proučevanja zaraščanja travnišč s črnim borom na Vremščici. Vsako obravnavanje je imelo 5 ploskev, znotraj vsake ploskve so bila tla vzorčena po dvakrat.
- Priloga B2: Podatki o meritvah svetlobnih razmer z metodo hemisferične fotografije iz zaraščajočih travniških površin na Vremščici. Na vsaki ploskvi (5 ploskev na obravnavanje) so bile svetlobne razmere ugotavljane štirikrat.
- Priloga B3: Floristični podatki iz zaraščajočih površin na Vremščici po obravnavanjih, ploskvah in vgenzdenih kvadratih.
- Priloga C1: Analitski podatki o talnih vzorcih iz proučevanja zaraščanja travnišč na Podgorskem krasu po obravnavanjih in sedmih ploskvah znotraj vsakega obravnavanja.
- Priloga C2: Vegetacijski popisi iz zaraščajočih travnišč na Podgorskem krasu. Znotraj vsakega obravnavanja je bilo po metodi Braun-Blanqueta popisanih sedem ploskev.
- Priloga C3: Sestava talnih semenskih bank po ploskvah znotraj vsakega obravnavanja v spomladanskem terminu vzorčenja.
- Priloga C4: Sestava talnih semenskih bank po ploskvah znotraj vsakega obravnavanja v jesenskem terminu vzorčenja.
- Priloga D: Funkcionalni znaki rastlinskih vrst, uporabljeni v analizah.

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

p	značilnost statističnega seta oz. verjetnost za napako prve vrste
n	število enot v vzorcu
r	koeficinet korelacije
r^2 , R^2	koeficient determinacije linearnega modela; delež z modelom pojasnjene variabilnosti
CCA	kanonična korespondenčna analiza
DCA	korespondenčna analiza z odstranjenim trendom
RDA	redundančna analiza
GLM	splošni linearni model
SN	standardna napaka srednje vrednosti (standardni odklon ulomljen z velikostjo vzorca)
CSR	model treh funkcionalnih tipov po Grime-u: kompetitorji, toleratorji stresa in ruderalci
C	kompetitorji
S	toleratorji stresa
R	ruderalci
SLA	specifična listna površina, razmerje med površino lista in njegovo maso v suhem stanju ($\text{mm}^2 \text{mg}^{-1}$)
LDMC	vsebnost suhe snovi v listu, razmerje med težo suhega in svežega lista (mg g^{-1})
c	odsek na ordinatni osi pri krivuljah gostote vrst
z	nagib krivulje gostote vrst
C	ogljik
N	dušik
C/N	razmerje med vsebnostjo ogljika in dušika (v tem delu v tleh)
P	fosfor
K	kalij
pH	kislost tal, pH vrednost

SLOVARČEK

Spodaj opisani pojmi so razloženi za potrebe tega besedila in jih ne gre vedno tolmačiti kot splošno uporabne, čeprav je želja avtorja k poenotenju pojmov. Pojasnjen je kontekst, v katerem je bil določen pojem rabljen, navedena pa je tudi angleška ustreznica. V različnih raziskovalnih krogih (botanika vs. zoologija) se isti pojmi včasih definirajo drugače.

Anatomija listov (leaf anatomy): prilagojenost lista določene rastlinske vrste na stresne razmere visokega sončnega obsevanja, skrajnih temperatur in suše, ki se kaže v intenzivnosti dlakavosti, debelini in obliki lista, gostoti listnih rež, debelini kutikule. V splošnem omenjene karakteristike kažejo na značilnosti izmenjave vode in plinov med listom in atmosfero.

Biotska pestrost (biodiversity): raznoličnost oblik in funkcij vsega živega na vseh nivojih biološke organizacije (od genov do ekosistemov, krajin in biomov)

Dominanca (dominance): znatno večja obilnost (velika pokrovnost, številčnost ali biomasa) določene vrste v združbi v primerjavi z drugimi, redkimi vrstami

Ekstenzifikacija v kmetijstvu (agricultural extensification): prostorska razširitev vplivov na ekosisteme ob enakih energijskih vložkih na enoto površine oz. zmanjšanje energijskih vložkov na zemljišču pri nespremenjeni površini.

Evtrofikacija (eutrophication): kopičenje hranil, zlasti dušika in (ali) fosforja v ekosistemu, kar povečuje primarno produkcijo tega ekosistema

Funkcionalni atributi (functional attributes): stanje funkcionalnega znaka (npr. vetrocvetnost kot način opraševanja)

Funkcionalni tipi (functional types): skupina organizmov ne glede na njihov filogenetski položaj s podobnim odzivom na okoljske razmere in (ali) podobnim učinkom na ekosistem, zaradi česar imajo nekatere lastnosti (znake) skupne

Funkcionalni znaki (functional traits): morfološke, anatomske, fiziološke, fenološke, regeneracijske in druge lastnosti rastlin, ki vplivajo na ekološko uspešnost teh rastlin v združbi

Globalne spremembe (global change): bolj ali manj hkrati potekajoče spremembe v zgradbi in delovanju okolja, ki imajo značilne posledice na biotske in abiotske gradnike sistema Zemlje kot celote. Mednje uvrščamo spremembe klime, spremembe rabe tal, spremembe biodiverzitete (izumiranje, invazije alohtonih vrst), spremenjene biogeokemične cikle, idr. V ožjem smislu gre za antropogeno povzročene spremembe svetovnega okolja.

Intenzifikacija v kmetijstvu (agricultural intensification): povečevanje vložkov energije (dela in kapitala) na enoto kmetijske površine.

Invazivnost (invasibility): sposobnost rastlin, večinoma tujerodnih, da hitro in znatno povečajo svoj delež v združbi in se tudi spontano razširijo na bližnje primerne habitate, ter tako pomembno vplivajo na nekatere ekosistemске procese.

Izenačenost (evenness): enakomernost zastopanosti rastlinskih vrst v združbi po njihovi pokrovnosti ali masi

Izključevanje funkcionalnih znakov (trade-off): strošek oz. žrtvovanje vrste eni lastnosti, da je s tem uspešna v drugi ustrezni lastnosti, kar je posledica omejenih energetskih in časovnih zmožnosti za uspešnost v vseh lastnostih hkrati. (Nemogoče je biti odličen vseh lastnostih hkrati).

Koeksistenca (coexistence): hkratno uspevanje dveh ali več vrst v združbi, zaradi česar obstajajo med temi vrstami različne biotske interakcije, predvsem kompeticija, ki pa ima za vse sobivajoče vrste enak učinek.

Kolonizacija (colonization): naselitev neke vrste na prostor (rastišče), kjer ta vrsta prej ni uspevala ali pa je bila njena populacija uničena.

Kompeticija (competition): interakcija med osebki v skupnem prostoru in času, ki negativno vpliva na produkcijo biomase teh osebkov

Kompetitivno izključevanje (competitive exclusion): posledica neenake medvrstne kompetitivne sposobnosti različnih vrst v združbi, kar ima v idealnih razmerah brez motenj in majhnega stresa za rezultat popolno prevlado ene ali nekaj vrst v združbi

Krivulje vrstne gostote (species-area curves): zveza med površino in številom vrst, ki jih na tej površini najdemo.

Motnja (disturbance): dogodki, ki zmanjšujejo količino žive ali odmrle rastlinske biomase v ekosistemu in s tem vplivajo na dostopnost virov (svetlobe, vode, hranil, prostora)

Nevtralna teorija biodiverzitete (neutral theory of biodiversity): teorija, ki predvideva funkcionalno enakovrednost vrst določenega trofičnega nivoja ne glede na njihovo siceršnjo biološko različnost. Razlike v morfoloških, anatomskih, fizioloških, fenoloških in drugih znakih za uspešnost vrst v združbi po tej teoriji niso pomembne.

Oblikovanje združbe (community assembly): združevanje rastlinskih vrst iz regionalnega vrstnega fonda v združbo po pravilih, ki narekujejo določeno podobnost rastlinskih vrst glede na njihove ekološke zahteve in hkrati določeno različnost, ki je nujna za komplementarno izrabo virov

Raba tal (land use): način izrabe ekosistemov s strani človeka, ki se mu ti ekosistemi po naravnih zakonitostih prilagodijo glede na režime motnje in vplivanja na vire v tem ekosistemu

Stres (stress): dejavniki okolja, ki negativno vplivajo na produkcijo biomase v celotnem ali delu vegetacijskega pokrova

Sukcesija (succession): bolj ali manj napovedljivo zaporedje v sestavi vegetacije, ki sledi po prenehanju motnje

Talna semenska banka (soil seed bank): bolj ali manj trajna zaloga semen določene rastlinske vrste v tleh, ki ima pomembno vlogo pri vzdrževanju populacije in pri kolonizaciji z motnjami novonastalih habitatov

Teorija ekološke niše (niche theory): teorija, ki koeksistenco vrst v združbah utemeljuje na razlikah med vrstami v prostorski in časovni izrabi virov ter razlikah v vrsti in intenzivnosti biotskih interakcij, pri katerih so udeležene

Užitnost (palatability): dovzetnost rastlin, da jih napadejo herbivori zaradi njihove hranilne vrednosti in nestrupenosti

Vrstna pestrost (species richness): število vrst v združbi, krajini, ekosistemu, habitatu,...

Vrstni fond (species-pool): vrste določenega širšega prostora (krajine, regije), ki potencialno lahko sestavljajo združbo. V združbo se razvrstijo glede na ekološke zahteve in biotske interakcije.

Zaraščanje (spontaneous afforestation): ob prenehanju kmetijske rabe (paše, košnje, oranja) in po zakonitostih ekološke sukcesije potekajoče vegetacijske spremembe, ki v končni fazi rezultirajo v popolni ali delni kolonizaciji razpoložljive površine z drevesnimi in (ali) grmovnimi vrstami

Življenjska doba (life span): dolgoživost posameznega rastlinskega osebka

Življenjska oblika (life form): način preživetja vrste ob neugodnih razmerah, posebej preživetje sušnega in (ali) mrzlega obdobja.

1 UVOD

Vse teče, nič ne miruje. Vse je minljivo in nič ni trajnega... V spreminjanju stvari najdejo svoj mir.

[Heraklit Mračni, ok. 480 p.r.n.št.]

Človek vpliva na podobo, funkcijo in prostorsko razprostranjenost posameznih vegetacijskih tipov na najrazličnejše načine in z različno intenzivnostjo že od kamene dobe dalje. Skozi tisočletja si je prilagajal krajino po trenutnih potrebah po hrani, bivanjskem prostoru in varnosti. Predvsem je vplival na zmanjševanje deleža gozda in povečevanje deleža odprtih površin t.j. travnikov, pašnikov, njivskih površin. Marsikje so obsežne transformacije ekosistemov povzročile korenite spremembe v funkcioniranju teh ekosistemov, se pravi, da so bili na lokalni, regionalni in tudi globalni ravni spremenjeni naravni biogeokemični cikli, pretoki energije v naravi, hidrološke poti in ekološka kompleksnost. Marsikje je človekova destrukcija naravnih ekosistemov povzročila popolno sesutje kompleksnih ekoloških procesov, marsikje pa je človek do določene mere vplival pozitivno na vsaj nekatere segmente teh ekosistemov. Biotska pestrost na primer se je zaradi vpliva človeka marsikje povečala, saj je človek povzročil nastanek mozaične krajine, kjer v različnih tipih ekosistemov sobiva mnogo rastlinskih in živalskih vrst hkrati.

Spremembe rabe tal torej niso fenomen današnjega časa, pač pa spremljajo človekovo civilizacijo od samega začetka. Poleg tega je določena mera dinamike narave in njenih segmentov v prostoru in času tudi brez delovanja človeka nujen proces, ki vodi v dolgoročno stabilnost celotnega sistema Zemlje. Številne biološke vrste so evolucijsko vezane na različne dinamične procese v naravi. Tak proces je na primer sukcesija po motnjah (požarih, plazovih, vulkanskih izbruhih, herbivoriji). Tisto, zaradi česar so spremembe rabe tal danes tako pomemben segment okoljskega prizadevanja, je njihova hkratnost. Zaradi prenaseljenosti in tehnološkega razvoja, ki omogoča obsežne transformacije naravnih in polnaravnih habitatov, prihaja do hkratnih sprememb v rabi praktično po celem svetu. Resda so spremembe v rabi v različnih predelih sveta različne, vendar pa je njihov vpliv lahko kumulativen. Če k spremembam rabe, ki jih zaradi omenjene hkratnosti obravnavamo kot vrsto globalnih sprememb, dodamo še podnebne spremembe, invazije tujerodnih vrst, spremembe v energetskih pretokih in biogeokemičnih ciklih, se pojavi precej relevantno vprašanje, ali bo sistem Zemlje vzdržal take hkratne pritiske oz. kakšne bodo posledice za dolgoročno vzdržnost naravnih procesov.

Razumevanje ekoloških procesov, ki spremljajo spremembe rabe tal je zato nujno za predvidevanje morebitnih posledic in tudi načrtovanje ukrepov za njihovo preprečitev ali blaženje. Razumevanje procesov v vegetaciji oz. rastlinskem pokrovu, ki je tisti prvi pretvornik sončeve energije v organsko snov in napaja praktično vse kopenske ekosisteme, je eno ključnih v tem prizadevanju. Tu pa nastopi problem zaradi neverjetne kompleksnosti v naravi, ko vplivajo biotski in abiotski segmenti okolja eden na drugega direktno ali preko pozitivnih in negativnih povratnih zank, tako da je do našega popolnega razumevanja

ekoloških procesov in mehanizmov še daleč. Težko je priti do kakršnih koli zaključkov na v znanosti najbolj regularen način t.j., da povsem teoretsko pridemo do hipotez ali teorij, ki jih potem potrjujemo v naravi. V ekoloških raziskavah so nujna poprejšnja beleženja določenih vzorcev v naravi in ob skrbnem pretehtanju le-teh ter s pravo mero balansiranja med generalizacijo in upoštevanjem detajlov pripeljati ekološko znanost do novih spoznanj.

Do nekaterih od teh spoznanj v naravi, ki se tičejo sprememb rabe tal in njihove povezave z vegetacijo, predvsem travniško, smo se želeli dokopati v pričujoči raziskavi. Obravnavali smo vegetacijo, ki je v Sloveniji izredno podvržena spremembam v rabi in ki je zaradi majhne produktivnosti še posebej ranljiva – slovenski Submediteran oz. natančneje Primorski kras. Do predvidenih ciljev nas v takšnih raziskavah lahko pripeljejo le pristopi, ki presegajo tradicionalne srednjeevropske metode proučevanja vegetacije, saj morajo vključiti temeljno vprašanje znanosti, ki ni toliko Kje, Koliko, Kaj in Kdaj, ampak predvsem Zakaj – zakaj so vzorci, opazni v naravi, takšni kot so in ne drugačni.

Namen raziskave in delovne hipoteze

V tej raziskavi smo želeli predvsem naslednje:

- (1) Odkriti, katere so najpomembnejše spremembe rabe tal v slovenskem Submediteranu, natančneje na Primorskem krasu in ovrednotiti njihov pomen za sedanje in prihodnje stanje travnišč tega slovenskega ozemlja. Predvidevamo, da največje spremembe povzroča opuščanje rabe in spontano zaraščanje travnišč, do določene mere pa tudi druge spremembe, kot so intenzifikacija kmetijske pridelave z vnosi hranil in reintrodukcija paše.
- (2) Eksperimentalno raziskati vpliv desetletje trajajočega gnojenja in opuščanja rabe na travniško združbo, njeno biotsko pestrost in vrstno ter funkcionalno sestavo. Predvidevamo, da imata oba tipa sprememb rabe značilne vplive na sestavo in pestrost vegetacije, pri čemer zaradi siromašnosti tal na obravnavanem območju predvidevamo večji učinek gnojenja oz. eutrofikacije.
- (3) S funkcionalnim pristopom odkriti vegetacijske procese, ki se predvsem tičejo rastlinskih strategij kompeticije, tolerance na stres in motnje, in pokazati na upravičenost tega pristopa pri analizi vegetacije. Predvidevamo, da obstajajo funkcionalne lastnosti oz. znaki rastlin, katerih pogostnost se v združbi zaradi sprememb rabe spremeni, s čimer nam odkrivajo določene ekološke zakonitosti.
- (4) Obširneje proučiti procese zaraščanja in poiskati skupne točke in razlike pri zaraščanju travnišč visokega in nizkega krasa. Nameravamo ovrednotiti vplive tipa zaraščanja in stadija zaraščenosti na talne parametre, diverziteto in vrstno ter funkcionalno sestavo vegetacije. Predvidevamo določene razlike v zaraščanju visokega in nizkega krasa, pa tudi razlike v sestavi vegetacije pri zaraščanju travnišč z listavci in pri zaraščanju z neavtohtonim črnim borom.

(5) Proučiti odzive posameznih rastlinskih vrst na spremenjene okoljske razmere pri zaraščanju in odkriti ekološka načela, po katerih se preoblikujejo rastlinske združbe. Predvidevamo, da imajo znaten posredni in neposredni vpliv na združbe številni dejavniki okolja, ki se ob zaraščanju spremenijo. Predvsem nameravamo ovrednotiti učinek spremenjenih talnih in svetlobnih razmer.

(6) Ovrednotiti pomen talnih semenskih bank za dinamiko vegetacije v različnih fazah sukcesije in v različnih tipih zaraščanja. S posebno metodologijo vzorčenja oceniti trajnost semenskih bank posameznih rastlinskih vrst in primerjati podobnost sestave semenskih bank in nadzemne vegetacije. Ugotoviti funkcionalne tipe talnih semenskih bank. Predvidevamo, da imajo talne semenske banke pomemben vpliv na dinamiko rastlinskih združb, posebej ob pojavu motenj, kjer je nadzemna vegetacija uničena (goloseki, požari, intenzivna paša). Takrat lahko rastlinske vrste, katerih seme je že v tleh hitro kolonizirajo novonastali prostor.

2 PREGLED OBJAV

2.1 SPREMEMBE V RABI TAL

Modifikacije površja zaradi človekovih vplivov so izrazito spremenile vlogo novonastalih ekosistemov v regionalnih in globalnih ekoloških procesih (Chapin in sod., 2002: 321). Zaradi tehnološkega napredka, političnih, ekonomskih in socioloških vzgibov ter naravnih danosti se je način rabe tal skozi stoletja in tisočletja spreminjal, včasih tudi ciklično. Za moderno dobo (od začetka 20. stoletja) pa je značilna večja intenzivnost teh sprememb in zaradi Zemlje kot globalne vasi, ugotavljamo precej podobne spremembe v rabi tal v različnih predelih planeta, ki se dogajajo bolj ali manj hkrati. Kljub temu, da se spremembe rabe tal dogajajo v nekem prostorsko omejenem območju, pa so zaradi hkratnega poteka in globalnih učinkov tip globalnih sprememb, podobno kot klimatske spremembe, večanje koncentracije toplogrednih plinov v atmosferi, invazije tujerodnih vrst, padanje biodiverzitete, spremembe biogeokemičnih ciklov, ipd.

Tri glavne oblike sprememb rabe tal poznamo, ki se razlikujejo po svojih učinkih na ekosisteme: (1) ekstenzifikacijo, (1) intenzifikacijo in (3) fragmentacijo (Chapin in sod., 2002: 321). Ekstenzifikacija je večanje površine pod človekovim vplivom ali tudi zmanjševanje energetskih vložkov na obstoječo površino. Primeri takih sprememb so npr. konverzije gozdnih površin v travniške in njivske (deforestacija), kar je danes posebej izrazito v tropskem pasu in nekaterih zmernih gozdovih, opuščanje kmetijskih površin z načrtnim (reforestacija) ali spontanim (aforestacija) vračanjem gozdne vegetacije, modifikacija rabe stepskih območij (iz naravnih travnišč v polnaravne pašnike). Intenzifikacijo pojmuje kot povečanje energetskih vložkov na površino v obliki dela, gnojil, goriva, ipd, pri čemer so učinki na ekosisteme lahko načrtni (intenzifikacija kmetijske proizvodnje) ali nenačrtni (depozicija dušika iz zraka) (Bobbink in sod., 2002). Fragmentacija je drobljenje habitatov na vedno manjše fragmente, kar ima za posledico manjši življenjski prostor in s tem večjo verjetnost izginjanja vrst. Fragmentacija je večinoma posledica urbanizacije, izsekovanja gozda, ipd.

Spremembe rabe so torej tako obsežne in dolgoročne učinka, da je temeljito poznavanje ekoloških, klimatskih, geoloških, socio-ekonomskih mehanizmov in procesov bistveno za prilagajanje človekove aktivnosti in načrtovanje primernih strategij zmanjševanja antropogenih vplivov na okolje.

Spremembe v rabi tal so zaradi kompleksne povezanosti v sistem Zemlje tudi dodatni vzrok za nekatere druge prej omenjene spremembe. Po ocenah (Intergovernmental..., 2001) prispevajo spremembe rabe kar tretjino toplogrednih plinov, ki jih posredno ali neposredno producira človek (ca. 2 Gt CO₂ iz sprememb rabe tal, ca. 6 Gt CO₂ iz gorenja fosilnih goriv in produkcije cementa). Pomembne emisije so predvsem zaradi deforestacije in konverzije v njivska zemljišča, medtem ko določene oblike sprememb rabe (npr. zaraščanje) v tem pogledu delujejo lahko tudi pozitivno. Spremembe rabe tal so tudi izredno pomembno gonilo padanja globalne biodiverzitete. Sala in sod. (2000) celo ocenjujejo, da so najpomembnejši dejavnik izginjanja vrst; po relativni moči učinka jim

sledijo spremembe klime, evtrofikacija (zlasti depozicija dušika iz zraka), invazivne vrste in porast koncentracije CO₂ v zraku. Sala in sod. (2000) navajajo tudi, da je učinek sprememb rabe posebej izrazit v tropskih gozdovih, različnih tipih travnišč (savane, travnišča zmerne pasu), mediteranskih območjih in ekosistemih celinskih voda. Podobne trende napovedujejo tudi še za naslednje stoletje.

2.1.1 Razmere v Sloveniji

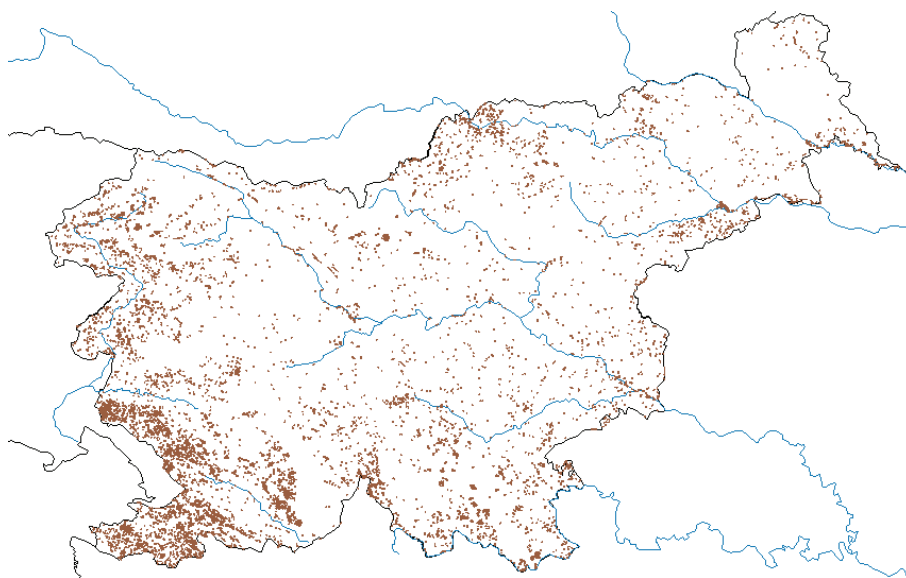
Zaradi vpetosti v globalne trende tudi Slovenija ni izjema pri obsežnih spremembah rabe tal v prostoru. Slovenija kot del razvite družbe se predvsem srečuje z zaraščanjem kmetijskih zemljišč in urbanizacijo (Petek, 2005), določen pomen za nekatere segmente okolja (npr. vodo, zrak, biodiverzitetu) pa ima še intenzifikacija kmetijskih površin (njiv, travnikov) in v zadnjem času zaradi okoljevarstvenih prizadevanj in direktiv Evropske unije tudi vnovično širjenje kmetijske rabe na že opuščena območja. Nekatere od omenjenih sprememb rabe so bile ovrednotene v smislu prostorskega načrtovanja, krajinsko-estetske funkcije (Kobler, 2001), socioekonomskih interakcij (Petek, 2005) in nekaterih segmentov okolja (npr. v zvezi s toplogrednimi plini - Kranjc in sod., 2006), primanjkuje pa bolj celovitih ekoloških analiz, ki bi zajele interakcije med posameznimi segmenti okolja.

Pri nas močno prevladujejo raziskave prostorskega in geografskega ovrednotenja sprememb rabe tal. Pri tem se uporablja različne historične vire, zemljiški kataster, letalske posnetke in satelitske podatke (npr. Petek, 2005, Kaligarič in sod., 2006; Kobler, 2001) podlagi preteklih trendov in ob upoštevanju drugih naravnih in socioekonomskih dejavnikov so bile izdelane tudi prognoze zaraščanja in drugih sprememb rabe (Petek, 2002; Kobler, 2001; Hočevar in sod., 2004). Hočevar in sod. (2004) so izdelali prostorski model zaraščanja in vanj kot pojasnjevalne dejavnike vključili nadmorsko višino, spremembo rabe od leta 1935, razdaljo do gozdnega roba in parametre intenzivnosti kmetijske rabe. Petek (2002) na podlagi zemljiškega katastra, za katerega sicer priznava, da je zaradi neažurnosti slab referenčni material, ugotavlja v zadnjih 100 letih povečanje gozda v Sloveniji iz 40 na 50% in hkrati upad deleža njiv in pašnikov. Porasel je tudi delež pozidanih površin. Med posameznimi pokrajinami Slovenije pa so razlike v teh gibanjih precejšnje, delež gozda se je predvsem povečal (in se bo še povečeval) na za kmetovanje manj ugodnih območjih, kar je v grobem zahodna polovica Slovenije (glej sliko 1). Na podlagi satelitskih in letalskih posnetkov ugotavljajo drugi raziskovalci še precej večje povečanje gozda. Hočevar in sod. (2004) za del Notranjske in Krasa poročajo o povečanju deleža gozda na račun travnatih površin iz 50,4% leta 1935 na 67,9% leta 2000; v teh letih pa se je zaraslo 35% kmetijskih zemljišč. Dejansko je opuščenih površin, kjer pa še ni drevesne in grmovne zarasti, najbrž še več, vendar se jih pri metodah daljinskega zaznavanja ne opazi (Kaligarič in sod., 2006). Model zaraščanja za italijanska kraška travnišča okolice Trsta sta izdelala Favretto in Poldini (1986). Na podlagi preteklih gibanj deleža gozda in z uporabo logistične regresije napovedujeta ca. 31 let potrebno dobo, da se travnišče, ki je sprva brez sledi zaraščanja, do popolnosti preraste z drevjem ali grmovjem.

2.1.2 Splošni vzroki sprememb v rabi tal

Temeljni vzroki za spremembe v rabi tal so v večini primerov ekonomski, vse ostalo je zgolj posledica ekonomskih vzgibov, kar pa v nekaterih primerih same spremembe v rabi tal še pospeši (npr. demografske spremembe). Strijker (2005) omenja, da so v razvitih deželah spremenjeni stroški inputov in outputov pri kmetovanju na površinah z omejeno pridelovalno zmožnostjo (POPZ) tisto osnovno gonilo sprememb v rabi tal. Skokovito naraščanje oportunitetnih stroškov za človekovo delo je ob hkratnem tehnološkem razvoju v 20. stoletju in tudi ob dani kmetijski politiki zlasti zahodnih držav povzročilo intenzifikacijo kmetijske pridelave, kjer so le naravne in družbene razmere to omogočale (dovolj globoka in rodovitna tla, klimatske razmere, relief, bližina trgov, demografske razmere) (Mottet in sod., 2006). Če je bilo nekdanje kmetovanje na marginalnih površinah še smiselno, je bilo v novih ekonomskih, tehnoloških in socioloških razmerah 20. stoletja nedonosno. Površine, ki so padle pod rob ekonomske donosnosti, so se pričele opuščati in zaraščati, saj so bili stroški za njihovo rabo enostavno preveliki oz. večji od intenzifikacije, če je bila le-ta smiselna (Pinto-Correia, 1993). Med ekonomsko nedonosne površine so padle tudi površine s strmejšim nagibom in večjo oddaljenostjo od vasi (Giupponi in sod., 2006). Če intenzifikacija ni smiselna, prihaja do preusmeritve v druge dejavnosti. Lep primer teh mehanizmov opisuje Strijker (2005), ki zaključuje, da ekološko pomembne habitate, ki so v nevarnosti pred izginotjem ali nepovratnimi spremembami, lahko v sedanji ekonomski situaciji v svetu ohrani le kmetijsko-okoljska politika s kompenzacijami za kmetovanje na marginalnih območjih. Predpogoj za to je, da se družba zave pomena dolgoročne ohranjenosti takšnih območij.

Na območjih, kjer povsem prevladujejo slabe razmere za intenzivno kmetovanje (npr. pri nas na Krasu), so spremenjenim ekonomskim razmeram sledile še demografske spremembe na podeželju (Sever, 2006), ki so opuščanje rabe in spontano zaraščanje kmetijskih zemljišč še pospešile. Kraško območje je tipičen primer take regije. Poleg tega je to pokrajino prizadela še obmejnost ter s tem povezane vojne in izseljevanja (Kladnik in Rejec-Brancelj, 1999). Na sliki 1, pridobljeni z daljinskim zaznavanjem, je vidna gostota zaraščajočih površin na tem območju. Značilno je staranje prebivalstva, saj so se mladi v želji po boljšem življenju izseljevali v mesta in manjša lokalna središča (Perpar, 2002). Proces poteka vse od začetka 20. stoletja, močno pa se je intenziviral po drugi svetovni vojni, torej vzporedno z industrializacijo. Borec in sod. (2005) ugotavljajo, da se pri nas površine opuščajo predvsem na v živinorejsko proizvodnjo usmerjenih kmetijah z ostarelim prebivalstvom, ki so po površini relativno velike, vendar tam v rabi zemljišč prevladuje gozd in (ali) pašniki.



Slika 1: Površine v zaraščanju v Sloveniji po podatkih Kmetijske rabe tal v Sloveniji (MKGP, 2003). Relativno velika gostota teh površin je vidna v JZ delu države.

Figure 1: Areas undergoing spontaneous afforestation in Slovenia according to the data of Land use in Slovenia (MKGP, 2003). Relatively high density of these areas is seen in the SW part of the country.

2.2 VEGETACIJSKI PROCESI, MEHANIZMI IN POJAVI, KI SPREMLJAJO SPREMEMBE V RABI TAL

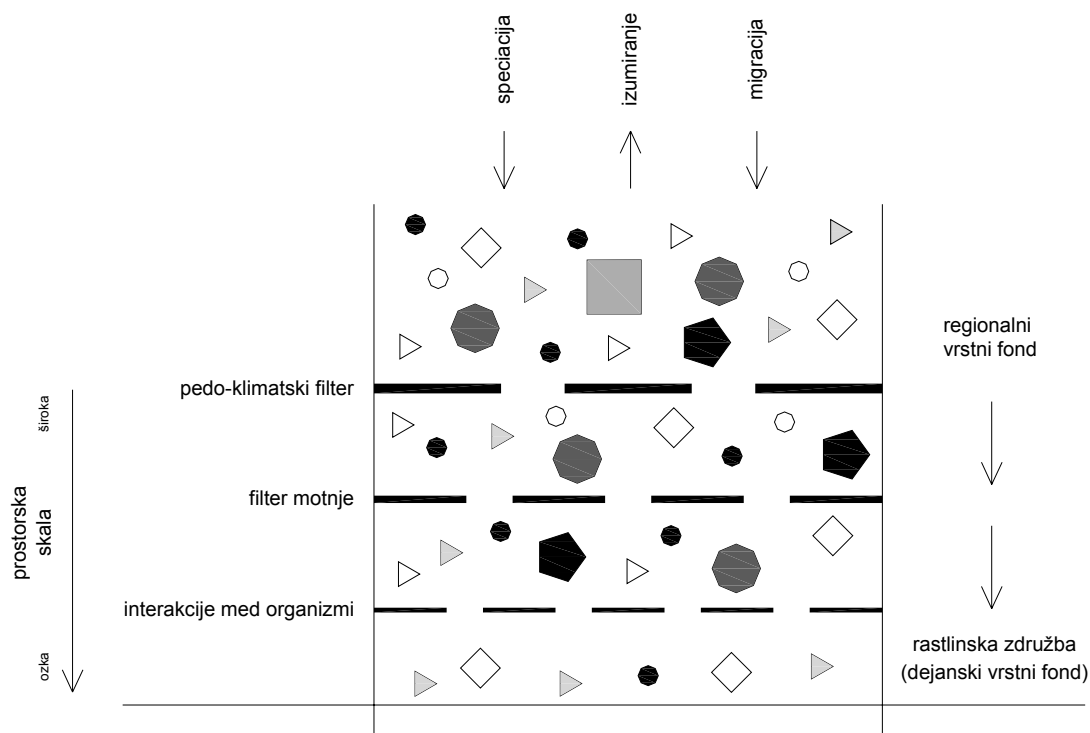
2.2.1 Oblikovanje rastlinskih združb

Da bi razumeli strukturo rastlinskih združb in tudi napovedovali njihov razvoj, je potrebno odkriti splošne zakonitosti oz. pravila, po katerih se vrste razvrstijo v združbi (Weiher in Keddy, 1995). Pri tem je pomembna tako sama sestava novonastalih združb kot tudi pogostnost oz. abundanca vsake od prisotnih vrst. Jasno je, da se v združbi lahko pojavijo le vrste, ki so na razpolago v ožji ali širši okolici. Govorimo o t.i. vrstnem fondu ali zalogi vrst (Lepš, 2001; Pärtel in sod., 1996; Zobel, 1997), ki je prvi oz. najbolj grobi okvir, znotraj katerega se razvije dejanska združba. Vrstni fond neke regije je posledica speciacije in izumiranja vrst (Eriksson, 1993) ter migracije vrst iz drugih regij (Zobel, 1997). Če je regija kot celota v svoji raznovrstnosti siromašna, ne more biti lokalna pestrost oz. pestrost združb velika (Austrheim in Eriksson, 2001; Cornwell in Grubb, 2003). Zaradi tega opazimo značilne korelacije med velikostjo vrstnega fonda in številčnostjo vrst v združbi (Akátov in sod., 2005; Zobel, 1997), čeprav je pestrost združbe seveda tudi posledica drugih dejavnikov (Herben, 2000). Krajine, močno preoblikovane zaradi antropogenih vplivov, so ponekod tako krajinsko osiromašene (zgolj slabo ohranjeni fragmenti prejšnjih habitatov), da pri današnjih vegetacijskih spremembah (različne motnje, opuščanje rabe) raziskovalci opažajo manjšo vrstno pestrost, kot pa bi jo pričakovali (Grime, 2001), saj enostavno manjka primernih vrst v regiji za novonastale habitate. Takšni habitati so potem

manj produktivni, bolj ranljivi in podvrženi vdoru tujerodnih rastlin (Grime, 2002; Hooper in sod., 2005; Kennedy in sod., 2002; Moore, 2000; Poschlod in sod., 2005). Dinamika vegetacije kot posledica sukcesije ali sprememb v rabi je tesno povezana z razpoložljivostjo rastlinskih vrst v regiji. Potek sukcesije in posledice za ekosistem so ob siromašnem vrstnem fondu lahko precej drugačne, kot če je zaloga vrst velika (Connell in Slatyer, 1977). Če npr. manjka v vrstnem fondu tistih vrst, ki v zgodnejših fazah sukcesije ugodno vplivajo na uveljavljanje karakterističnih vrst poznejših sukcesijskih faz, je lahko končna faza sukcesije drugačna in funkcioniranje ekosistema osiromašeno (Bazzaz, 1996; Grime, 1998).

Oblikovanje združb skušata razložiti dve diametralno nasprotujoči si ekološki teoriji: teorija ekoloških niš in teorija nevtralnosti. Prva predvideva delovanje različnih ekoloških filtrov (slika 2), ki iz regionalnega vrstnega fonda na podlagi ekoloških zahtev vrste in medsebojnih odnosov med vrstami izločijo tiste, ki so znotraj posamezne ekološke niše najbolj kompeticijsko uspešne. Pri tem teorija pojmuje ekološke niše kot produkte izključevanj določenih znakov vrst (angl. trade-offs), zaradi katerih je posamezna rastlina uspešna v eni funkcionalni lastnosti, slabša pa zato v ustrezni drugi, prav tako pomembni za preživetje vrste in ohranjanje velikosti njene populacije (Grime, 2001; Tilman, 2004; Weiher in sod., 1998). Tako se na primer rastlina, ki tvori obilo sekundarnih metabolitov (grenčine, strupi), dobro zaščiti pred herbivori, vendar slabše raste od tiste, ki energije ne troši za te snovi. Vsaka od obeh vrst po teoriji niše zasede svojo ekološko nišo, zato lahko obe uspevata v isti združbi hkrati: prva, ker je herbivori manj prizadenejo, druga, ker kljub motnjam zaradi herbivorov uspeva zaradi hitrejšre regeneracije. Ekološke niše rastlin lahko pojmujeemo kot strukturiranost izrabe virov. Vrste se po teoriji razlikujejo v času in prostoru izrabe virov. Npr. v isti združbi najdemo rastline z globokimi in plitvimi koreninami, ki tako izrabljajo različno prostorsko (globinsko) razporeditev hranil in vode v tleh. Grubb (1977) v svojem vplivnem članku opozarja na velik pomen razmnoževalnih niš v rastlinskem svetu, ki se tičejo razlik v fenologiji cvetenja, razlik v produkciji in razširjanju semen, razlik v zahtevah za kalitev in uspešnosti kalic glede na sezono in ekološke razmere, ipd.

Po teoriji ekološke niše na strukturiranje združbe in njeno vrstno sestavo delujeta torej simultano dve nasprotujoči si sili (Grime, 2006; Weiher in sod., 1998). Na eni strani različni ekološki filtri, od najbolj grobih, klimatskih, talnih in topografskih do finejših na lokalnem nivoju (motnja), selekcionirajo čimbolj ekološko podobne vrste in zmanjšujejo funkcionalno pestrost združbe. Dva primera: na alpskih travniščih bomo neizogibno v združbah našli le na tamkajšnje klimatske razmere prilagojene nizke vrste rastlin (zelike, pritlikavi grmički), drevesa in grmi pa bodo izločeni (Körner, 2003); na zelo aridnih območjih vzhodnega Mediterana na pašnikih močno prevladujejo enoletnice (terofiti), hemikriptofiti pa so zaradi zelo dolgega sušnega območja onemogočeni (Sternberg in sod., 2000). Na drugi strani pa je med rastlinami, ki uspejo preiti te abiotske filtre kompeticija tem močnejša čim ekološko sorodnejše so (skrajno velika je znotrajvrstna kompeticija), kar vpliva na obraten proces – izginevanje manj kompetitivnih vrst kljub njihovi ekološki primernosti za dane abiotske razmere (Fargione in sod., 2003; Weiher in sod., 1998). V združbi se tako vzpostavi nekakšno ravnotežje; kje na gradientu sorodnost-različnost se ravnotežje približno ustali pa je odvisno od združbe same in vrst, ki jih v njej najdemo.



Slika 2: Vpliv ekoloških filtrov različnih prostorskih dimenzij in interakcij med organizmi na oblikovanje rastlinskih združb iz regionalnega vrstnega fonda. (prirejeno po Zobel (1997) in Woodward in Kelly (1997)).

Figure 2: Influence of ecological filters of different spatial scales and species interactions on community assembly from the regional species-pool (adapted from Zobel (1997) and Woodward & Kelly (1997)).

Na povsem nasprotnih predpostavkah sloni še razmeroma sveža teorija nevtralnosti oz. teorija o ekološki enakovrednosti vrst, ki govori o naključnem združevanju vrst v združbe. Lahko jo imenujemo tudi teorija naključnega ekološkega zdrsa, saj ključne ideje prihajajo iz evolucijske teorije o genetskem zdrsu (Gaston in Chown, 2005). Če teorija niše že *a-priori* predpostavlja, da je združba strukturirana, da vsaka vrsta zasede določen segment v hiperprostoru ekoloških dejavnikov in da je prekrivanja med vrstami karseda malo, postavi nevtralna teorija kot svoje izhodišče naslednjo trditev: vse vrste istega trofičnega nivoja so ekološko enakovredne, kar pomeni, da je prekrivanje niš v ekološkem hiperprostoru praktično stoodstotno oz. da v združbi obstaja le en funkcionalni tip (Hubbell, 2005; Norris, 2003; Whitfield, 2002). Po tej teoriji so rastline v določeni združbi sicer morfološko, anatomsko, fiziološko, fenološko in razmnoževalno lahko zelo različne, vendar pa te razlike, ki so jedro teorije niše, niso bistvene. Ta za klasične ekologe povsem nemogoča trditev v naravi dejansko kaže določene potrditve (Hubbell, 2001 cit. po Maurer in McGill, 2004; Bell, 2003 cit. po Maurer in McGill, 2004), vendar kot poudarjata Harpole in Tilman (2006) vzorci v naravi, ki ustrezajo tej teoriji še ne pomenijo, da teorija pojasnjuje tudi mehanizme, zaradi katerih ti vzorci nastajajo. Pristaši nevtralnosti odgovarjajo enako: tudi številne raziskave, ki kažejo funkcionalno diferenciranost rastlinskih vrst in nenaključne procese oblikovanja združb (glej Diaz in Cabido (2001), Harpole in Tilman (2006), Lavorel in sod. (1997) za številno literaturo) mnogokrat ne

znajo mehanistično pojasniti teh vzorcev. Nevtralna teorija je nastala kot posledica dejstva, da teorija ekološke niše v določenih segmentih ne pojasnjuje vzorcev v naravi dovolj dobro oz. se napovedi modela niše mnogokrat ne skladajo z realnim stanjem (Hubbell, 2005). Že dolgo (od Darwina dalje) namreč ekologe muči, da s teorijo ekoloških niš ne uspejo pojasniti velike pestrosti vrst v združbah, posebej ne pestrosti rastlin. Kot poudarjajo Barot (2004), Grubb (1977), Lavorel in Garnier (2001) ter Silvertown (2004) je velika pestrost živali še nekako pojasnljiva zaradi mnogoterih, posebej prehranjevalnih odnosov v živalskem svetu, pestrost rastlin pa je težje razumljiva zaradi dejstva, da so temeljne zahteve vseh rastlin za uspevanje praktično enake (svetloba, hranila v tleh, vlaga, ...). Prav zaradi te funkcionalne sorodnosti rastlin, kar bi po teoriji niše hitro vodilo v prevlado ene ali nekaj kompeticijsko najmočnejših vrst (do česar očitno ne pride), se je pojavila domneva o njihovi enakovrednosti v rastlinskih združbah.

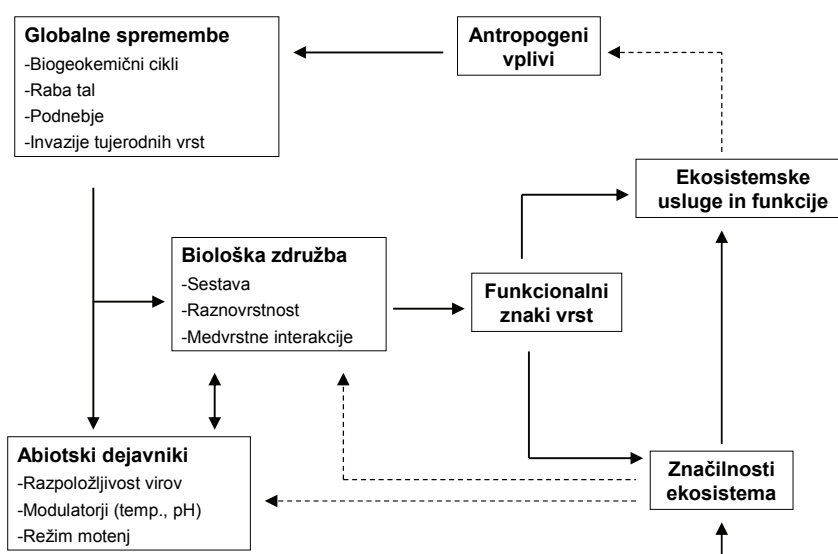
Med obema teorijama je v osnovi razlika v vprašanju ali je oblikovanje združb in uveljavljanje rastlinskih vrst v njih splošen, ponovljiv in predvidljiv proces ali pa je v veliki meri naključen. Zaradi prednosti in pomanjkljivosti tako ene kot druge teorije so se pojavili poskusi združevanja (Chase, 2005; Tilman, 2004), ki jemljejo funkcionalne razlike med rastlinami za bolj ali manj grobi okvir, po katerem se združbe oblikujejo, dejanska sestava in pogostnost vrst pa naj bi bila stohastičen, t.j. v veliki meri naključen proces. Weiher in Keddy (1995) raje kot o funkcionalni enakovrednosti vrst govorita o ničelnem modelu oz. ničelni hipotezi, s katerim se primerja dejanske vzorce v naravi. Navajata številne raziskave, v katerih se kažejo nenaključni vzorci v pojavljanju vrst in v pojavljanju pomembnih funkcionalnih lastnosti. V svojem nedavnem prispevku Gotelli in McGill (2006) ugotavljata, da je razlika med nevtralnimi in ničelnimi modeli vsebinska in da je ločevanje med pojmom smiselno. Trdita, da je ničelni model zgolj statistična predpostavka, medtem ko ima nevtralni model dejanski vsebinski pomen, saj pojasnjuje konkretni mehanizem v naravi. Stvari na področju ekologije združb zaradi skrajno kompleksne problematike torej še zdaleč niso razrešene, zato ni čudno, da ekosistemski ekologi raven združb, čeprav največkrat neupravičeno, radi kar preskočijo (Hubbell, 2005).

2.2.2 Rastlinski funkcionalni tipi in funkcionalni znaki

Intenzivni in obsežni človekovi vplivi na okolje zahtevajo tudi od ekologije določeno napovedovalno sposobnost, za kar je nujno poznavanje nekaterih mehanizmov, po katerih različne oblike okoljskih sprememb učinkujejo na ekosistemske procese. Globalne (in lokalne) spremembe, kot so spremembe klime, rabe tal, invazije tujerodnih vrst ali spremembe v geokemičnih ciklih, neizogibno povzročajo spremenjeno sestavo združb, drugačno dominanco vrst v njih ter drugačne tipe in intenzivnost biotskih interakcij (Chapin in sod., 2000). V spremenjenih razmerah nekatere vrste izginjajo, druge se razširijo in ekologe zanima, kakšne te vrste so in tudi kakšne bodo posledice spremenjene sestave združb. Predvideva se, da so biološke lastnosti oz. znaki teh vrst tisti, ki odločilno vplivajo na njihovo uspešnost v združbi, zato govorimo o funkcionalnih znakih. Ker je vrst preveč, da bi lahko modelirali odziv in učinek vsake od njih, se je uveljavil t.i. koncept funkcionalnih tipov. Gre za skupino vrst, katere imajo pomembne funkcionalne znake skupne, kar pomeni, da se podobno odzivajo na okoljske razmere (Gitay in Noble, 1997) in imajo tudi podobne učinke na sam ekosistem (Lavorel in Garnier, 2002). Omenjeni

koncept tako omogoča odkrivanje ekoloških mehanizmov in napovedovanje ob hkratni poenostavitvi velike pestrosti živega. Poenostavitev v ekologiji ne gre jemati kot načrtno brisanje podatkov, ki si jih ne želimo, pač pa je določena mera generalizacije nujno potrebna, da se v velikem šumu, ki ga povzroča pestrost življenja, izlušči določene zakonitosti. Nujno je bilo zato preseči dotlej uveljavljeni filogenetski pristop (v vegetacijski znanosti floristični oz. fitocenološki) (Ewald, 2003a), saj je taksonomski položaj neke vrste precej irelevanten za ekološko vlogo te vrste v naravi. Konvergence v evoluciji so namreč povzročile, da so se določeni funkcionalni znaki razvili v evoluciji večkrat in sicer pri filogenetsko zelo različnih vrstah.

Čeprav okoljske razmere oz. ekološki filtri izdvojijo le manjši del funkcionalno primernih vrst iz celotne zaloge vrst nekega območja (glej poglavje 2.2.1), pa je za stabilnost združbe in njeno produktivnost pomembna tudi dovolj velika funkcionalna pestrost združbe, saj je s pestrostjo funkcij povečana komplementarnost izrabe virov (Diaz in Cabido, 2001). Funkcionalni pristop se torej uporablja za dva navidez nasprotujoča si cilja: iskati konvergence v funkcionalnih znakih v združbi, torej iskati prevladujoče funkcionalne tipe oz. strategije, ki so v določenih razmerah najuspešnejši, in na drugi strani v teh istih združbah iskati funkcionalno pestrost oz. divergenco znakov (Grime, 2006).



Slika 3: Funkcionalni znaki vrst kot pomemben člen v mehanizmu, kjer človekova aktivnost povzroča različne spremembe v živem in neživem segmentu okolja, kar vodi do sprememb v funkcioniranju ekosistemov.

Figure 3: Functional species traits are important link in the mechanism, where human activities cause changes in biotic and abiotic segment of the environment. These changes eventually lead to the changes in functioning of the ecosystems.

V zadnjih letih so funkcionalni pristopi pri analizi vegetacijskih vzorcev zelo uporabljani, posebej v zvezi z antropogenimi vplivi na vegetacijo, ko se skuša priti do določenih splošnih mehanizmov in modelov. Rastlinske funkcionalne tipe se uporablja tako v teoretskih kot tudi v aplikativnih študijah učinkov klimatskih sprememb (Diaz in sod., 1999b; Fonseca in sod., 2000; Woodward in Cramer, 1996), posledic padanja

biodiverzitete in vplivov na funkcioniranje ekosistemov (Diaz in sod., 1999a; Diaz in Cabido, 2001; Loreau in sod., 2001) in v študijah sprememb v rabi tal ter različnih oblik in intenzivnosti motenj (Garnier in sod., 2006; Kleyer, 1999; Lavorel in sod., 1997; Lavorel in sod., 1998; Louault in sod., 2005; McIntyre in sod., 1995; McIntyre in sod., 1999b; McIntyre in sod., 1999a; Pausas in Lavorel, 2003; Vandvik in Birks, 2002). V zvezi s proučevanjem učinkov motenj so relativno pogoste funkcionalne analize pri raziskavah učinkov paše (Boer in Smith, 2003; Bullock in sod., 2001; Diaz in sod., 2001; Diaz in sod., 2007; Landsberg in sod., 1999) in požarov (Boer in Smith, 2003; Pausas, 1999; Pausas, 2006), uporabljajo pa se tudi pri ovrednotenju različnih oblik upravljanja ogroženih habitatov ter njihove obnove (Gondard in sod., 2003; Hadar in sod., 1999; Kahmen in Poschlod, 2004; Moog in sod., 2005; Pywell in sod., 2003). Weiher in sod. (1999) navajajo še številne druge uporabe funkcionalne klasifikacije rastlin: globalni modeli vegetacije (Box, 1996; Wright in sod., 2004; Wright in sod., 2005), krajinski modeli (Fraterrigo in sod., 2006; Pausas, 2003), povezave z oblikovanjem rastlinskih združb (Weiher in sod., 1998), evolucijska vprašanja, dinamika metapopulacij, fiziološke povezave s funkcijami, itd. Mnogo pogostejše so raziskave na zeliščni vegetaciji, medtem ko so funkcionalne analize v gozdovih in grmiščih zaradi počasnejšega odziva vegetacije manj pogoste (Gitay in sod., 1999; Verheyen in sod., 2003).

2.2.2.1 Pomembnejše funkcionalne klasifikacije rastlin

Ena najstarejših funkcionalnih klasifikacij rastlin so življenjske oblike (Raunkiaer, 1934), ki so enostavno določljive, vendar zelo ekološko relevantne. Velika večina okolij na Zemlji je določen del leta podvržena neugodnim razmeram za rast rastlin. Največkrat gre za mraz (zmerna in borealna območja) ali sušo (mediteranska, subtropska in tropska območja), včasih tudi za kombinacijo obeh hkrati (kontinentalna območja v zmernem pasu) ali v ločenih delih leta (mediteranska območja z ostrejšimi zimami). Da bi rastlinske vrste preživele neugodno obdobje (kot osebki ali preko potomcev), so se glede na ekološke razmere na dotičnem območju (intenziteta in trajanje neugodnih razmer, dolžina vegetacijske dobe, drugi dejavniki rasti) v toku evolucije razvile v oblike, s katerimi se zaščitijo vitalni rastni deli rastlin oz. potomci, kar omogoča regeneracijo populacije po koncu neugodnih razmer (Dierschke, 1994). Celotno rastlinstvo sveta (ca. 250.000 vrst) je glede na življenjske oblike tako možno uvrstiti v zgolj šest osnovnih (Raunkiaerjevih) oblik, kar je neverjetno majhno število (Raunkiaer, 1934):

- fanerofiti - drevesa, grmi, brsti visoko nad tlemi,
- hamefiti - pritlikavi grmički, brsti nizko nad tlemi, zaščiteni s snegom,
- hemikriptofiti - regeneracija iz prizemnih brstov,
- geofiti - vrste, ki se regenerirajo iz podzemnih organov,
- terofiti - enoletnice, ki preživijo kot seme ali trosi,
- hidrofiti - brsti pod vodo.

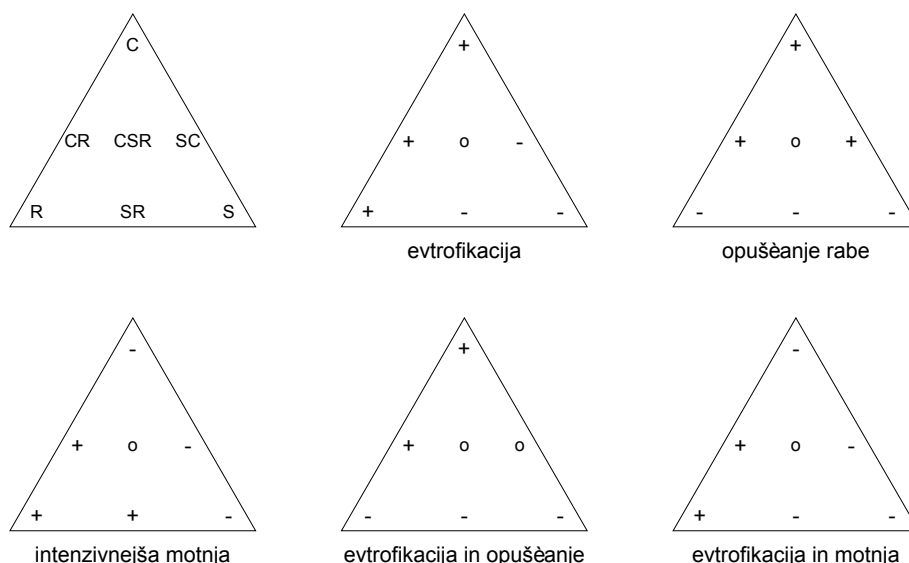
Celotni biomi Zemlje so tako dokaj uspešno pojasnjeni z omenjenimi življenjskimi oblikami, zato so le-te tudi pogost parameter pri globalnih ekoloških modelih (npr. klimatski modeli). Za savanska in stepska območja, ki so podvržena sezonski suši, požarom in stalnim motnjam zaradi herbivorov so npr. predvsem značilni hemikriptofiti in

geofiti (zelnate trajnice), torej obliki, ki omogočata eksplozivno rast po nastopu ugodnih razmer. Kjer so motnje manj izrazite in vegetacijsko obdobje dovolj dolgo, so uspešnejši fanerofiti (drevesa in grmi), v mrzlih borealnih in gorskih območjih s kratko rastno dobo pa na veter in sneg odporni pritlikavi grmički oz. hamefiti.

Britanski ekolog P.J. Grime (1974, 1977, 2001) je na podlagi obsežnih opazovanj in poskusov iz primerjalne ekologije rastlin predlagal posplošitev vseh zunanjih dejavnikov, ki vplivajo na uspevanje rastlin na dve skupini teh dejavnikov: na tiste, ki omejujejo produkcijo biomase oz. na stres (npr. pomanjkanje hranil, svetlobe, vode, mraz) ter na tiste, ki že izgrajeno biomaso deloma ali v celoti uničujejo, čemur pravimo motnja (herbivori, ogenj, košnja, veter, idr.). Intenzivnost stresa in motnje določata tri temeljne funkcionalne tipe rastlin oz. kot jih pojmuje Grime, tri primarne rastlinske strategije. V razmerah intenzivnega stresa in neznatnih motenj je prevladujoča strategija toleranca na stres (S), pri intenzivnih motnjah in manj izrazitem stresu ruderalna strategija (R), v produktivnih okoljih, kjer tudi ni izrazitejših motenj pa je najuspešnejša strategija povečane kompeticije (C). Teorija ne predvideva četrte možnosti, t.j. evolucijskega razvoja rastlin, ki bi uspevale hkrati pri intenzivnih motnjah in razmerah majhne produktivnosti okolja, saj so tam omejitveni dejavniki preveč strogi, da bi dovoljevali hitro obnovo biomase po stalnih in intenzivnih motnjah. Omenjeni model treh CSR rastlinskih strategij je možno prikazati v obliki trikotnika, kjer so primarne strategije C, S in R v ogliščih, med njimi pa so možne številne kombinacije treh primarnih strategij. Primarne strategije J.P. Grime-a so bile kasneje kritizirane z več vidikov. Nekateri ekolozi, npr. Grubba (1992) je motilo posploševanje dejavnikov stresa, ki se lahko kažejo v zelo različnih oblikah (pomanjkanje vode, hranil, svetlobe, ...) in odzivi na omenjene stresorje naj bi bili fiziološko in fiziognomsko dokaj različni. Posebej kritiziran je bil vidik CSR modela, ki se tiče kompeticije, ki je v Grimeovem smislu pojmovana le kot kompeticija za vire, ne pa za npr. opraševalce ali raznašalce semen. Znanе so tudi polemike s Tilmanom (1988, 1982) v zvezi s pomenom kompeticije v produktivnih in neproduktivnih okoljih (za več glej poglavje 2.2.7).

Predlagana identifikacija CSR strategij temelji na obširnih primerjalnih študijah množice funkcionalnih znakov na mnogih rastlinskih vrstah (Grime in sod., 1988; Grime in sod., 1997b), v katerih se kaže, da se veliko znakov pojavlja vezano. Tako je možno že na podlagi peščice pomembnih funkcionalnih znakov, ki se tičejo zlasti prisvajanja ekoloških virov, značilnosti rasti, razmnoževanja in trpežnosti, določiti položaj posamezne vrste v CSR modelu oz. oceniti njeno ekološko vlogo v združbi in ekosistemu. Metoda ugotavljanja omenjenih strategij je bila tudi formalizirana in standardizirana (Hodgson in sod., 1999).

Na podlagi klasifikacije rastlinskih vrst glede na CSR model, je možno na podlagi vegetacijskih vzorcev oz. popisov izdelati nekakšne funkcionalne oznake celotnih združb in nato le-te primerjati v gradientu ekoloških faktorjev (Hunt in sod., 2004). Na ta način CSR strategije pojasnjujejo določene mehanizme, ki vodijo razvoj vegetacije, in kažejo na učinke za sam ekosistem npr. pri spremembah klimatskih razmer, spremembah rabe tal ali pri sukcesiji (Caccianiga in sod., 2006; Hodgson in sod., 2005; Lepš in Štursa, 1989). Nekateri funkcionalne premike v prevladujočih strategijah pri spremembi rabe tal kaže slika 4.



Slika 4: CSR trikotnik rastlinskih strategij po Grime-u in predvideni funkcionalni premiki v CSR strategijah pri različnih tipih sprememb v rabi tal. (+) pomeni povečanje deleža, (-) zmanjšanje, (o) pa nespremenjen delež v sestoji (Hodgson in sod., 1991, cit. po Grime, 2001: 222).

Figure 4: CSR triangle of plant strategies according to Grime and predicted functional shifts in CSR strategies due to different changes in land use. (+) denotes increase, (-) decrease, and (o) stasis of functional type in the stand (Hodgson et al., 1991, cit. after Grime, 2001: 222).

Za rastlinske osebke v juvenilni fazi oz. fazi razmnoževanja večinoma veljajo precej drugačne strategije, ki so često popolnoma nepovezane s tistimi v zreli fazi (Cornelissen in sod., 2003a; Grime in sod., 1997b). Grime in sod. (1997a) ter Grime (2001) navajajo pet pomembnih razmnoževalnih strategij rastlin, ki se med seboj bolj ali manj izključujejo in ki so povezane z določenimi značilnostmi habitata, v katerem se pojavljajo. Gre za naslednje strategije:

- Vegetativno razmnoževanje (V) – zelo zanesljivo zaradi dolge povezanosti med materinsko rastlino in vegetativnimi poganjki, uspešno v okoljih, kjer motnje niso preveč intenzivne
- Sezonska regeneracija (S) – v okoljih, kjer so motnje in stresne razmere predvidljive, sezonske (npr. paša, suša poleti, zima, ...)
- Trajna semenska banka (B_S) – semena in spore preživijo tudi več let v tleh in čakajo na motnje, strategija uspešna v okoljih, kjer so motnje nenapovedljive, naključne (požari, vetrolomi, ...)
- Široka disperzija (W) – produkcija velikega števila anemohornih semen ali trosov, kar je uspešno v okoljih, ki so podvržena naključnim motnjam in okoljih, kjer so primerni habitati daleč vsaksebi
- Trajne kalice in mladike (B_{SD}) – rastline v juvenilni fazi v čakajo na nastop ugodnih razmer, učinkovito npr. v gozdovih, ko propadajo posamezna drevesa ali manjše zaplate

V želji dopolniti CSR model je Westoby (1998) predlagal shemo, po kateri je možno rastlinske vrste opredeliti na podlagi zgolj treh funkcionalnih znakov: specifične listne površine (SLA), mase semen in višine rastlin. Upošteval je, da so omenjeni trije znaki povezani z drugimi funkcijami rastlin (Grime in sod., 1997b) in tako dovolj dobro pojasnjujejo funkcionalno pestrost v rastlinskem svetu. SLA, kot parameter, ki je koreliran s fotosintezno učinkovitostjo in relativno rastjo (Poorter in Evans, 1998; Wright in sod., 2005) naj bi kazala na produktivnost in učinkovitost izrabe virov, masa semen je vzeta kot pokazatelj disperzivne sposobnosti vrste in osvajanja novih habitatov (kolonizacijska sposobnost), višina rastlin pa kot znak kompetitivne sposobnosti. Kljub kritikam s strani nekaterih ekologov (Grime, 2001: 23), da je shema Westobyja (1998) preveč poenostavljena in da so izbrani znaki v nekaterih habitatih lahko nekonsistentni, se v nekaterih študijah kažejo določene napovedovalne zmožnosti tega modela (Moog in sod., 2005). Vsekakor je CSR model Grime-a (1977) bolj sofisticiran, posebej ker ni zgolj izveden iz korelacij med znaki, ampak mehanistično pojasnjuje vlogo stresa in motenj pri oblikovanju in funkcioniranju rastlinskih združb.

2.2.2.2 Izbira znakov

Izbira ustreznih funkcionalnih znakov je ključna faza pri funkcionalni obravnavi vegetacijskih podatkov (Pillar, 1999). Le dovolj skrbno izbrani znaki, ki so dejansko odzivni za določene okoljske spremembe, lahko služijo za odkrivanje ekoloških mehanizmov in procesov, ki vodijo dinamiko vegetacije in vplivajo na ekosistemsko delovanje. Weiher in sod. (1999) so sestavili seznam po njihovem mnenju najpomembnejših funkcionalnih znakov, ki se nanašajo na disperzijo rastlin, sposobnost uveljavitve v združbi in trpežnost v združbi. Gre za naslednje znake: masa in oblika semen, tip širjenja semen, vegetativno razmnoževanje, vsebnost suhe snovi v listih in specifična listna površina, višina rastlin, nadzemna biomasa, življenjska doba, čas cvetenja, sposobnost odganjanja po motnji in gostota stebel. Seznam se je kasneje izkazal kot preveč poenostavljen, da bi zajel vso pestrost funkcij in oblik v rastlinskem svetu, zato se je uveljavilo mnenje, da naj bi bila izbira znakov stvar vsakokratnega cilja raziskave. Funkcionalna raziskava odziva vegetacije na klimatske spremembe na globalni ravni bi tako zajemala drugačen nabor znakov od raziskav npr. vplivov troposferskega ozona ali onesnaženosti tal s težkimi kovinami, saj so funkcije rastlin, ki so udeležene pri teh tako različnih vplivih na rastlinsko uspevanje, zelo različne.

Velika pestrost rastlin omejuje obsežne obdelave, ki bi zajele kvalitetne, s funkcijo neposredno povezane znake (t.i. težke znake), zato se ekologi v tem, še vedno pionirskem obdobju funkcionalnega pristopa raje poslužujejo lažje merljivih znakov (lahki znaki), ki so bolj ali manj v korelaciji s težje merljivimi znaki in služijo kot surogati (Weiher in sod., 1999). Začele so se graditi različne nacionalne in kontinentalne baze podatkov o funkcionalnih znakih rastlin (Klotz in sod., 2002; Knevel in sod., 2003; Poschlod in sod., 2003), k čemur je precej pripomogla poprejšnja standardizacija metod merjenja in ugotavljanja znakov (Cornelissen in sod., 2003b; Garnier in sod., 2001).

Preglednica 1: Nekatere funkcije rastlin pomembne za njihovo uspešnost v združbi ter pripadajoči lažje in težje določljivi funkcionalni znaki (Weiher in sod., 1999; Wright in sod., 2005).

Table 1: Some important plant functions and corresponding easy and hard functional traits (Weiher in sod., 1999; Wright in sod., 2005).

Funkcija	Težji znaki	Lahki znaki (surogati)
Razširjanje v prostoru	Domet semen	Masa semen, način razširjanja
Razširjanje v času	Trajnost semenskih bank	Masa semen, oblika semen
Rast v juvenilni fazi	Relativna rast	Masa semen, specifična listna površina (SLA), vsebnost suhe snovi v listih (LDMC)
Produkcija semen	Plodnost (število potomcev)	Masa semen, nadzemna biomasa
Kompetitivnost	Odziv in učinek na sosednje vrste	Nadzemna biomasa, višina rastlin
Plastičnost (prilagodljivost)	Reakcijska norma	SLA, LDMC
Trdoživost	Življenjska doba osebk	Življenjska doba vrste, habitus
Kolonizacijska sposobnost	Hitrost vegetativnega razširjanja	Sposobnost vegetativnega razširjanja, oblika širjenja
Odziv na motnje	Zmožnost regeneracije, užitnost za herbivore	obdobje cvetenja, življenjska doba, SLA, LDMC, delež N v listih
Odziv na stres	Fenologija, vsebnost zaščitnih snovi	SLA, LDMC, obdobje cvetenja

Preglednica 2: V dozdajšnjih raziskavah najpogosteje izbrani funkcionalni znaki glede na proučevan okoljski dejavnik.

Table 2: Plant functional traits most frequently investigated in some existing ecological studies with regard to the environmental factor.

Dejavnik	Izbrani znaki	Raziskave
Motnja na splošno	Habitus, višina rastlin, tip vegetativnega razmnoževanja, življenjska doba, masa semen, način širjenja, dormanca semen, čas cvetenja	(Kleyer, 1999; Lavorel in sod., 1998; McIntyre in sod., 1995; McIntyre in sod., 1999b; McIntyre in Lavorel, 2001)
Razpoložljivost virov, zlasti hranil v tleh	Produkcija semena, trajnost semenskih bank, olistanost stebila, anatomija listov, SLA, LDMC, delež N in P v listih	(Al Haj Khaled in sod., 2005; Duru in sod., 2004; Fonseca in sod., 2000; Garnier in sod., 2006; Kleyer, 1999)
Paša	Poleg splošnih znakov za motnje še trnatost, dlakavost, strupenost, potencial za obnovo tkiva, užitnost, trgljivost	(Boer in Smith, 2003; Diaz in sod., 2007; Hadar in sod., 1999; Landsberg in sod., 1999)
Sukcesija	Življenjska oblika, kompetitivnost, višina rastlin, habitus, razmnoževalne strategije, razmerje med nadzemnim in podzemnim delom, SLA, LDMC, čas in dolžina cvetenja	(Louault in sod., 2005; Peco in sod., 2005; Vandvik in Birks, 2002)
Klimatski gradienti oz. spremembe klime	Anatomija listov, LDMC, fotosintezni tip, SLA, dolgoživost listov, zadrževanje biomase, fotosintezna učinkovitost izrabe dušika, razmerje N:P v listih	(De Bello in sod., 2005; Diaz in sod., 1999b; Thuiller in sod., 2004; Wright in sod., 2005)
Požari	Trajnost semenskih bank, sposobnost regeneracije iz podzemnih organov, življenjska oblika, življenjska doba, dormanca semen in trajnost semenskih bank, gorljivost organov, LDMC, hitrost dekompozicije opada	(Boer in Smith, 2003; Pausas, 1999; Pausas, 2006)

2.2.2.3 Identifikacija funkcionalnih tipov

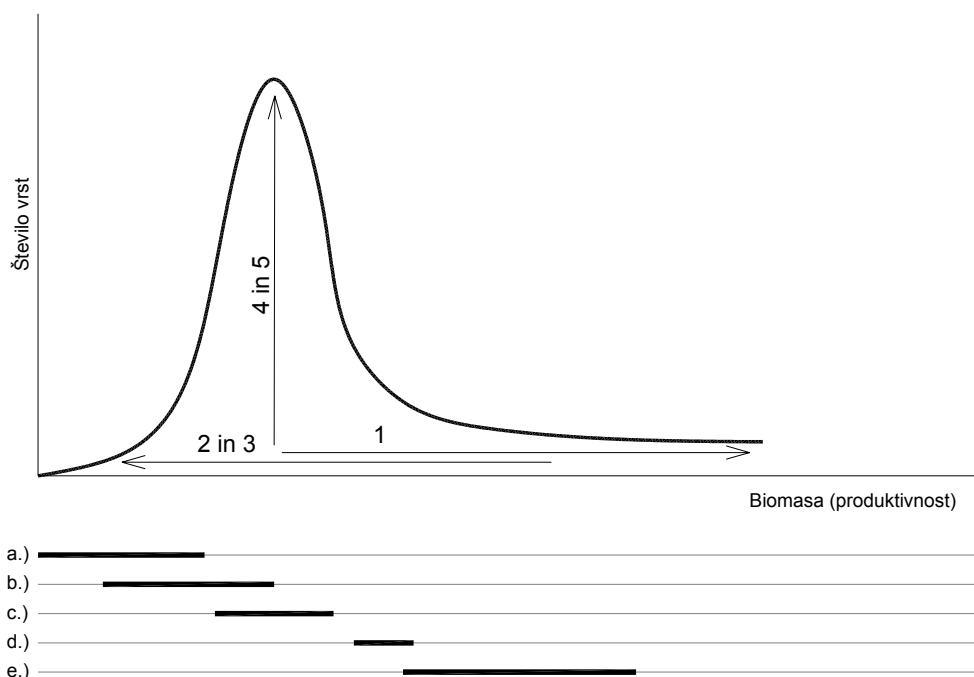
Funkcionalne tipe pojmujeemo lahko kot skupine rastlin s skupnimi znaki, pomembnimi za preživetje vrste. Pri identifikaciji na podlagi izbranih funkcionalnih znakov iščemo t.i. sindrome oz. povezano pojavljajoče se funkcionalne znake. Univerzalne funkcionalne klasifikacije vrst, kakršna npr. obstaja v filogeniji ni, saj gre v naravi prej kot za diskretne skupine za kontinuirane prehode. Identificirani funkcionalni tipi, čeprav relevantni za razumevanje ekoloških dejstev, so tako neobhodno arbitratne skupine, določene na podlagi namena raziskave, obsega (lokalne študije vs. globalne) in proučevanega okoljskega dejavnika (Diaz in Cabido, 2001). Gitay in Noble (1997) navajata tri metode identifikacije:

- *A-priori* oz. subjektivna identifikacija– na podlagi ekspertnega znanja vnaprej določimo tipe, za katere iščemo potrditve v okoljski gradientih (Halassy in sod., 2005; Landsberg in sod., 1999)
- Deduktivna identifikacija – izbiranje znakov od bolj proti manj relevantnim (Walker, 1997)

- Numerično ugotovljeni tipi – na podlagi večjega števila podatkov o vrstah z metodami multivariatne statistike ugotovimo podobne vrste (Boutin in Keddy, 1993; Louault in sod., 2005; McIntyre in Lavorel, 2001; Westoby in Leishman, 1997).

2.2.3 Vrstna pestrost rastlinskih združb

Vrstna pestrost združbe je skupno število rastlinskih vrst v tej združbi. Lahko jo pojmuje kot kršenje Gausejevega načela o kompetitivnem izključevanju, saj bi pestrost brez določenih pritiskov (stres, motnja) v dovolj homogenem okolju slej ko prej upadla na eno ali kvečjemu nekaj vrst (Grubb, 1977; Grime, 2001: 257). Dokaz za to so nekateri naravni vrstno siromašni sestoji v fertilnih in razmeroma nemotenih habitatih (npr. trstičja, rogozja, visoka šašja). Vrstna pestrost oz. številčnost je pogojena s številnimi biotskimi in abiotskimi faktorji, katerih pomen pa zopet variira glede na tip vegetacije oz. okoljske razmere. Grime (2001: 293) je izdelal enoten model, v katerem je povezal produktivnost habitata in vrstno pestrost, in vanj vpletel dejavnike, ki bodisi povečujejo bodisi zmanjšujejo produktivnost in vrstno pestrost (glej sliko 5). Zaradi oblike krivulje je model poznan kot model grbe (angl. humped-back model). Ta model je teoretsko povezan z CSR modelom istega avtorja (Grime, 1974, 1977, 2001), po katerem ni mogoč obstoj vrst, ki bi uspevale v razmerah visokega stresa in hkratnih intenzivnih motenj; od tod asimptotična oblika krivulje na sliki 5. Omenjeni model grbe se naslanja še na hipotezo o srednjih motnjah in hipotezo o kompetitivnem izključevanju vrst. Posebej je potrebno opozoriti, da model grbe ne določa, da je vrstna pestrost posledica produktivnosti habitata, pač pa sta oboji rezultat petih osnovnih procesov, ki delujejo na rastlinsko združbo. Motnja in stres pestrost do določene mere povečujeta, pri skrajnih vrednostih pa pestrost zaradi obeh učinkov zopet pade. Kompeticijsko izključevanje vrstno pestrost zmeraj znižuje. Na povečevanje vpliva dvoje: pestrost vrstnega fonda (bogatejši vrstni fond v okolici in v regiji - večje potencialno število vrst v združbi) in heterogenost okolja oz. s tem povezana strukturiranost ekoloških niš. Slednje povečuje pestrost tem bolj ko je (mikro)okolje heterogeno in diferencirano v prostoru in času (npr. različne globine tal na kraških tleh ali fenološke razlike v razvoju vrst). Potreba po diferenciaciji niš je zmanjšana v stresnih okoljih in motenih habitatih, tam so rastline funkcionalno sorodnejše (Franzen in Eriksson, 2001). Največja pestrost združbe je torej dosežena pri srednje intenzivnih motnjah v ne preveč fertilnem okolju, ki je dovolj heterogeno in kjer je regionalna flora dovolj bogata (velika zaloga vrst). V Evropi so takšni habitatni npr. ekstenzivna, negnojena travnišča na siromašnih tleh, kjer ponekod uspeva tudi do 60 rastlinskih vrst na m^2 , v splošnem pa nad 30 vrst na m^2 (Franzen in Eriksson, 2001). Omenjeni model grbe je bil potrjen že v številnih študijah (glej Pausas in Austin (2001), Grime, 2001: 262 za literaturo), kjer pa se kaže, da je vrh krivulje precej pomaknjen v smeri bolj stresnih oz. motenih habitatov. To pomeni, da je vpliv kompeticije relativno močan na dokaj širokem gradientu stresa in motenj. Dokaj zanesljivo velja omenjeni model tudi na regionalnih skalah (Cornwell in Grubb, 2003).



Slika 5: Vpliv petih procesov na vrstno pestrost rastlinske združbe: (1) kompetitivno izključevanje, (2) stres, (3) motnje; (4) heterogenost habitata in (5) bogastvo vrstnega fonda. Vodoravne linije prikazujejo območje nekaterih tipov zeliščne vegetacije v spektru teh petih procesov – a.) vegetacija skalovja, poti, melišč, b.) vegetacija ustaljenega grušča, skalnati pašniki, idr., c.) suha ali vlažna slabo produktivna travnišča, d.) gnojeni travniki in pašniki, e.) opuščeni travniki in pašniki na hranljivih tleh (prirejeno po Grime, 2001: 293).

Figure 5: Five processes which influence species richness of a plant community: (1) competitive exclusion, (2) stress, (3) disturbances, (4) habitat heterogeneity and (5) richness of the species pool. The horizontal lines describe the range of some herbaceous vegetation types with regard to these processes – a.) rock outcrops, paths, screes, b.) grazed stony pastures, etc., c.) infertile grasslands, d.) fertilized grasslands, e.) derelict fertile grasslands (adapted from Grime, 2001: 293).

Na krajših gradientih, ki ne upoštevajo skrajnih vrednosti oz. celotnega razpona, se v številnih raziskavah kažejo približno linearne odvisnosti med dostopnostjo virov oz. nekim ekološkim dejavnikom ter vrstno pestrostjo. Henkin in sod. (2006) tako ugotavljajo povečevanje vrstne pestrosti pri dodajanju fosforja v izrazito stresnih razmerah vzhodnega Mediterana. Dodajanje fosforja je predvsem povečalo število metuljnic, omilitev stresa pa je pozitivno vplivalo na število vrst v ruši nasploh. Število vrst na gradientu pH tal so na podlagi obsežne zbirke vegetacijskih popisov proučevali Chytry in sod. (2003) in ugotovili različne zveze za različne vegetacijske tipe. V gozdovih in na suhih travniščih je korelacija pozitivna, v visokih šašjih, trstičjih in plevelni vegetaciji negativna, za močvirja pa so ugotovili unimodalno zvezo. Ugotavljajo precej večje število kalcikolnih vrst v primerjavi s kalcifobnimi, kar naj bi bila posledica historičnih in evolucijskih dogodkov (Bruun in sod., 2001; Ewald, 2003b).

2.2.3.1 Biodiverziteta in produktivnost ekosistema

Eno osrednjih vprašanj v ekologiji danes je povezava med pestrostjo in funkcioniranjem ekosistema oz. njegovo produktivnostjo. Dejstvo je, da smo zaradi antropogenih vplivov priča hitremu izumiranju vrst (Diaz in Cabido, 2001; Grime, 2002), ki je bodisi lokalno bodisi globalno. Zastavlja se vprašanje, kaj to izumiranje pomeni za ekosistemске funkcije, kot so kroženje snovi, zagotavljanje rodovitnosti tal, odpornost in prilagodljivost na okoljske spremembe, itd. Ni namreč jasno ali je pestrost oz. število vrst zgolj posledica okolja in biotskih interakcij ali pa ima tudi znaten vpliv na ekosistem (pozitivna povratna zanka). Povezava se večinoma raziskuje na primeru rastlinske pestrosti, pri čemer se uporablja sintetične združbe (Lanta in Lepš, 2006; Tilman in sod., 2001) ali poskuse z odstranjevanjem posameznih vrst iz že obstoječih združb (Diaz in sod., 2003). V mnogih od teh eksperimentov so rastlinske vrste kombinirali naključno, kar ne odseva dejanskega dogajanja v naravi, kjer je izginjevanje vrst iz združbe nenaključno (Lepš, 2004). Večina poskusov kaže na določeno mero povezanosti med pestrostjo sestoja in njegovo skupno produktivnostjo (ponavadi merjeno kot produkcija biomase) (glej Hooper in sod., 2005 za pregled literature), vendar ni jasno kakšna ta povezava je. Nekateri poudarjajo velik pomen dominantnih vrst (Smith in Knapp, 2003), drugi pomen ključnih vrst v ekosistemu, ne glede na njihovo pogostnost (Power in sod., 1996), tretji opozarjajo na možno vlogo vsake vrste (Grubb, 1992), četrti bolj kot na število vrst opozarjajo na funkcionalno pestrost sestoja (Diaz in Cabido, 2001; Tilman in sod., 1997). Posebej slednji segment diverzitete se po zadnjih dognanjih kaže kot najpomembnejši (Hooper in sod., 2005), saj mehanistično pojasnjuje odnos med produktivnostjo ekosistema in pestrostjo. Bolj funkcionalno pestra združba razvije večjo komplementarnost v izrabi virov, saj v združbi uspevajo vrste, ki se razlikujejo v časovni (različna fenologija) in prostorski izrabi virov (npr. različna globina korenin) ter v tipih potrebnih virov (npr. amonijske vrste, nitratne vrste) (Hooper in Vitousek, 1997; Palmberg in sod., 2005).

Testiranja omenjene zveze so bila do sedaj razmeroma kratkotrajna in vprašanje je, kakšna je povezava na dolgi rok. Kot poudarja Grime (1998) se v takšnih kratkotrajnih poskusih pogosto pokaže velik učinek dominantnih vrst, medtem ko je učinek redkejših vrst bolj prikrit, vendar še zdaleč ni nepomemben. Redkim vrstam Grime (1998) pripisuje pomen filterskih učinkov (zapolnjujejo niše in preprečujejo vdor invazivnih vrst) in osnovalnih učinkov (efemerne vrste, pomembne za sukcesijo po motnjah). Poleg težav z zakasnenimi učinki so pri raziskavah pomena pestrosti tudi nekatere bolj metodološke prepreke. Niti sintetične združbe niti odstranjevalni poskusi, kot dve metodi raziskovanja nista povsem objektivni (Diaz in sod., 2003). Vsekakor bi bila dovolj zanesljiva potrditev zveze med pestrostjo in funkcioniranjem ekosistema izredno koristna tudi z vidika naravovarstva, saj bi tak povsem biološki razlog podkrepil oz. nadgradil obstoječe, pretežno "nebiološke" argumente ohranjanja biodiverzitete, kot so etični, estetski, ekonomski in drugi vidiki (Schwarz in sod., 2000).

2.2.3.2 Krivulje gostote vrst

Biodiverziteta oz. natančneje številčnost vrst je tudi prostorski fenomen in v zvezi s tem je bolj kot o samem številu vrst včasih bolje govoriti o povečevanju števila vrst s povečevanjem površine (Lepš in Štursa, 1989; Olff in Ritchie, 1998). Eno temeljnih načel

v ekologiji namreč je, da večja površina omogoča uspevanje večjega števila vrst (npr. rastlinskih). Zveza je poznana pod izrazom krivulje gostote vrst (angl. species-area curves). Opisanih je bilo več matematičnih enačb za zvezo med površino in številom vrst: eksponentna, logistična, potenčna (Scheiner, 2003). Najpogosteje se uporablja slednja, ki jo opišemo v obliki:

$$S = cA^z \quad \dots(1)$$

oziroma v logaritmirani obliki:

$$\log(S) = \log(c) + z \cdot \log(A) \quad \dots(2)$$

kjer je S število vrst, c in z sta parametra, ki določata obliko krivulje, A pa je površina, na kateri uspeva S vrst. Kljub obliki krivulja nima asimptote, torej se s povečevanjem površine število vrst stalno povečuje (Williamson in sod., 2001), čeprav v praksi povečevanje ni tako stabilno, kar je večinoma posledica prostorske razporeditve vegetacije in načina vzorčenja (Scheiner, 2003). Logaritmirana oblika zgornje zveze (enačba 2) daje linearno povezavo. Parametra c in z imata tudi vsebinski pomen. Parameter c je presečišče premice z ordinatno osjo in v teoriji pomeni število vrst, ki uspevajo na enoti površine. Parameter z je posebno pomemben, saj določa strmino premice oz. označuje hitrost povečevanja števila vrst s povečevanjem površine. S tem parameter z opisuje nekatere pomembne značilnosti proučevanega območja, saj je odvisen predvsem od heterogenosti in kompleksnosti habitata ter izoliranosti proučevanega habitatnega tipa ali območja. Bolj ko je območje homogeno, hitreje se število vrst poveča na neko raven, potem pa se povečevanje upočasni. V zelo mozaični vegetaciji se število vrst povečuje počasneje, a vztrajneje.

Krivulje gostote vrst so uporabne v več ozirih (Scheiner, 2003). Prvič so v povsem metodološkem smislu uporabne za ocenitev najmanjše vzorčne oz. popisne ploskve, s katero naj zajamemo dovolj reprezentativen vzorec rastlinske združbe (Braun-Blanquet, 1964; Dierschke, 1994). Kot drugič jih lahko uporabimo za ocenitev najmanjše potrebne površine za uspevanje združbe ali rastlinskih vrst, kar ima potencialno uporabo v naravovarstvu. Podobno je za naravovarstvo uporabna tudi nasprotna pot: ob izgubi določene površine oceniti, koliko vrst in katere bodo izginile iz vegetacije, čeprav je v tem primeru bolj poznati še prostorsko distribucijo posameznih vegetacijskih enot (Ney-Nifle in Mangel, 2000). Tretjič imajo krivulje vrstne pestrosti tudi teoretsko ekološki pomen, saj omogočajo odkrivati procese in mehanizme, ki so dogovorni za prostorsko razporeditev vrstne pestrosti (Scheiner, 2003). De Bello in sod. (2007) so npr. proučevali vpliv paše na obliko krivulje gostote vrst v več klimatskih območjih Evrope. Ugotovili so razlike v vplivu paše na pestrost v različnih klimatskih območjih. V aridnih razmerah je bolj intenzivna paša zmanjšala pestrost in povečala heterogenost travne ruše (večja strmina krivulje oz. večji parameter z). Nasprotno pa je bila v bolj mezičnih razmerah vrstna pestrost večja pri večji intenzivnosti paše, ruša pa je bila bolj homogena. Razlike razlagajo predvsem s stresnimi razmerami v sušnem podnebju, kjer intenzivna paša povzroči precejšnje preslege v ruši, medtem ko le-teh v bolj namočenih okoljih ni in ruša je gostejša. Vpliv razpoložljivosti virov in njihove heterogenosti na krivulje gostote vrst sta ugotavljala Desilets in Houle (2005). Rezultati raziskave v nasprotju s pričakovanjem kažejo na

relativno večji pomen dostopnosti virov oz. fertilnosti rastišča (hranila v tleh, voda, svetloba) na strmino krivulje, kot pa ga ima heterogenost v porazdelitvi omenjenih virov v prostoru.

Krivulje gostote vrst skozi sukcesijo in povezave z rastlinskimi strategijami sta proučevala Lepš in Štursa (1989). V zgodnjih fazah zaraščanja travnikov na Češkem sta opazila večje vrednosti parametra z v začetku sukcesije, ko prevladujeta strategiji R in C-R, skozi sukcesijo, ko je opazen premik strategij preko C do C-S in S, pa se je vrednost parametra z manjšala. Omenjeni vzorec pojasnjujeta z motnjami, ki v začetnih fazah sukcesije prispevajo k heterogenosti sestoja, in kompetitivnim izključevanjem v kasnejših sukcesijskih stadijih, ko se heterogenost zmanjša. Ugotovljeni premiki v CSR strategijah skozi sukcesijo sledijo tistim, ki jih napoveduje teorija J.P. Grime-a (2001: 246).

2.2.4 Sukcesija in zaraščanje

Fenomena zaraščanja travnišč ne moremo proučevati brez poznavanja enega temeljnih konceptov v ekologiji, t.j. sukcesije, ki jo pojmuje kot neciklične progresivne vegetacijske spremembe skozi čas (Bazzaz, 1996; Connell in Slatyer, 1977; Drury in Nisbet, 1973). Sukcesijo lahko sproži: (1) nastanek novih, z živimi bitji še nekoloniziranih habitatov (primarna sukcesija po vulkanskih izbruhih, plazovih in podorih, velikih človekovih zemeljskih delih, umikih ledenikov) ali pa (2) motnja večjega obsega v že prej obstoječi združbi oz. ekosistemu (sekundarna sukcesija na posekah, požariščih, po vetrolomih, izbruhih insektov) (Grime, 2001). Zlasti v zvezi s spremembami rabe tal rabe pojem sukcesija ne označuje le obnove vegetacije po enkratnih motnjah, ampak tudi progresivne vegetacijske spremembe, ki nastopijo po prekinitvi dolgo trajajočih motenj (npr. košnja, paša), ki so ekosistem vzdrževale v obliki t.i. proklimaksa (Grime, 2001). Potek sukcesije je v določeni meri predvidljiv proces, saj nanj vplivajo dejavniki, ki jih lahko merimo ali ugotavljamo (ekološke razmere, značilnosti prisotnih vrst), v precejšnji meri pa je tudi stohastičen, posebej še na začetku (Egler, 1954, cit. po Connell in Slatyer, 1977; Grime, 1998).

Skozi čas se je teorija sukcesije precej spreminjala. Pomembni začetki izhajajo iz teorije Clementsa (1936), ki v skladu s svojim dojetjem združb kot superorganizmov utemeljuje sukcesijo kot časovno sosledje rastlinskih združb, pri čemer vsak predhodni sukcesijski stadij s svojo sestavo omogoči razvoj naslednjega stadija. Po Clementsu se sukcesija konča s klimaksno združbo, ki je zgolj še klimatsko pogojena. Te poglede na sukcesijo so kritizirali z različnih zornih kotov. Gleason (1924) je v znanih polemikah s Clementsom zavračal supreorganizmični pogled na združbe in zagovarjal njegovo nasprotje, individualistični pristop. V zvezi s sukcesijo to pomeni, da v sukcesijskem poteku ne obstajajo posamezne diskretne faze, ampak je potek kontinuiran, saj se vsaka vrsta odziva na spreminjanje razmer med sukcesijo individualno in ne v povezavi z določenimi drugimi vrstami. To tudi pomeni, da je sukcesijskih poti lahko več in da je tudi končna stopnja, t.j. klimaks, včasih nejasna in mnogotera (Grime, 2001: 249; Pickett in Cadenasso, 2005). Pojem klimaksa se je čedalje bolj opuščal, tudi zato, ker je, kot poudarjajo nekateri (White, 1979), klimaks zgolj teoretična situacija. V naravi statičnega

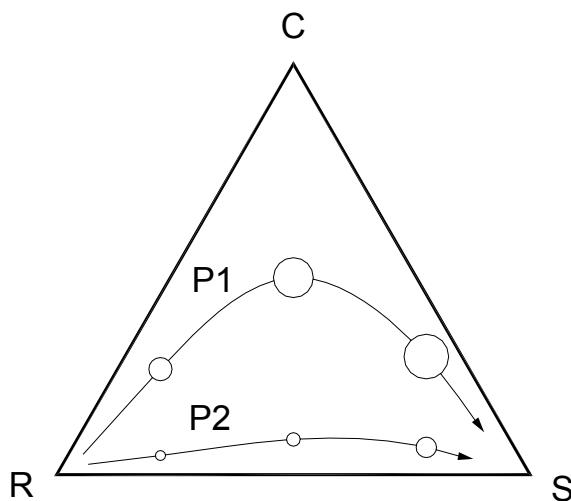
stanja, kakršen je klimaks, ni (hipoteza o stalnem neravnovesju = nonequilibrium hypothesis). Bazzaz (1996: 4) poudarja, da je pojem klimaksa upravičen, vendar le, če se nanaša na dovolj veliko prostorsko skalo, kjer se izgubi variabilnost in stalna dinamika na majhnih prostorskih skalah (gap dynamics). V zadnjih desetletjih se je vegetacijska znanost iz prevladujočega deskriptivnega načina proučevanja, posebej v ZDA in zahodni Evropi, manj pa v srednji Evropi, vse bolj preusmerjala na procesno naravnane raziskave, ki bi pojasnile z deskriptivnimi metodami zajete vzorce v naravi (Bazzaz, 1996). Razviti so bili modeli sukcesije, včasih nasprotujoči si, včasih dopolnjujoči, s katerimi bi bilo možno predvideti strukturo in funkcioniranje združb in ekosistemov. Connell in Slatyer (1977) sta predlagala tri alternativne modele sukcesije: (1) model facilitacije, (2) model tolerance in (3) model inhibicije, ki se v grobem razlikujejo po tem, ali obstajajo vrste zgodnjih in poznih sukcesijskih faz ali ne in kako vrste, ki prve kolonizirajo nastali habitat, vplivajo na kolonizacijo in uspešnost tistih, ki dospejo kasneje. Za vse tri modele navajata omenjena raziskovalca tudi primere iz svojih in drugih raziskav, kar govori o pestrosti sukcesijskih poti v naravi, ki so posledica številnih hkrati delujočih mehanizmov (Bazzaz, 1996; Pickett in Cadenasso, 2005).

Grime (2001: 246) razlaga sukcesijo na podlagi svojega CSR modela. Če se omejimo na sekundarno sukcesijo, Grime opozarja na velike razlike v sukcesiji med okolji z velikim proizvodnim potencialom in tistimi z majhnim, kar se predvsem nanaša na dostopnost hranil v tleh, temperaturni režim, vlažnost in redkeje svetlobo. V smislu CSR strategij v zgodnejših fazah sukcesije prevladujejo ruderalne vrste, v srednjih fazah pride do izraza kompeticija med vrstami, v poznih fazah pa je opazen premik proti toleriranju stresa, kar je povezano z zmanjšanjem razpoložljivih virov, posebej hranil v tleh (Tilman, 1988) in svetlobe. Po tem modelu je kompeticija v srednjih fazah sukcesije tem močnejša, čim večja je potencialna produktivnost rastišča. Za neproduktivna rastišča je značilen direkten premik iz ruderalnosti v toleriranje stresa (slika 6). Model je bil že večkrat preizkušen v sukcesijskih spremembah in se kaže za učinkovitega pri spremljanju funkcionalne sestave vegetacije (Caccianiga in sod., 2006; Lepš in Štursa, 1989).

Preglednica 3: Primerjava modelov sukcesije po Connellu in Slatyeru (1977).

Table 3: Comparison of the Connell's and Slatyer's (1977) succession models.

	Model facilitacije / Facilitation model	Model tolerance / Tolerance model	Model inhibicije / Inhibition model
Kolonizacija	Rastišče sposobne kolonizirati le vrste zgodnje sukc. faze	Rastišče sposobne kolonizirati vse vrste, ki jim rastišče ekološko ustreza	Rastišče sposobne kolonizirati vse vrste, ki jim rastišče ekološko ustreza
Učinek vrst zgodnje sukc. faze	Omejujejo nadaljnji vdor zgodnjih vrst, omogočijo oz. pospešujejo kolonizacijo vrst pozne sukc. faze	Omejujejo nadaljnji vdor zgodnjih vrst, nimajo učinka na vrste pozne sukc. faze	Omejujejo vdor in kolonizacijo tako zgodnjih kot poznih vrst sukcesije
Izginevanje zgodnjih vrst	Zaradi kompeticije s strani vrst pozne sukc. faze	Zaradi kompeticije s strani vrst pozne sukc. faze	Zaradi svoje življ. dobe, herbivorov, ne pa zaradi manjše kompeticije
Vpliv na vrste pozne sukc. faze	Pozitiven	Ničen	Negativen
Primer	Primarna sukcesija na z dušikom zelo revnih tleh – metuljnice omogočijo razširitev drugih vrst (Vitousek in sod., 1987)	Zaraščanje njiv – enoletni pleveli nimajo večjega učinka na kolonizacijo zelnatih trajnic (Bazzaz, 1996)	Gosti sestoji visokih trav lahko za dolgo obdobje preprečijo razvoj sukcesije v smeri gozda (Prach in sod., 1996)



Slika 6: Ponazoritev sukcesije na podlagi CSR modela po J.P. Grime-u (2001: 246) v razmerah visoke (P1) in nizke (P2) potencialne produktivnosti rastišča. Velikost krogov označuje akumulirano biomaso v posameznem stadiju.

Figure 6: Depiction of the succession in CSR model by J.P. Grime (2001: 246) under the conditions of high (P1) and low (P2) potential site productivity. Size of the circles denotes accumulated biomass in particular stage.

Funkcionalni pristop pri raziskavah sukcesije nam odkriva t.i. sindrome funkcionalnih znakov oz. trende pogostnosti posameznih ekološko pomembnih lastnosti skozi sukcesijo. Raziskave (Prach in sod., 1997; Prach in Pyšek, 1999; Rees in sod., 2001; Grime, 2001; Bazzaz, 1996; Kahmen in Poschlod, 2004; Schippers in sod., 2001) kažejo, da so zgodnesukcesijske vrste v grobem kratkožive, tvorijo obilo drobnega semena, ki se učinkovito razširja in ki je v tleh trdoživo, potencial rasti teh vrst je velik, kar je povezano z njihovo prilagojenostjo na svetlobo in hranili preskrbljena rastišča, v slabše osvetljenih razmerah se odzivajo hitro, saj imajo majhno fotosintezno učinkovitost v takšnih razmerah. Nasprotno so vrste poznih sukcesijskih stadijev višje, dolgožive, razširjajo se počasi, seme je zaradi svoje velikosti manj dolgoživo, pogosto so prilagojene na razmere šibke svetlobe, kjer ohranjajo dovolj veliko fotosintezno učinkovitost.

Jasno je, da ima sukcesija pomembne posledice za ekosistem, saj sta vrstna sestava in značilnosti vrst pomemben dejavnik kroženja hranil, vodne bilance v ekosistemu, prožnosti (resilience) in odpornosti (resistance) ekosistema na različne perturbacije (Chapin in sod., 1996; Hooper in sod., 2005; Hooper in Vitousek, 1997). Kot poudarja Bazzaz (1996) je razločevanje med vzroki in posledicami v odnosu vegetacija – okolje težavno. Tako kot vplivajo okoljski filtri (slika 2) na kolonizacijo in uspešnost vrst v sukcesiji, vplivajo te vrste nazaj na okolje s svojimi lastnostmi. Vrste lahko npr. zmanjšujejo ali povečujejo koncentracijo hranil v tleh (Vitousek in sod., 1987, cit. po Chapin in sod. 2002: 268) ali povečajo pogostnost požarov in tako zmanjšajo zaloge ogljika v ekosistemu (Baeza in sod., 2006; De Luis in sod., 2006). V tem primeru govorimo o avtogeni sukcesiji. Če na sukcesijski potek vplivajo dodatni zunanji vplivi (npr. depozicija dušika iz zraka, segrevanje ozračja, povečanje koncentracije CO₂), gre za alogeno sukcesijo (Drury in Nisbet, 1973).

Če se omejimo na sekundarno sukcesijo oz. natančneje zaraščanje, ima le-ta znaten vpliv na dejavnike okolja (Bazzaz, 1996). Kar se tiče sprememb vodne bilance pri sekundarni sukcesiji načeloma velja, da se z zaraščanjem (oz. večanjem indeksa listne površine) povečuje intercepcija in evapotranspiracija ter s tem zmanjšuje odtok vode v podtalnico ali po površini (Chapin in sod., 2002: 299). Poraba vode na površino se poveča, kar pomeni, da se zaloge vode za vodne vire zmanjšujejo, kar ima tudi znatne posledice za reke in vodooskrbo prebivalstva v zaledju. Poleg tega se posebej s pojavom dreves in grmov spremeni tudi prostorska razporeditev padavin na mikroskali (Bellot in sod., 1999). Če so v travnatih združbah padavine enakomerno porazdeljene po površini, se pri vdoru lesnatih vrst pojavi intenzivna precipitacija in odtok po deblu, s čimer dobimo heterogeno namočeno površino – rastišča ob deblu so bolj namočena, tista nekoliko stran pa bolj sušna kot na prostem (Vilhar, 2006). Bolj nejasno je, kaj se dogaja z dostopnostjo vode za rastline, torej ali je vode v območju korenin z napredujočo sukcesijo na voljo več ali manj. Raziskave s tega področja in tudi dejstva so nekoliko protislovna (Sever, 2006). Bellot in sod. (1999) navajajo, da je evapotranspiracija na z drevjem in grmovjem poraščenih površinah za 20% večja od površin s prevladujočo zeliščno vegetacijo, globinski odtok pa je v zaraščenem za skoraj 37% manjši. To govori v prid hipotezi o izsuševanju tal pri napredujoči sukcesiji. Izsuševanje tal je skupaj z zniževanjem drugih hranil v tleh s strani bolj kompetitivnih vrst jedro teorije D. Tilmana (1988) (glej poglavje 2.2.7). Bellot in sod. (2004) primerjajo tudi razpoložljivost vode v območju korenin pri različnih gostotah dreves alepskega bora (*Pinus halepensis*). Opazen je izrazit negativen vpliv gostote dreves

na vlažnost tal, posebej v zgornjem delu tal. S tem raziskovalci negirajo domnevo, da zasajanje vrste *Pinus halepensis* učinkovito pospeši obnovo rastišč v smeri avtohtone lesnate vegetacije, saj se pri sajenju tega bora pokaže močna kompeticija za vodo. Značilno zmanjšanje razpoložljive vode v zgornjih plasteh tal pri zaraščanju pašnika ugotavljajo tudi Peco in sod. (2006). Chandler (2006) omenja, da je razpoložljivost vode ob napredujoči sukcesiji precej odvisna od lastnosti tal, njihove debeline, gostote, vertikalne prevodnosti, teksture in strukture. Učinek izsuševanja pri sukcesiji naj bi bil tem večji, čim tanjša so tla in čim bolj so propustna za vodo.

Nasprotno obstajajo raziskave, ki na podlagi funkcionalnih lastnosti rastlin ugotavljajo, da je sušnega stresa pri zaraščanju manj in da razmere postajajo vse bolj mezofilne. To je lahko povezano tudi z spremembo lastnosti tal, kakršne omenja Chandler (2006). V gozdu za razliko od odprtih rastišč lahko najdemo številne rastline z znaki mezofilnosti (npr. velika SLA), ki jih na prostem ne moremo najti (Grime, 2001). Šerclj (1996) tudi za naše Primorje trdi, da so bile razmere pred izsekovanjem gozda tam precej mezofilne, kserofilna narava kraške vegetacije je prišla na plan šele po destruktivnem delovanju človeka. Prav tako Lett in Knapp (2003) na podlagi merjenja vodnega potenciala v listih ugotavljata manj sušnega stresa pri travah, ki so bile v zavetju grmov v primerjav s tistimi na planem. Kontroverznost na tem področju je možna zaradi dejstva, da ne gre enačiti vlage v tleh in sušnega stresa v rastlini, slednji se pri isti količini vlage v tleh pojavi na močno osvetljenih rastlinah prej, kot na tistih v senci (Castro in sod., 2002). Na dostopnost vode in globinski odtok ima močan vpliv tudi oblika padavin. Če so te zmernejše, je intercepcija relativno velika in odtok majhen (Vilhar, 2005), medtem, ko je pri intenzivnih padavinah, posebej na zelo propustnih tleh, kakršna so kraška, intercepcija majhna, globinski odtok pa velik, kar ima pozitivne učinke na polnjenje vodonosnikov (Bellot in sod., 1999).

Prehod vegetacije iz pretežno zeliščne (npr. travnišča) v pretežno lesnato vegetacijo, kar spremljamo pri spontanem zaraščanju kot obliki sukcesije, ima tudi globoke učinke na tla (Bazzaz, 1996: 71). Pri tem so pomembne tako lastnosti tal kot tudi biogeokemični procesi, pri katerih so tla udeležena. Učinki na tla so lahko neposredni ali posredni. Med slednje štejemo npr. večjo pogostnost silovitejših požarov, ki imajo na tla značilen, mnogostranski vpliv. Sekundarna sukcesija v ožjem pomenu besede (v smislu Connella in Slatyera, 1977), t.j. sukcesija, ki sledi intenzivni motnji (požaru, vetrolomu, poseku gozda) zaradi mineralizacije sprosti precejšnje zaloge hranil v tla (Chapin in sod., 2002: 297). Posebej povečana dostopnost dušika in fosforja ima znaten vpliv na zgodnje faze sukcesije, ko se pojavijo značilne pionirske vrste, ki za svoje uspevanje potrebujejo večje koncentracije hranil v tleh (Grime, 2001; Prach in Pyšek, 1999). Na tla ima taka sekundarna sukcesija predvsem naslednje učinke (Bazzaz, 1996: 71): (1) povečanje vnosa organske mase v tla, (2) porast debeline plasti opada in (3) stabilizacija tal oz. zmanjšanje erozije. Zaraščanje kot poseben tip sukcesije ima tudi v tem pogledu nekoliko drugačne učinke, saj tu ni večjega sproščanja hranil, ker tudi ni poprejšnje intenzivnejše motnje. Zgodnja dinamika vegetacije je zato, posebej na siromašnih tleh, manj intenzivna od tipične sekundarne sukcesije. Bazzaz (1996: 71) navaja, da srednji stadiji sukcesije, kamor lahko uvrščamo zaraščanje travnišč, pogosto kažejo prehodno zmanjšanje organske snovi v tleh, nizke koncentracije dušika in drugih hranil, znižanje pH, itd. Kroženje hranil je pri zaraščanju na siromašnih tleh počasnejše. Na podlagi rezultatov raziskav iz različnih ekosistemov je težko zaključiti, kakšen je vpliv zaraščanja na dostopnost hranil v tleh. Peco in sod. (2006)

za vegetacijske spremembe po opustitvi paše na španskih dehezah ugotavljajo splošno zmanjšanje organske snovi v tleh, manjše koncentracije skupnega dušika, kalija in deloma fosforja. Zmanjšanje je bilo posebej očitno na terenih z večjim nagibom in slabšimi, bolj skeletnimi tlemi. Trendi zmanjšanja koncentracije hranil v tleh ob sukcesiji se skladajo s Tilmanovo (1988) teorijo kompeticije za vire. Vplive opuščanja kmetijskih zemljišč na mikrobo biomaso so proučevali Hedlund in sod. (2003) in za zgodnje stadije sukcesije ugotovili dokaj nekonsistentno korelacijo med rastlinsko biomaso in biomaso talnih organizmov. Biomasa mikoriznih gliv se je ob sukcesiji zmanjšala, nematod povečala, biomasa bakterij, talnih členonožcev in saprofitskih gliv pa se ni spremenila. Nekatere raziskave, kot na primer avtorjev Lett in Knapp (2003), ne kažejo bistvenih sprememb v lastnostih tal zaradi zaraščanja travnišča z lesnatimi vrstami, drugi, predvsem iz aridnih okolij, pa poročajo o povečanih koncentracijah hranil v zgornjih plasteh tal (Schlesinger in sod., 1990), kar je možna posledica premeščanja hranil iz globljih plasti tal na površino. Pri premeščanju hranil so drevesa in grmi zaradi globljega koreninskega sistema uspešnejša od zelnatih vrst (Chapin in sod., 2002: 269; Bazzaz, 1996: 75). Pozitivne učinke dreves na dostopnost hranil in s tem pospeševanje vdora drugih lesnatih vrst navajata tudi Siemann in Rogers (2003).

Znani so tudi učinki zaraščanja na klimo. Gre tako za vplive na ravni krajine in regije (npr. že omenjena aridnost zaradi izsekovanja gozdov (Šercelj, 1996; Chapin in sod., 2002: 271), kot tudi na ravni združb in mikrohabitatov. Slednje je večinoma posledica spremenjenih svetlobnih razmer (Bazzaz, 1996: 64). S kolonizacijo grmov in dreves prispe do tal vse manj svetlobe in ko se zarast sklene, temperatura ob tleh precej pade, zato je tudi evaporacija iz tal manjša. Obenem se veliko sončne toplote porabi za izhlapevanje vode zaradi povečanja indeksa listne površine. Intenzivnost senčenja je odvisna od tipa vegetacije (listopadna vs. vednozelen) in drugih razmer na rastišču. S kolonizacijo se heterogenost rastišč zaradi nepopolne prekritosti površine z zarastjo poveča, zato za produktivnost ter sestavo pritalne vegetacije postanejo pomembne odprtine v krošnjah, njihova velikost in lega. Spremenjene svetlobne in posledično temperaturne razmere zmanjšujejo sušni stres pri manj odpornih vrstah, kakršne so v juvenilni fazi številne vrste dreves in grmov, zato v zavetju pionirskih vrst lahko preživijo (Castro in sod., 2002; Siemann in Rogers, 2003).

2.2.5 Motnje

V nasprotju s splošnim prepričanjem, da gre za nekaj slabega, so motnje nujen sestavni del vseh ekosistemov, prvič za preživetje velikega števila bioloških vrst, katerih evolucijski razvoj je bil pogojen z motnjami, in drugič za kontinuiran pretok energije in snovi v naravi. Grime (2001: 80) definira kompleksen in mnogoličen koncept motenj kot mehanizme, ki s popolno ali delno destrukcijo zmanjšujejo biomaso vegetacijskega pokrova. Pickett in White (1985) cit. po Chapin in sod. (2002: 285) jih pojmujejo kot dogodke, ki spremenijo strukturo populacij organizmov, združb in ekosistemov ter povzročijo spremembe v razpoložljivosti resursov ali spremembe v fizičnem okolju. Težko je z eno definicijo dovolj uspešno pokriti ves spekter motenj, ki se razlikujejo v stohastičnosti, frekvenci, intenzivnosti in obsegu (White, 1979). Glede stohastičnosti se gibljejo od zelo

predvidljivih (npr. košnja, oranje njiv) do precej naključnih (izbruhi vulkanov, plazovi). V intenzivnosti in obsegu se kažejo od blagih motenj na mikroskali (npr. posek drevesa v gozdu) do stotine hektarov velikih gozdnih požarov v borealnem pasu, ki uničijo praktično vse živo. Tudi po pogostnosti pojavljanja beležimo motnje od tedenske skale (npr. intenzivna paša) do večtisočletnih intervalov (npr. plazovi, katastrofalne poplave) (White, 1979; Chapin in sod., 2002; Grime, 2001; Bazzaz, 1996; Pickett in Cadenasso, 2005; Bond in van Wilgen, 1996). Posebej silovite motnje z dolgo povratno dobo se zdijo z antropocentričnega gledišča nekaj negativnega, vendar prej ali slej prizadenejo vsako območje na Zemlji in to z ali brez človekovega delovanja.

Kakor so raznovrstne motnje glede na zgoraj omenjene karakteristike, so raznovrstni tudi učinki na živa bitja in ekosisteme, zato specifične motnje povzročajo specifične prilagoditve npr. rastlin, kar izkorišča tudi funkcionalni pristop pri raziskavah vegetacije. Po drugi strani tudi živa bitja, posebej rastline kot primarni producenti, do določene mere uravnavajo režim motenj, njihovo pogostnost in silovitost ter s tem omogočajo preživetje lastni vrsti (Chapin in sod., 2002: 272). Tako npr. številne pionirske rastline, ki kolonizirajo požarišča (tudi bori), povzročajo akumulacijo vnetljive snovi in povečajo pogostnost požarov. Čeprav je smrtnost med posamezniki ob požaru velika, je dolgoročno preživetje vrste zagotovljeno zaradi relativne uspešnosti pri kolonizaciji (Bond in van Wilgen, 1996; Schilke in Ackerly, 2001).

2.2.6 Paša in košnja

Paša in košnja sta obliki motnje, ki sta tesno povezani s kmetijsko rabo travnišč, saj pomenita način vzdrževanja teh habitatov. Pašni način rabe je mnogo starejši v primerjavi s košnjo; slednja se je pojavila šele v rimski dobi, splošno uporabljana pri nas pa je šele zadnja stoletja. Kljub nekaterim podobnostim pa se glede na ekološki učinek obe obliki rabe razlikujeta, kar je posebej očitno na bolj ekstenzivnih, sušnih in s hranili revnih travniščih (Fischer in Wipf, 2002). Košnja pomeni stalno in precej intenzivno odzemanje hranil iz tal; brez gnojenja torej ta raba zagotavlja s hranili revne razmere na rastišču. Pri paši tako intenzivnega odzemanja hranil ni, saj se jih precejšen del vrne nazaj preko urina in iztrebkov, čeprav nekateri priporočajo tudi pašo za zmanjševanje koncentracije hranil v tleh in s tem obnovo evtroficiranih habitatov (Kooijman in Smit, 2001). Izločki pašnih živali imajo dodaten vpliv na sestavo vegetacije, saj povzročajo heterogenosti v talnih resursih in raznolikost mikrohabitatov (Olff in Ritchie, 1998; Vidrih in Lobnik, 2003). Dodatno je pri paši izražen še učinek teptanja, ki vpliva na talne lastnosti (prezračenost tal) in vegetacijo s povzročanjem večjih ali manjših presleg v ruši (Bakker in sod., 2004). Teptanje in trganje ruše posebej pri večjih obremenitvah lahko povzročata erozijo tal, ki pri košnem načinu rabe, kjer je ruša gosta, le-ta ni izražena (Fischer in Wipf, 2002). Za dinamiko vegetacije je izjemno pomembna selektivnost defoliacije: košnja je neselektivna in odstrani nadzemno biomaso vsem rastlinam v ruši, medtem ko živali pasejo bolj ali manj selektivno, saj puščajo mesta, rastline in organe, ki so manj hranljivi, neužitni ali celo strupeni. Take rastline se zato lahko razširijo (Bossuyt in sod., 2005) in ob nepravilnem upravljanju s pašnikom je produktivnost zemljišč in hranilna vrednost krme manjša v primerjavi s košenimi travnišči (Fischer in Wipf, 2002). Zaradi neselektivnosti košnje

Bobbink in Willems (1993) le-to priporočata za obnovo travnišč, kjer je bila raba opuščena in kjer so se razširile kompetitivne vrste trav (npr. *Brachypodium pinnatum*), ki jih živali zaradi manjše hranljivosti ne morejo obvladati. Posebej opazen je učinek paše na sestavo travne ruše na poprej košenih površinah (Fischer in Wipf, 2002), ki jih naravovarstveniki pogosto pojmujejo kot nezaželene spremembe (npr. (Peterlin in Gorkič, 1998). Obratno pa so vegetacijske spremembe ob nastopu košnje na površinah, ki so bile prej v pašni rabi, manj izrazite (Kahmen in sod., 2002; Moog in sod., 2002). Košnja vpliva na vegetacijo s svojo pogostnostjo (število odkosov v sezoni) in terminom prve košnje. Čop in sod. (2004) ter Sinkovič, (2006) navajajo povečanje deleža trav in padec deleža zeli v ruši s povečevanjem pogostnosti košnje; na delež zeli je pozitivno vplivala zakasnjena prva košnja. Povečanje števila košenj v letu povzroča večje spremembe na ruši v manj produktivnih okoljih, ko se ob pogosti košnji razvijajo rastlinske vrste s povečano strategijo izogibanja (avoidance) na motnjo (šopaste ali rozetaste vrste nižje rasti, ki se vegetativno množijo).

Človek je s pašnim načinom rabe povzročil nastanek in vzdrževal obsežna travnišča po Evropi (Hayes in Holl, 2003), zato je ta tip rabe tudi danes za ohranjanje ogroženih travniških habitatov (Gallet in Roze, 2001; Kahmen in sod., 2002) ali njihovo obnovo (Kooijman in Smit, 2001; Krahulec in sod., 2001; Pykälä, 2003) izrednega pomena. Kot oblika motnje ima značilne posledice za tla, vegetacijo in ekosistem (Bakker, 1989). Gre za precej heterogeno motnjo, saj so učinki odvisni od mnogih karakteristik paše: od vrste pašne živali, njene velikosti, načina hranjenja in preferenc glede krme (selektivnost), od trajanja paše in obdobja paše, od obtežbe (GVŽ/ha) ali od značilnosti habitata, ki je podvržen paši (Austrheim in Eriksson, 2001; Bakker, 1989; Milchunas in Lauenroth, 1993; Olff in Ritchie, 1998). Med živalmi na paši so precejšnje razlike glede na učinek na vegetacijo, kar je v tesni povezavi z velikostjo živali in zgradbo prebavil (prežvekovalci vs. neprežvekovalci) (Mysterud, 2006). Za prežvekovalce velja znano Jarman-Bellovo pravilo, da je velikost prežvekovalca in s tem povezana velikost prebavil v korelaciji z izrabo hranil iz krme – večje živali izrabljajo hrano bolje in se zato lahko hranijo tudi na slabši krmi. Veliki herbivori (govedo, jeleni) konzumirajo krmo masovno, v nasprotju z manjšimi prežvekovalci (ovce, koze), ki pasejo selektivno (prebiralno) in pobirajo v ruši bolj hranljive rastline in rastlinske dele (Bell, 1971, cit. po Mysterud, 2006; Jarman, 1974, cit. po Mysterud, 2006; Vidrih, 2005). Posebej pri bolj selektivnih pašnih živalih je zato za preprečevanje negativnih vplivov na sestavo ruše nujno posvetiti pozornost obtežbi. Na splošno sicer velja, da je učinek živali tem večji, čim večja je obtežba oz. gostota živali na površino, vendar pa to razmerje ni linearno (Olff in Ritchie, 1998). Kot ugotavljajo Kausrud in sod. (2006) je za ovce, kot razmeroma selektivne jedce, značilno, da se pri majhnih obtežbah bolj selektivno hranijo (več zeli in metuljnic, manj trave), kar lahko povzroči razširitev dominantnih in manj hranljivih trav ter izginjanje drugih vrst iz ruše. Šele ko gostota živali preseže določeno kritično mejo, je opazna tudi povečana konzumacija manj hranljivih vrst. Za ohranjanje diverzitete travnišč torej mora biti obtežba ruše ravno pravšnja. Vprašanje pa je, kako ekonomično je zadrževati živali na nizkoproduktivni ruši. Kausrud in sod. (2006) navajajo tudi, da se konzumacija manj produktivnih vrst (trave) proti koncu vegetacije povečuje, kar pomeni, da je tudi izbira in trajanje pašnega obdobja še kako pomembna za upravljanje s travnišči. Sezona paše vpliva na vegetacijo zaradi različne fenologije rastlin v ruši (različen čas brstenja, cvetenja, kalitve) in tudi različnih potreb živali po kvaliteti krme skozi leto (laktacijsko obdobje vs.

presušeno obdobje) (Gallet in Roze, 2001). Podobno selektivno kot ovce, če ne še bolj, pasejo tudi koze, ki jih zato večkrat uporabljajo za omejevanje nekaterih, zlasti lesnatih rastlin (Hadjigeorgiou in sod., 2005; Lepš in sod., 1995), čeprav so določene uspehe pri tem dosegli tudi z velikimi živalmi (npr. omejevanje regeneracije črnega bora z govedom (Chauchard in sod., 2006)).

2.2.6.1 Paša in vrstna pestrost

Učinki paše na rastlinsko pestrost so v določenih primerih pozitivni, v drugih negativni in, kot kažejo študije, odvisni od habitata in lastnosti tal (glej Olff in Ritchie (1998) in tam navedene vire). Po eni strani paša, podobno kot vsaka motnja, povečuje pestrost z defoliacijo in s tem zaviranjem rasti kompetitivnih vrst, ki ob izostanku motnje hitro prerastejo površino in izrinejo manj kompetitivne vrste (Grime, 2001; Bakker, 1989; Bullock in sod., 2001; Huntly, 1991). Za pestrost je pomembna heterogenost v talnih razmerah, ki jih živali povzročajo z izločki, saj ta heterogenost omogoča hkratno uspevanje večjemu številu vrst, ki se razlikujejo v ekoloških zahtevah (npr. po dostopnosti hranil) (Krahulec in sod., 2001). Tudi s teptanjem povzročene odprtine v ruši omogočajo kolonizacijo vrstam z bolj izraženo ruderalnostjo, ki se v sklenjeni ruši ne morejo uveljaviti (Bakker in Olff, 2003; Grubb, 1977). Živali pozitivno vplivajo na pestrost in raznovrstnost tudi z zoohornim razširjanjem semen nekaterih vrst (Fischer in sod., 1996). Po drugi strani paša deluje tudi negativno in povzroča izginjanje vrst iz ruše. V skladu s teorijo srednjih motenj pestrost pade pri preintenzivni paši (prepaši), ki dopušča uspevanje le še nekaterim vrstam, ki pašo tolerirajo ali oblikujejo mehanizme za izogibanje (Mysterud, 2006). Zaradi selektivnega načina paše živali hranilno vrednejšim rastlinam škodujejo bolj, puščajo pa manj hranljive ali škodljive vrste, ki se razširijo (Hartley in Mitchell, 2005; Jewell in sod., 2005; Krahulec in sod., 2001; Louault in sod., 2005; Pakeman, 2004). Selektivnost paše je izražena tudi na zmanjšani reprodukciji nekaterih vrst, saj se mnoge živali rade hranijo na s hranili bogatih reproduktivnih organih (cvetovih, semenu); ta učinek se posebej kaže na številčnosti tistih vrst, ki se razmnožujejo izključno na spolni način. Peterlin in Gorkič (1998) npr. poročata o intenzivnem obžiranju rumenega svišča (*Gentiana lutea*) s strani ovac. Živali izbirajo hrano torej na treh ravneh: na ravni habitata, rastlinskih vrst in delov rastlin (Lepš in sod., 1995). Pojav negativnega učinka paše (prepaša, angl. overgrazing) je tem večji in daljnosežnejši, čim ekstremnejši je habitat oz. čim bolj so razmere stresne (plitva tla, veliki nagibi terena, osenčenost, sušno rastišče, hladnejša klima) (Austrheim in Eriksson, 2001); tam je nosilna kapaciteta vegetacije majhna in že pri zelo majhni obremenitvi z živalmi se lahko pokažejo negativne posledice paše, kot so erozija, upad raznovrstnosti in produktivnosti (Mysterud, 2006).

2.2.6.2 Paša in funkcionalni odzivi rastlinskih združb

Funkcionalni pristop pri obravnavi učinkov paše na vegetacijo je neobhoden za odkrivanje mehanizmov, po katerih se rastlinske združbe oblikujejo in tako vplivajo na ekosistem travnišča (McIntyre in sod., 1999b). Izvedene so bile že številne študije na temo učinkov paše, posebej njene intenzivnosti, na funkcionalno sestavo ruše (Bullock in sod., 2001; Diaz in sod., 2001; Hayes in Holl, 2003; Landsberg in sod., 1999; Louault in sod., 2005; McIntyre in Lavorel, 2001; Peco in sod., 2005; Sternberg in sod., 2000). Uporaba lažje merljivih in ugotovljivih funkcionalnih znakov pri analizi učinkov paše v grobem daje

primerljive rezultate, ki kažejo na določene zakonitosti (toda glej Veski in sod. (2004)). S povečevanjem intenzivnosti paše vse bolj prevladujejo zgodaj cvetoče, nizke, poleglaste do rozetaste rastlinske vrste, ki bodisi pašo tolerirajo ali pa se izogibajo herbivorom. Na drugi strani zmanjševanje intenzivnosti motnje zaradi paše pospešuje višje vrste rastlin, ki cvetijo pozneje, so neodporne na pašo, imajo večje seme in so kompeticijsko močnejše. Nekatere raziskave se osredotočajo na bolj aplikativne aspekte, kjer primerjajo učinke paše z drugimi metodami rabe travnišč (požiganje, košnja), kjer pa prav tako uporabljajo funkcionalni pristop in s tem dajejo rezultatom bolj univerzalno vrednost (Boer in Smith, 2003; Hadar in sod., 1999).

Funkcionalni odziv združb na pašo pa je močno odvisen tudi od drugih okoljskih dejavnikov, ki hkrati opredeljujejo ekosistem. Značilne so močne korelacije med učinki paše in hkratnimi drugimi dejavniki okolja (sušnost, dostopnost hranil, toplotne in svetlobne razmere) (Pakeman, 2004). Adler in sod. (2004) tako ugotavljajo, da je odziv združb na pašo v značilni interakciji s sušnostjo podnebja. V primerno vlažnem okolju so uspešnejše vrste, ki pašo tolerirajo in s svojimi znaki, kot so hitra rast, večja višina rastlin, relativno velik delež nadzemnih delov, velika SLA, nadomestijo izgubljeno biomaso (Grubb, 1992). V sušnih razmerah je pomembnejša nasprotna strategija – izogibanje herbivorom, saj so razmere preveč omejujoče, da bi omogočale ustrezno regeneracijo. Izogibanje (avoidanca) se kaže v prisotnosti naslednjih funkcionalnih znakov: velika vsebnost sekundarnih metabolitov v rastlini, drobni listi, trnatost, manjša vsebnost dušika v listih, slaba krmna vrednost zaradi velikega deleža strukturnih snovi (lignina). De Bello in sod. (2005) ugotavljajo tudi interakcije med pašo in klimatskimi značilnostmi; s spreminjanjem klime vzdolž geografske širine se spreminja tudi odziv rastlinskih vrst na pašo. Če gre pri toleranci in avoidanci za izključevanje, sta v metaanalizi ugotavljali Leimu in Koricheva (2006), vendar je bilo zajetih premalo vrst (17), da bi se pokazali zanesljivejši rezultati.

Vse te kompleksne interakcije med pašo, posameznimi značilnostmi paše (trajanje, pašna žival, obtežba) in drugimi okoljskimi faktorji otežkoča odkrivanje splošnih mehanizmov, ki bi bili splošno veljavni za ekološko zelo različne ekosisteme, zato so nujne raziskave v širokem spektru ekoloških dejavnikov, izvedene po primerljivi metodologiji (Garnier in sod., 2006).

2.2.6.3 Učinki paše na tla

V zvezi z učinkom paše na tla je pomembna predvsem dinamika organske snovi, ki je v tleh dolgotrajno skladišče za mnoge rastlinske nutrienete, ohranja strukturo tal in s tem omili erozijske učinke ter prispeva mnogo k vodni kapaciteti (Chapin in sod., 2002: 64). Zaradi potenciala tal za skladiščenje ogljika iz atmosfere, kjer se v zadnjih desetletjih pospešeno kopiči predvsem zaradi antropogenih vplivov in ki domnevno povzroča povečan učinek tople grede, je mnogo raziskav osredotočenih na primerno upravljanje s pašenimi zemljišči, da bi bila vezava ogljika v tla čimvečja (Jones in Donnelly, 2004; Vidrih, 2006; Zhou in sod., 2007). Potencial pašenih površin je globalno gledano ogrožen (najpogostejši tip rabe zemljišč), zato se išče primerne postopke paše in upravljanja, ki bi hkrati povečali produkcijo organske mase in njeno pretvorbo v stabilno organsko snov tal, zmanjšali izgube humusa iz tal in zagotavljali druge funkcije ekosistema (hrana, voda, dolgoročna

rodovitnost, odpornost na erozijske procese, idr. (Post in Kwon, 2000)). Raziskave učinka paše na skladiščenje ogljika v tleh ne kažejo enoznačnih mehanizmov. Razpon je od negativnega učinka paše na zaloge organske mase do pozitivnih učinkov, kar je verjetno posledica razlik v pedoklimatskih in ekoloških dejavnikih na proučevanih lokacijah (globina tal, temperaturne in vlažnostne razmere, sestava rastlinske združbe). Reeder in Schuman (2002) ugotavljata pozitivne učinke paše zmerne do nizke obtežbe na organsko maso v tleh, kar naj bi bila predvsem posledica spremenjene sestave ruše in pospeševanja razgradnje odmrlih rastlinskih delov in njihove pretvorbe v humus. Pri večjih obtežbah pašnika prihaja do negativnih učinkov in zmanjšanja zaloga organske snovi v tleh zaradi zmanjšanja rastlinske produkcije. Schipper in sod. (2007) iz obširnih območij Nove Zelandije poročajo o velikih izgubah organske snovi iz pašnikov v 20 letih paše; ugotovili so povprečne izgube v velikosti $106 \text{ g ogljika m}^{-2} \text{ leto}^{-1}$. Dodajanje določenih količin dušika ob hkratni paši produkcijo zelene mase in pretvorbo v trajnejši humus še pospeši ter dodatno poveča organsko maso v tleh (Liebig in sod., 2006). V aridnih in s hranili revnih razmerah je za organsko snov v tleh predvsem pomembna masa korenin, ki največ prispeva k tvorbi humusa. Paša, ki pospešuje razrast rastlinskih vrst, katere asimilate premeščajo v talne organe, zato poveča zaloge organskega ogljika v tleh (Reeder in sod., 2004). Güsewell in sod. (2005) poročajo o heterogenosti tal in s tem vegetacije, ki jo povzroča govedo s premeščanjem hranil iz slabše hranljivih zaplat volka (*Nardus stricta*) na s hranili bogata mesta, ker se govedo pretežno zadržuje (prenočevanje in prežvekovanje). Skozi čas se ta heterogenost samo še povečuje.

Ni povsem jasno, ali paša pospešuje kroženje hranil ali ne, saj so rezultati raziskav na tem področju nekoliko nasprotujoči (glej Bakker in sod. (2004) za reference). Obstaja več mehanizmov paše, ki pospešujejo kroženje: ugodno C/N razmerje v iztrebkih, mikrobna razgradnja v črevesju živali, hranljivost iztrebkov za detritivore, posledično večja produktivnost vegetacije in boljša kvaliteta biomase za razgradnjo, na lažjih tleh živali ugodno vplivajo na zračenje tal in hitrejšo razgradnjo organske snovi v tleh. Po drugi strani obstaja nekaj mehanizmov, ki vplivajo na izgube hranil, zlasti dušika iz tal, kar negativno vpliva na hitrost kroženja: izhlapevanje dušika iz iztrebkov in urina, anaerobne razmere na težkih tleh zaradi teptanja, selektivnost paše (puščanje manj hranljivih, počasi razgradljivih vrst).

Paša ima tudi izrazite vplive na mikrobne združbe v tleh, talni mikrobi (zlasti saprofiti in mikorizne glive) pa povratno delujejo na vegetacijo, njeno produktivnost in sestavo. Ob primerjanju pomena treh dejavnikov paše (defoliacije, gnojenja z izločki in teptanja) Kohler in sod. (2005) ugotavljajo, da ima na strukturo talnih mikrobov največji vpliv defoliacija, nekoliko manj pa gnojenje in teptanje, vendar ob tem opozarjajo na težavno metodologijo v raziskavah rizosfere zaradi velike prostorske heterogenosti tal in s tem mikrobnih združb.

2.2.7 Kompeticija

V rastlinskih združbah je kompeticija tista oblika biotskih interakcij, ki najbolj oblikuje sestavo združbe (Keddy, 2001; Lepš, 2001). Z izjemo nekaterih oblik redke vegetacije v

skrajno motenih ali stresnih okoljih, kjer je vegetacijski pokrov nesklenjen, so rastlinski osebki v združbi v stiku z drugimi osebki iste vrste ali drugih vrst, s katerimi se borijo za iste vire, ki so v naravi po pravilu omejeni (hranila v tleh, svetloba, prostor, voda). Kompeticija je oblika biotske interakcije, v kateri nobeden od udeleženih organizmov ne profitira, pač pa sta pri vseh udeleženih organizmih produkcija biomase in (ali) število potomcev zmeraj zmanjšana.

Grime (1977, 2001) v okviru svojega CSR modela rastlinskih strategij obravnava kompeticijo kot najpomembnejši dejavnik oblikovanja združb v tistih razmerah, kjer ni izrazite omejenosti virov in izrazitih motenj. Z intenziviranjem stresa v okolju in (ali) motnje kompeticija v združbi izgublja na pomenu, vendar ne izgine vse do stopnje, ko sestoj postane redek in so posamezni rastlinski osebki v sestoji tako daleč vsaksebi, da niso v interakciji. Funkcionalni znaki rastlin, povezani z njihovo kompetitivnostjo so predvsem naslednji: višina rastlin, pozno cvetenje, velika relativna rast, dolgoživost listov in korenin, sposobnost vegetativnega širjenja, prisotnost založnih organov, velika vsebnost hranil v listih (zlasti dušika in fosforja) in velika specifična listna površina (Louault in sod., 2005; McIntyre in sod., 1999b; Navas in Moreau-Richard, 2005; Weiher in sod., 1999).

V nasprotju z Grime-om (2001) Tilman (1988) trdi, da je kompeticija enako pomembna vzdolž gradienta pomembnih virov (svetlobe, hranil, vode) oziroma da je le-ta celo intenzivnejša v bolj stresnih okoljih. Kot navaja Lepš (1999) je neskladje posledica različnega razumevanja kompeticije s strani omenjenih dveh ekologov. Grime jo pojmuje kot mehanizem, po katerem bolj kompetitivne vrste zaradi svojih funkcionalnih znakov (višina rastlin, fotosintezna učinkovitost, globina korenin, itd.) izrinejo iz združbe vrste, ki so v teh znakih inferiorne, po Tilmanu pa je kompeticija sposobnost osvajanja pomembnih virov za rast rastlin, kar se močneje izrazi v okoljih, ki so bolj stresna, torej taka, kjer primanjkuje hranil v tleh, vode ali svetlobe. Tilman izhaja iz temeljne osnove za kompeticijo: do te pride lahko le, če so viri skupni in omejeni. V takih okoljih je po Tilmanu kompeticija povezana z močjo, s katero rastlinska vrsta zmanjšuje dostopnost omenjenih virov, posebej hranil v tleh in tudi svetlobe. Vrsta, ki ji ob ne prevelikih lastnih izgubah uspe najbolj zmanjšati te vire in s tem prizadeti populacije drugih vrst, je najbolj kompetitivna. Tilman (1988) je to sposobnost rastlinskih vrst označil z znanim indeksom R^* . Očitno gre pri razumevanju kompeticije za paradoks, ki še ni povsem razrešen (Keddy, 2001: 418). Po eni strani namreč teorija in eksperimenti (glej poglavje o evtrofikaciji 2.2.8) kažejo, da je z zmanjševanjem stresa kompeticija vse večja, saj je sposobnost rasti in s tem intenzivnost interakcij med organizmi večja, po drugi strani pa manj stresa povzroča zmanjšano nujnost za tekmovanje za vire in s tem manj intenzivno kompeticijo. Welden in Slauson (1986) v zvezi s to zadrego opozarjata, da je potrebno ločevati med intenziteto kompeticije (stopnja, s katero nek osebek zmanjšuje produktivnost drugega osebka) in relativnim pomenom kompeticije nasproti drugim vplivom (npr. stresu in motnjam). Gaucherand in sod. (2006) so v primerjanju obeh komponent kompeticije v gradientu fertilnosti rastišča ugotovili dejansko nepovezanost teh dveh komponent. S primerjavo produktivnosti treh vrst (*Festuca rubra*, *Chaerophyllum hirsutum* in *Alchemilla xanthochlora*) so ugotovili, da je intenzivnost kompeticije neodvisna od fertilnosti rastišča oz. da je produkcija enako zmanjšana tako v bolj kot tudi manj rodovitnih tleh. Nasprotno pa je relativni pomen kompeticije večji v s hranili bolj preskrbljenih tleh. S tem potrjujejo

hkrati hipotezi Grime-a (2001) in Tilmana (1988), prva je povezana z relativnim pomenom kompeticije, druga pa z intenzivnostjo kompeticije.

Brez občasnih motenj ali stresnih razmer razlike v kompetitivni moči med rastlinami neizogibno vodijo do kompetitivnega izključevanja, ki je posledica Gausejevega načela, da ob istem omejitvenem dejavniku na istem prostoru ne moreta uspevati dve ali več vrst hkrati, če ne zasedata zelo različnih ekoloških niš (npr. drevesa in nizke zelike v podrasti) (Grubb, 1977). Rezultat kompetitivnega izključevanja je dominanca ene ali nekaj vrst, ki druge vrste izrinejo s senčenjem, zmanjševanjem količine vode in hranil v tleh, z akumulacijo odmrle organske mase, ki jemlje prostor, in alelopatskimi vplivi (Grime, 2001: 179; Keddy, 2001; Al-Mufti in sod., 1977; Ghorbani in sod., 2006). Primere takih sestojev v naravi najdemo predvsem v dovolj fertilnih okoljih: npr. sestoji vrst *Phragmites australis*, *Fallopia japonica*, *Pteridium aquilinum*, *Solidago canadensis*, *Petasites paradoxus*, *Molinia arundinacea*, itd. Kljub potencialu, da se taka vegetacija potom sukcesije razvije v smeri gozda, je kolonizacija lesnatih vrst zaradi gostote žive in odmrle biomase močno otežena. V veliki večini drugih habitatov je vrstna pestrost mnogo večja, saj nenehno vplivajo procesi, ki kršijo predpostavke kompetitivnega izključevanja. Rastline tako tekmujejo za več kot le za en omejen vir, okolje ni stabilno ne v času ne v prostoru, v sestoj vdirajo nove vrste, ki so lahko superiorne, itd. Vse to omogoča koeksistenco oz. soobstoj večjega števila vrst hkrati v času in prostoru (Keddy, 2001; Sommer, 1999), čeprav je pogostnost oz. abundanca vrst v sestoju zelo nehomogena in večinoma sledi hiperbolični krivulji dominantnosti vrst, po kateri je velika večina vrst v združbi redkih (Grime, 1998). Ne glede na omenjeno je najti mehanizme za koeksistenco vrst, ki jo lahko pojmuje kot kontradikcijo kompeticiji, še vedno eno temeljnih nalog ekologije danes (Silvertown, 2004).

2.2.8 Intenzifikacija, evtrofikacija

Poleg opuščanja je intenzifikacija v Evropi najpomembnejši tip sprememb v rabi tal, ki pa nastopi le tam, kjer je smiselna oz. ekonomsko upravičena (blizu naselij, dovolj globoka tla, blizina trgov, itd.) (Poschlod in sod., 2005; Strijker, 2005). Pojmujejo jo kot povečan vložek energije na enoto površine pri čemer se energija lahko odraža kot dodana rastlinska hranila (gnojila), povečana intenzivnost in frekvenca motnje (paše košnje) in optimizacija vodnih razmer v tleh za uspevanje najproduktivnejših rastlinskih vrst. Posebno je intenzifikacija povezana z evtrofikacijo oz. kopičenjem hranil, posebej dušika v tleh oz. nasploh v (agro)ekosistemu, kar je lahko posledica gnojenja (Stevens in sod., 2004; Wassen in sod., 2005) ali depozicije iz zraka (Bobbink in sod., 2002). Depozicija dušika iz zraka je prostorsko precej variabilna in je odvisna od intenzivnosti človekovih dejavnosti v regiji, ki k emisijam amoniaka (NH_3) in dušikovih oksidov (NO_x) največ prispevajo (intenzivno kmetijstvo, promet, industrija) (Bobbink in sod., 2002). Depozicija dušika iz zraka je tako v zahodni Evropi med 20 in 60 kg ha⁻¹ leto⁻¹, v gozdovih celo do 100 kg ha⁻¹ leto⁻¹, kar je mnogo več od ocenjenih 1-3 kg N ha⁻¹ leto⁻¹ iz predindustrijske dobe (Asman in sod., 1998). Kljub medregionalni variabilnosti v količinah dušika, ki v suhi ali mokri obliki pride iz zraka, pa ni nezanemarljiv tudi daljinski vnos, tako da so lahko prizadeti tudi oligotrofni naravni in polnaravni ekosistemi, ki so dokaj oddaljeni od virov

onesnaženja. Daljinski vnos iz močno evtroficirane Padske nižine v Italiji še ni bil natančneje evaluiran, vendar najbrž znatno pripomore k počasni evtrofikaciji v JZ Sloveniji.

Številne raziskave (Bonanomi in sod., 2006; Pennings in sod., 2005; Reich in sod., 2001; Suding in sod., 2005) kažejo, da se vrstna pestrost travniškega sestoja z dodajanjem hranil, zlasti dušika zmanjša. Čeprav naj bi tudi tu obstajal model grbe (Grime 2001), kar pomeni, da je pestrost največja v srednje preskrbljenih tleh, pa zgoraj omenjene raziskave kažejo na monotono padanje pestrosti z naraščanjem preskrbljenosti tal s hranili. Vzroka za to neskladje sta lahko dva. Prvič je to lahko posledica razmeroma ozkega razpona proučevane vegetacije glede dostopnosti hranil (v raziskavah niso bile zajete skrajnosti), saj je zveza med pestrostjo in založenostjo s hranili v ožjem razponu približno linearna ali vsaj monotona. Drugič pa je možno tudi, da je grba, ki jo predlaga Grime (2001: 293) naravno precej pomaknjena v smer limitirajočih razmer in intenzivnejših motenj in da v razmerah, ki so sicer fiziološko ugodnejše za večino vrst, prevlada kompeticijsko izključevanje, kar rezultira v padcu raznovrstnosti (Lepš, 1999).

Teoretsko gledano obstajajo trije možni vzroki padca pestrosti z evtrofikacijo, ki so vsi povezani z relativnim povečanjem kompeticije pri oblikovanju rastlinske združbe (Rajaniemi, 2002), kljub temu da je povečanje kompeticije z omilitvijo stresnih razmer v določenem smislu paradoksalno (glej poglavje 2.2.7). (1) Hipoteza splošne kompeticije predvideva povečano nad- in podzemno kompeticijo med vrstami, kar vodi do kompetitivnega izključevanja kompeticijsko manj sposobnih vrst. (2) Hipoteza kompeticije za svetlobo predvideva kompeticijsko izključevanje zaradi relativnega povečanja nadzemne kompeticije v primerjavi s podzemno (v revnejših tleh je kompeticija v tleh mnogo pomembnejša), (3) hipoteza gostote sestoja pa predvideva naključno propadanje osebkov (zlasti kalic) ne glede na vrsto, kar se odraža v izgubi vrst, ki so v sestoji naravno redkejšje. Kot kažejo raziskave Rajaniemijeve (2002) v naravnih združbah, je podzemna kompeticija nezanemarljiva, dostopnost svetlobe sama po sebi pa ne igra takšne vloge pri pestrosti sestoja. Vsekakor je bolj verjetno, da velika večina vrst, ki uspevajo v s hranili slabo preskrbljenih habitatih, ob ne pretiranem gnojenju ne izgine iz sestoja zaradi kakršnekoli toksičnosti hranil oz. gnojil – fiziološko gledano mnogokrat uspevajo v bolj hranljivih tleh celo bolje – izginejo pa zaradi slabe tekmovalne sposobnosti. Gre za znano (ne)prekrivanje med fiziološkim in ekološkim optimumom uspevanja oz. osnovno in dejansko ekološko nišo (Smith in Smith, 2001: 257). Padec pestrosti zaradi gnojenja je mnogokrat povezan s porastom deleža ene ali nekaj vrst v sestoji (kompetitivna dominanca). Kot sta ugotovila Gurevitch in Unnasch (1989), z umetno odstranitvijo dominantne vrste v sestoji do padca vrstne številčnosti ni prišlo.

Poleg dušika je pogosto tudi fosfor tisto hranilo, ki povzroči evtrofikacijske učinke, od katerih so nekateri neposredni, drugi pa posredni. Od slednjih je predvsem pomemben porast deleža metuljnic v ruši, ki so v tleh z dovolj fosforja in relativnim manjkom dušika nekoliko bolj kompetitivne (Čop in sod., 2004; Henkin in sod., 2006), ker pa vežejo dušik se na daljši rok tudi zaloga dušika v tleh poveča. Wassen in sod. (2005) celo trdijo, da povzroča dodajanje fosforja večje izginevanje vrst, kot dodajanje dušika, saj naj bi uspevalo več redkih in ogroženih vrst na s fosforjem revnih tleh kot pa na tleh, kjer je glavno omejujoče hranilo v tleh dušik. O izrednem vplivu metuljnic na bilanco dušika v

tleh poročajo Palmborg in sod. (2005), ki ugotavljajo veliko povečanje produkcije biomase sestoja, kjer so v znatnem deležu zastopane metuljnice. V poskusu se je pokazal tudi značilen vpliv metuljnic na povečanje nitratnega dušika v tleh. V nasprotju z metuljnicami so ostale vrste v ruši funkcionirale kot zadrževalke dušika. Zaradi komplementarne izrabe virov, posebej hranil v tleh, je bila produkcija biomase povečana v funkcionalno bolj pestri ruši.

Na pomen PK gnojenja in s tem povečanje deleža metuljnic v ruši in hkrati pridelka biomase kažejo tudi raziskave iz Slovenije (Čop in sod., 2004; Verbič, 2006; Verbič in sod., 2000). Poleg tega Čop in sod. (2004) za večletni poskus z gnojenjem in pogostnostjo košnje na dveh tipih mokrotnih travnikov Ljubljanskega barja navajajo še povečanje deleža trav pri povečani pogostnosti košnje, neznačilen padec vrstne pestrosti ob povečani intenzivnosti rabe in ugoden vpliv zapoznele košnje na uspevanje netravnatih vrst oz. zeli v ruši. V primerjavi s pogostnostjo defoliacije se je gnojenje izkazalo za pomembnejše gonilo vegetacijskih sprememb v tem poskusu, posebej še na s hranili revnem tipu travnika, kjer je prišlo do obsežne transformacije vrstne sestave in izginevanja značilnih rastlinskih vrst tega dokaj ogroženega tipa habitata.

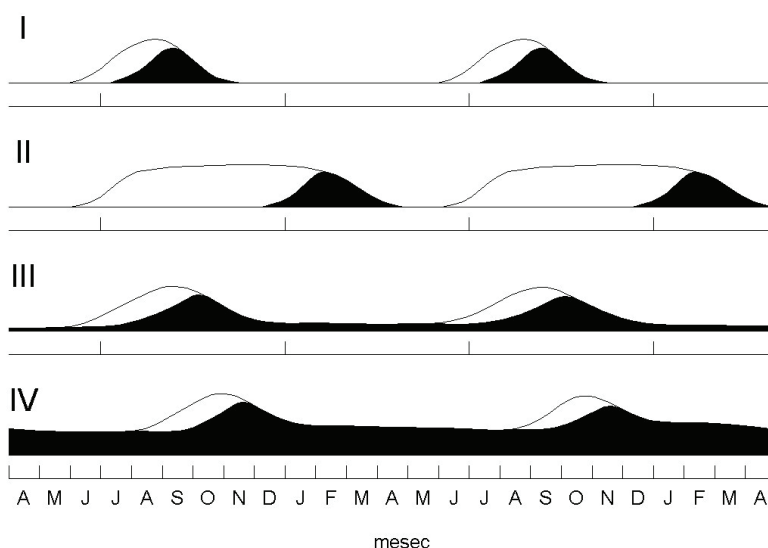
Kot v svoji obsežni raziskavi ugotavljajo Suding in sod. (2005), se potrjujejo določene teoretične napovedi o funkcionalnem profilu rastlin, ki pri evtrofikaciji pridobijo in tistih, ki iz združbe izginevajo. Čeprav opozarjajo na pomen stohastičnosti (zgoraj omenjena hipoteza 3), v skladu s čimer predvsem izginevajo redke vrste z manjšimi populacijami, pa se kažejo tudi določeni funkcionalni premiki v sestavi združb. Tako npr. izginjajo vrste, ki so sposobne vezave N iz zraka in nizke vrste, nekoliko upade tudi delež trajnic. Poveča se delež vrst, katerih strategija preživetja je pridobiti razpoložljiva hranila iz tal (resource aquisition), ko so ta na voljo in manj zadrževanje že pridobljenih hranil (resource conservation); take vrste imajo večjo relativno rast, večje koncentracije N v listih, idr. V smislu CSR strategij (Grime, 2001: 222) evtrofikacija povzroči porast kompetitorjev (C strategija), ruderalnih kompetitorjev (C-R strategija) in ruderalcev (R strategija) (slika 4).

Izredno previdno je potrebno jemati raziskave evtrofikacije, ki trajajo le nekaj let (2-3) (npr. Bonanomi in sod. (2006)). Kljub koristnim podatkom o porastu produkcije biomase in kratkoročnem odzivu vrst, pa v tako kratkem času težko pride do večje vrstne transformacije združbe. Vrste, ki so novim razmeram neprilagojene in ki so slabših kompetitivnih sposobnosti, sicer kmalu izginejo, prav tako se dokaj hitro poveča delež tistim v obstoječi združbi, ki jim gnojenje koristi, precej dlje pa traja, da na takšno eksperimentalno ploskev prispejo vrste iz bližnje ali daljne okolice, katerih uspešna kolonizacija je pogojena s poprejšnjo disperzijo. Šele na zelo dolgi rok, ki upošteva omejitve zaradi počasne disperzije vrst je možno opaziti dejanske posledice evtrofikacije in oceniti ali pestrost pade ali ne (Keddy, 2001: 420). Disperzija na ekološko spremenjene habitate je tem počasnejša, čimbolj je krajina homogena (Dupre in Ehrlén, 2002).

2.2.9 Talne semenske banke in spremembe rabe tal

Ob motnjah (po obsegu majhnih ali velikih) ali ob propadu posameznih rastlinskih osebkov v sestoju, se lahko nastali prostor zapolni z vegetativno razrastjo sosednjih rastlin, disperzijo semen ali trosov iz bližnje ali oddaljene okolice ali pa iz semen iz tal (Grubb, 1977; Grime, 2001: 138-165). Slednji način regeneracije vegetacije definiramo kot talne semenske banke. Gre za strategijo precejšnjega števila rastlinskih vrst, kjer se tla uporablja kot bolj ali manj trajno skladišče semen. Semenske banke pomembno prispevajo k dinamiki vegetacije, rastlinski vrstni pestrosti in ekosistemskemu delovanju (Fenner in Thompson, 2005; Luzuriaga in sod., 2005). Raziskave s področja semenskih bank gredo v več smereh: proučevanje njihove trajnosti pri posameznih rastlinskih vrstah (Hölzel in Otte, 2004; Roberts, 1986; Thompson in sod., 1997), korelacije med trajnostjo semen v tleh in drugimi ekološkimi lastnostmi vrst (Bekker in sod., 1998; Hodgkinson in sod., 1998; Traba in sod., 2006), proučevanje prostorske porazdelitve semen v tleh (Reine in sod., 2006), primerjave nadzemne vegetacije in semenskih bank (Chang in sod., 2001; Hölzel in Otte, 2001; Osem in sod., 2006), raziskave regeneracijskega potenciala semenskih bank pri spremembah rabe in obnovi habitatov (Bakker in sod., 1996a; Bekker in sod., 1997; Handlova in Münzbergova, 2006; Laurent in sod., 2004; Luzuriaga in sod., 2005; Osem in sod., 2006; Sternberg in sod., 2003).

Poznavanje trajnosti semen v tleh je nujno za raziskave dinamike semenskih bank ter medsebojne vplive med vegetacijo in semenskimi bankami. Gre za ekološko zelo relevantno karakteristiko vrst, saj je tvorjenje trajnih semenskih bank učinkovita strategija preživetja v določenih tipih habitatov. Npr. v habitatih, kjer je stalna nevarnost motnje (ruderalna rastišča) so uspešnejše rastline, ki tvorijo trajne in obilne semenske banke, saj zaradi motenj včasih tvorba semen v celem letu ni mogoča in pride do hitre obnove iz več let starega semena iz tal (Fenner in Thompson, 2005: 90; Roberts, 1986). Thompson in Grime (1979) prepoznavata štiri tipe semenskih bank glede na njihovo trajnost in fenologijo kalitve (slika 7). Tipa I in II opredelimo kot prehodni semenski banki (angl. transient soil seed bank), saj semena takih vrst v tleh ne preživijo dlje kot eno leto. Večinoma kalijo že kmalu po dozorettju semena oz. takoj ko nastopijo ugodne ekološke razmere (dovolj vlage za pozno poleti in jeseni kaleča semena pri tipu I in dovolj toplote pri pomladi kalečih semenih pri tipu II). Tip I predstavljajo npr. številne vrste trav iz naravnih in polnaravnih travnišč, tip II pa spomladi cvetoče prezimne enoletnice in trajnice (Grime in sod., 1988). Tipa III in IV iz slike 7 predstavljata dve obliki trajnih semenskih bank, razlikujeta pa se po množini semena, ki ostane po najbolj intenzivnem kalitvenem obdobju. Thompson in sod. (1997) so izdelali nekoliko enostavnejšo klasifikacijo semenskih bank glede na trajnost; vrste so razdelili na: (1) vrste s prehodno semensko banko (semena v tleh ne preživijo dlje kot 1 leto), (2) vrste s kratkotrajno trpežno semensko banko (preživijo 1-5 let v tleh) in (3) vrste z dolgotrajno trpežno semensko banko (preživijo nad 5 let v tleh). Kljub prevladujočemu mišljenju trajnost semen v tleh ni tesno povezana z dormanco. Nekatera semena v tleh dejansko preživijo dolga obdobja, ker so dormantna (npr. trda semena pri metuljnicah), večina semen pa dormanco kmalu preide (pogosto so že imbibirana) in čakajo le še ugodne okoljske razmere (svetloba, toplota, vlaga) (Fenner in Thompson, 2005: 81).



Slika 7: Grafični prikaz štirih tipov talnih semenskih bank (Thompson in Grime, 1979). Osenčen del: semena sposobna takojšnje kalitve v ugodnih razmerah; neosenčen del: živa, vendar dormantna semena. Tipa I in II – prehodni obliki semenske banke, III in IV – trpežni obliki semenske banke.

Figure 7: Graphical depiction of four types of seed banks according to Thompson and Grime (1979). Shaded area: seeds capable of immediate germination in favorable conditions; unshaded area: alive, but dormant seeds. Types I and II – transient seed banks, III and IV – persistent seed banks.

Trajnost semenskih bank pa ni zgolj genetsko pogojena funkcionalna lastnost posamezne rastlinske vrste, pač pa je precej odvisna tudi od okolja, ki lahko pospeši ali zavre propadanje semen oz. zmanjševanje gostote v tleh (Fenner in Thompson, 2005: 85). Zaradi tega je variabilnost trajnosti semen v tleh pri posamezni vrsti velika in težavna je natančna klasifikacija vrst glede na trajnost semen v tleh (Thompson in sod., 1997). Semena so podvržena plenjenju s strani ptic in žuželk, popadanju zaradi napada mikrobov, požarov, idr. Semena so zlasti na udaru plenilcev na površini tal, ko pa zaradi delovanja talnih živali in pokanja tal pridejo globlje v tla, je večja nevarnost mikrobne razgradnje (Fenner in Thompson, 2005: 82). Odnos med plenjenjem semen, njihovo velikostjo in hitrostjo zakopavanja semen je precej univerzalen in logičen – manjša semena plenilci težje najdejo, zaradi svoje velikosti pa tudi hitreje pridejo v globlje plasti tal, kjer so varna pred plenilci. Od tod pomembna korelacija med velikostjo semen in trajnostjo v tleh – vrste z manjšim semenom tvorijo trajnejše talne semenske banke (Thompson in Grime, 1979; Traba in sod., 2006; Fenner in Thompson, 2005:82 in reference na tej strani). Fizično okolje deluje na trajnost pozitivno ali negativno. Hölzel in Otte (2001) tako poročata, da obdobje poplavljenosti vlažnega travnika oz. anoksičnih razmer značilno vpliva na gostoto semen v tleh – bolj ko so tla vlažna, večja je trajnost semen in s tem njihova gostota v tleh.

Tako kot je dinamična nadzemna vegetacija se spreminja tudi sestava in gostota talnih semenskih bank. Fluktuacije so sezonske, letne in na daljša obdobja ter bolj ali manj skladne z dinamiko nadzemne vegetacije. Velikokrat se obravnava talne semenske banke kot skriti potencial za vračanje vegetacije v prejšnje stanje. Tako se na podlagi trajnosti semenskih bank proučuje, kako dolgo po spremembi vegetacije semena še vztrajajo v tleh

in so vir za morebitno obnovo habitatov in biodiverzitete po znatnih človekovih posegih (Augusto in sod., 2001; Bekker in sod., 1997; Handlova in Münzbergova, 2006) ali ob spontani sukcesiji po prenehanju kmetovanja (Bakker in sod., 1996a). Sternberg in sod. (2003) za aridne razmere Mediterana ugotavljajo značilen negativen vpliv intenziviranja paše na gostoto semen v tleh in tudi vrstno sestavo. Navajajo precejšnje zmanjšanje deleža najproduktivnejših trav iz prehodne semenske banke, relativno pa naraste delež vrst, katerih seme je drobno in pogosto dormantno (metuljnice, križnice, trnate nebinovke). Na podlagi izsledkov opozarjajo na pomembnost določanja ustrezne obtežbe, začetka in trajanja paše za zagotavljanje trajno produktivnih in biotsko pestrih travnišč. Na hude posledice intenzifikacije opozarjajo tudi Bekker in sod. (1997), saj opažajo drastično zmanjšanje potenciala semenskih bank za obnovo ekstenzivnih travnišč iz poprej intenzivno rabljenih. Zaključujejo, da so semenske banke dokaj omejen vir izginjajočih vrst, posebej tistih, značilnih za s hranili revna rastišča, ki očitno ne tvorijo trajnih semenskih bank. Na to, da mnoge karakteristične vrste travnišč ne tvorijo trajnih semenskih bank in zato pri spremembah rabe izginejo tako iz nadzemne vegetacije kot tudi talnih semenskih bank opozarjata tudi Handlova in Münzbergova (2006). Bakker in sod. (1996a) so proučevali dinamiko semenskih bank pri spontanem zaraščanju ekstenzivno rabljenega travnišča na Švedskem. Kronosekvenca tudi v tem primeru kaže na izgubo karakterističnih vrst ob sukcesiji; po 55-ih letih močno upadejo ali izginejo vrste kot npr. *Calluna vulgaris*, *Helianthemum nummularium*, *Plantago lanceolata*, *Galium verum*, po 80-ih letih pa npr. *Veronica spicata* in *Viola canina*. Vse te vrste tvorijo prehodne ali kratkotrajne semenske banke. Po 80-letih zaraščanja ostanejo v tleh semena naslednjih travniških vrst: *Trifolium repens*, *Arenaria serpyllifolia*, *Linum catharticum*, *Polygala vulgaris*, *Luzula campestris*, idr. V nasprotju z izginevanjem semen v tleh pa vsaj nekatere vrste kljubujejo zaraščanju tako, da v vegetativni obliki vztrajajo kljub neugodnim razmeram pod zastorom grmov in dreves.

V rastlinskem svetu so najpogostejše talne semenske banke, pri določenih rodovih rastlin ter v specifičnih okoljih pa najdemo tudi zaloge semen na sami rastlini in ne le v tleh. Govorimo o serotiniji (iz lat. izraza *serotinus* = pozen, zakasnen) oz. zračni semenski banki, kjer se semena, kljub temu da so dozorela, tudi več let ne razširjajo v okolico, ampak ostajajo na matični rastlini (Baskin in Baskin, 2001: 133; Fenner in Thompson, 2005: 89). Razširjanje sprožijo šele določeni dejavniki okolja, ki uničijo ali načnejo mehansko zaščito semen. Najpogostejši dejavnik je ogenj, kjer zgorijo zunanje plasti plodov in soplodij, s čimer se semena lahko izsujejo. S tem se te vrste izognejo uničujočemu vplivu ognja na tla, zato se na požariščih hitro razširijo. Ogenj z določeno povratno dobo je celo nujno potreben za njihovo dolgoročno preživetje. Pri nas so tipične rastline s tako strategijo razširjanja in regeneracije po motnjah rod borov, med njimi je črni bor (*Pinus nigra*) kot rastlina suhih rastišč še posebej značilen (Schwilk in Ackerly, 2001).

V raziskavah talnih semenskih bank se raziskovalci poslužujejo predvsem naslednjih dveh metod: (1) metoda kalitve, kjer talne vzorce namestimo v kontrolirane razmere in omogočimo semenom v teh vzorcih, da kalijo in (2) metoda izpiranja semen, kjer iz talnih vzorcev izperemo semena in jih potem identificiramo in štejemo pod lupo (Baskin in Baskin, 2001; Thompson in sod., 1997). Prva metoda je manj časovno potratna in realnejša, saj upošteva le dejansko kaljiva, torej funkcionalna semena (Fenner in Thompson, 2005). Ugotavljanje pod lupo in štetje je zlasti pri drobnejših semenih težavno,

ker jih je prvič težko pridobiti iz tal, posebej iz organskih, drugič jih je težko ločiti od delcev peska ali odmrle organske snovi, tretjič je ugotovljenim semenom težko določiti vrstno, včasih celo rodovno pripadnost in četrtič je za že določena semena težko reči ali so živa ali ne (Gross, 1990) oz. ali bodo kalila tudi naslednjo rastno sezono (Baskin in Baskin, 2001). Ter Heerdt in sod. (1996) zaradi delovne intenzivnosti priporočajo to metodo le za manjše število vzorcev, ki so manjšega volumna in ki vsebujejo zlasti večja semena. Če imamo na voljo kvalitetno referenčno bazo podatkov, slikovno gradivo ali celo pravo semensko zbirko, s čimer lahko kvalitetno določimo vrsto rastline, je kombiniranje obeh metod najučinkovitejše, saj s tem izničimo šibkosti ene in druge metode (Ishikawa-Goto in Tsuyuzaki, 2004). Problem z metodo kalitve je namreč zagotoviti razmere za kalitev za vse rastlinske vrste, saj so zahteve od vrste do vrste lahko zelo različne (Baskin in Baskin, 2001; Fenner in Thompson, 2005). Zaradi razlik v zahtevah rastlin za kalitev in tudi razlik v načinu prekinitve dormance, je v natančnejših raziskavah pogosto opaziti, da metoda izpiranja ugotovi večje število vrst kot metoda kalitve (Ishikawa-Goto in Tsuyuzaki, 2004). Pri metodi kalitve je potrebno paziti na vsaj tri aspekte, ki se tičejo fiziologije in ekologije semen – (1) dormanca semen, (2) ekološke razmere za kalitev in (3) distribucija semen v tleh. Dormanco semen je možno obvladati s terminom vzorčenja, t.j. po preteku zime pri fiziološki dormanci, z obdelavo semen oz. talnih vzorcev (stratifikacija, skarifikacija) pri fiziološki in fizični dormanci ali z globino vzorčenja, kjer so semena globlje in zato dlje časa v tleh bodisi že dozorela (morfološka dormanca) bodisi že načeta zaradi mikrobnih vplivov (Baskin in Baskin, 2001; Fenner in Thompson, 2005). Ekološke razmere pri semenih, ki so sposobna kalitve zagotavljamo večinoma v kontroliranih razmerah. Najpomembnejši dejavniki za kalitev so temperatura, vlaga in svetloba, pri redkih vrstah pa tudi prisotnost določenih kemičnih substanc (npr. prisotnost zogljenega lesa) (De Luis in sod., 2006).

Verjetno najpomembnejša stvar, na katero moramo pri načrtovanju dela za ugotavljanje semenskih bank misliti že na začetku je, kakšne podatke iz raziskave želimo. Morda nas zanimajo zgolj kvantitativni podatki, t.j. podatki o vrstni sestavi, ali pa morebiti kvalitativni podatki t.j. podatki o vrstni sestavi in tudi gostoti semen posameznih rastlinskih vrst v tleh. Slednje zahteva mnogo natančnejše postopke (Fenner in Thompson, 2001), tako v fazi nabiranja vzorcev (velikost vzorcev), kasnejše obdelave (kvantitativni prenos pri morebitnem presejanju) in zagotavljanja razmer za kalitev. Na travniških in v gozdovih, kjer ni tako intenzivnega mešanja tal kot na njivah, je razporeditev semen v tleh lahko zelo neenakomerna, zato le primerno veliki vzorci dajo dovolj zanesljive rezultate o količini semen v tleh.

Ugotavljanje semenskih bank je torej lahko dokaj kompleksno opravilo, posebej zaradi vrstne pestrosti rastlin, ki jo v tleh lahko pričakujemo, in s tem povezane raznolikosti potreb, ki jih te vrste potrebujejo za kalitev svojih semen. Pri interpretaciji rezultatov in primerjanju le-teh z izsledki drugih raziskav je zato potrebno biti previden in posebej paziti na uporabljeno metodologijo. Nikoli se namreč z gotovostjo ne ve, ali neke vrste v raziskavi nismo ugotovili zato, ker je v tleh dejansko ni ali zato, ker zaradi neznanega razloga semena niso kalila.

2.3 METODE V VEGETACIJSKI ZNANOSTI

2.3.1 Metode proučevanja vegetacijskih sprememb

Na fluktuacije okoljskih dejavnikov se rastline kot osebki odzivajo relativno hitro. Z ekofiziološkimi metodami lahko beležimo fiziološke spremembe v rastlini, ki se kažejo kot npr. spremembe v različnih fotosinteznih parametrih, v koncentracijah različnih biokemijskih markerjev, v izražanju določenih genov, ipd. (Larcher, 2003; Bazzaz, 1996: 206). Fiziološke spremembe se dokaj hitro pokažejo tudi na produktivnosti, t.j. bodisi na vegetativni rasti bodisi plodnosti. Zaradi različne odzivnosti rastlinskih vrst na spremembe v okolju neizogibno prihaja do sprememb v sestavi rastlinskih združb in s tem strukturi in funkcioniranju ekosistema. Nekatere vrste zaradi slabše prilagojenosti izginejo ali pa se njihova pogostnost zmanjša, druge postanejo pogostnejše ali celo dominantne. Ta proces na nivoju združb pa je mnogo počasnejši. Dinamika vegetacije po neki motnji na primer ni le posledica te motnje, ampak še različnih vplivov na ekosistem in vegetacijo, ki so delovali kasneje, zato je težko izluščiti vpliv, ki nas zanima (Chapin in sod., 2002). Hitrost sprememb v združbah je odvisna tudi od tipa vegetacije. Kjer prevladujejo enoletne vrste ali kratkoživeče trajnice (npr. v zgodnejših stadijih sukcesije) so spremembe v sestavi hitrejšje, v zrelejših in stabilnejših ekosistemih (gozdovih) pa so lahko skrajno počasne (desetletja ali stoletja) (van der Maarel, 2005). Počasen odziv združb in ekosistemov otežkoča raziskave s tega področja, saj konsistentne zaključke lahko dobimo le ob upoštevanju daljšega časovnega obdobja. Najpogostejši sta dve poti (Pickett in Cadenasso, 2005): (1) časovne vrste oz. trajne ploskve, kjer na določeni lokaciji spremljamo vegetacijo ali ekosistem daljši čas, in (2) kronosekvenca oz. zamenjave časa s prostorom, kjer v istem obdobju spremljamo lokacije z različno, a znano zgodovino (npr. različne stadije sukcesije), pri čemer predpostavljamo, da so (bili) ekološki dejavniki na teh lokacijah enaki. Dolgo so v vegetacijski znanosti prevladovali raziskave v kronosekvencah, počasi pa se je tudi na mnogih trajnih ploskvah nabralo dovolj let za postavljanje trdnejših zaključkov. Prevladujejo časovne vrste, ki so v povezavi z upravljanjem s habitatom (Moog in sod., 2002; Kahmen in sod., 2002; Tilman in sod., 2001; Bakker in sod., 2002a), precej pa je tudi takih, ki obravnavajo zgodnejše, hitrejšje sukcesijske stadije (npr. Bazzaz, 1996 in tam navedeni viri). Vsekakor so časovne vrste (vsaj 20 letne) zaradi bolj kontroliranih in znanih vplivov bolj povedne, zato so nujno potrebne tako za teoretično delo kot tudi bolj praktične namene (Bakker in sod., 1996b; Bakker in sod., 2002b). Pogosto je problem, da je za tak dolgotrajen način raziskovanja v vegetacijski znanosti premalo finančnih in kadrovskih zmožnosti (Peco in sod., 2006).

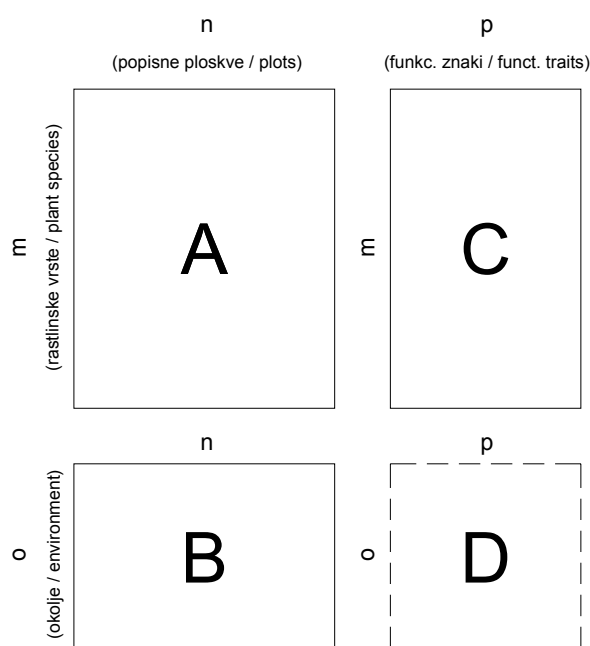
2.3.2 Statistične metode

Podatke ekoloških raziskav zaznamujeta dve značilnosti: (1) velika variabilnost merjenih ali ugotavljanih lastnosti in (2) veliko število hkrati proučevanih spremenljivk (multidimenzionalnost). Variabilnost v ekologiji je posledica izjemno kompleksnih in multiplikih interakcij med sestavinami okolja in živim svetom, zaradi česar so proučevane

zveze (korelacije) mnogo šibkejše kot v drugih znanostih (npr. v fiziki, kemiji, molekularni biologiji, idr.). Na korelacijskih grafikonih opazimo precejšnjo raztresenost (velika varianca), zaradi česar ekološke raziskave zahtevajo veliko število ponovitev, ki omilijo vpliv naključnih dejavnikov, delujočih na izid poskusa. Kompleksnost interakcij in medsebojni vplivi zahtevajo hkratno beleženje mnogih parametrov, ki jih moramo v statistični analizi obravnavati čimbolj celostno. Vegetacijska znanost se ukvarja predvsem z vprašanjem, kako je sestava vegetacije povezana z vplivi okolja, t.j. dejavniki klime, tal, reliefa, režima motenj. Te zveze se analizira z različnimi metodami ordinacije, katero pojmuje kot poenostavitev (razvrstitev) multidimenzionalnih objektov v manjdimenzionalnem prostoru, kar nam omogoča lažjo interpretacijo in odkrivanje interakcij ter gradientov (Legendre in Legendre, 1998; Palmer, 2007). Vhodni podatki za takšne gradientne analize sta lahko dve matriki. Matrika **A** je tabela popisov z razsežnostjo m (seznam vrst) $\times$ n (seznam popisanih ploskev), matrika **B** je tabela proučevanih okoljskih dejavnikov (klima, tla, motnje, itd.) in je razsežnosti o (obravnavani okoljski dejavniki) $\times$ n (vegetacijski vzorci oz. popisne ploskve).

Funkcionalni pristop v vegetacijski znanosti je poleg omenjenih dveh matrik **A** in **B** prispeval še tretjo matriko **C** razsežnosti m (ugotovljene rastlinske vrste) $\times$ p (obravnavani funkcionalni znaki). Tisto, kar nas zanima je povezava med funkcionalnimi znaki in okoljskimi dejavniki, torej relacija med matrikama **C** in **B**, za kar je potrebno izračunati novo matriko **D**. Ker matriki **C** in **B** nista enakih razsežnosti ju ne moremo primerjati neposredno, ampak le preko matrike **A**. Zagata, kako iz matrik **A**, **B** in **C** izračunati matriko **D** (glej sliko 8), je znana kot problem četrtega vogala (Legendre in Legendre, 1998: 565) in metodološko še ni povsem razrešena. Obstaja nekaj predlaganih rešitev, (Doledec in sod., 1996; Lavorel in sod., 1998; Nygaard in Ejrnaes, 2004), ki pa še niso doživele širše uporabe v raziskavah.

Vegetacijski podatki zahtevajo uporabo predvsem multivariatnih statističnih metod. V grobem te metode delimo na klasifikacijske in ordinacijske (Legendre in Legendre, 1998). V klasifikacijskih metodah (klasterska analiza) združujemo enote (vegetacijske vzorce oz. popise) po podobnosti, t.j. po pojavljanju vrst v teh enotah in tako iščemo skupine enot, ki jih skušamo utemeljiti še z nadaljnjimi ordinacijskimi metodami. Izraz ordinacija združuje številne metode, ki skušajo multidimenzionalnost matrik poenostaviti na nekaj novih spremenljivk oz. osi, ki so v korelaciji z originalnimi spremenljivkami (Palmer, 2007). Tudi pri ordinacijskih metodah odkrivamo skupine enot (popisov) in tudi skupine vrst, ki so si podobne v pojavljanju v teh popisih. Nove spremenljivke v nadaljevanju lahko koreliramo z okoljskimi podatki in odkrivamo gradiente ter povezanost med sestavo popisov in okoljem. Pri tem poznamo t.i. direktne gradientne metode, kjer z eno metodo povežemo gradiente v vrstnih podatkih s tistimi v okoljskih podatkih, ter indirektne gradientne metode, kjer gradiente povežemo v dveh korakih z različnimi metodami. Od direktnih gradientnih metod sta najbolj uporabljani redundančna analiza (RDA) in kanonična korespondenčna analiza (CCA), od indirektnih metod pa metoda glavnih komponent (PCA), analiza glavnih koordinat (PCoA), korespondenčna analiza (CA), diskriminantna analiza (DA) in nemetrično multidimenzionalno letvičenje (NMDS) (Legendre in Legendre, 1998; Palmer, 2007; Kenkel in sod., 2002; Prentice, 1977; ter Braak in Šmilauer, 2002b).



Slika 8: Matrike vegetacijskih podatkov. Matrika **D** je izračunana iz preostalih treh (metoda izračuna še ni dokončno sprejeta) in služi za analizo funkcionalne sestave vegetacije v gradientih okoljskih dejavnikov (Legendre in Legendre, 1998: 565; Pillar in Sosinski, 2003).

Figure 8: Matrices of vegetational data. Matrix **D** is computed from the remaining tree matrices (computational method not widely accepted yet) and serves for the analysis of functional composition of vegetation in the gradients of environmental factors (Legendre & Legendre, 1998: 565; Pillar & Sosinski, 2003).

3 MATERIAL IN METODE

3.1 SPLOŠNO O ORGANIZACIJI RAZISKAVE

Zaradi razmeroma široke tematike te raziskave, smo raziskavo razdelili na več segmentov s specifičnimi nameni. Predvidevamo, da smo s tako organizacijo v doglednem času lahko zabeležili določene vzorce dinamike vegetacije, ki se tičejo dveh glavnih sprememb v rabi kraških travnišč: zaraščanja in evtrofikacije oz. intenzifikacije. Zaraščanje kot pomembnejšo obliko sprememb rabe tal na Primorskem krasu smo obdelali obširneje, saj je bil ta proces vključen v vse segmente te raziskave. Raziskava je torej razdeljena na naslednje segmente:

- A. Manipulacijski eksperiment s proučevanjem učinkov gnojenja (eutrofikacije), paše ter opuščanja na travnišču visokega krasa na Vremščici (Virbašnji dol),
- B. Proučevanje zaraščanja s črnim borom v kronosekvencah na JZ pobočju Vremščice,
- C. Proučevanje zaraščanja na območju Podgorskega krasa (nizki kras) v kronosekvencah, primerjave med zaraščanjem s prevladujočimi listavci in zaraščanjem s prevladujočimi iglavci ter ovrednotenje pomena talnih semenskih bank za dinamiko vegetacije na krasu.

Nomenklaturni vir za vse vrste rastlin v tem delu je Mala flora Slovenije (Martinčič in sod., 1999), zaradi tega v besedilu ne navajamo imen avtorjev posameznih taksonov. Imena rastlin navajamo z latinskim imenom, kot je navada v ekoloških krogih, slovenskih imen se poslužujemo redko. Nekatere vrste so zaradi težavnega ločevanja navedene le z rodovnim imenom (npr. *Alchemilla* sp.)

3.2 OBMOČJA RAZISKAVE

Prej omenjene segmente raziskave smo izvajali na dveh lokacijah, na Vremščici in na Podgorskem krasu, zato v tem poglavju podajamo kratek geografski, klimatološki, geološko-pedološki in vegetacijski oris teh dveh območij.

3.2.1 Vremščica

3.2.1.1 Geološke in pedološke razmere

Vremščica je večinoma grajena iz krednih apnencev, v manjši meri so prisotni še paleocenski apnenci. Apnenčasta podlaga narekuje pedogenezo tal na tem območju, tako so se na apnenčasti podlagi razvile sledeče talne oblike: rendzine ter v manjši meri v dolinicah in dolih rjava pokarbonatna tla (npr. na dnu Virbašnjega dola) (Lobnik in sod.,

2002). Rendzine na apnencu so mlada, slabo razvita tla, nastala na karbonatni kamnini, ki vsebuje nad 40 % CaCO_3 . Talni profil gradijo A-C ali A-R horizonti. Humusni A horizont je debel 10-30 cm. Ta talna oblika na Vremščici prevladuje. Pedološke raziskave so pokazale, da je sprsteninasta oblika rendzine najbolj razširjena. Poglavitna tlotvorna procesa sta akumulacija organske snovi in njena postopna mineralizacija. Ker je sprsteninasta rendzina obstojna oblika, gre domnevati, da sta akumulacija organske snovi in njen razkroj uravnorežena. Prhninasta oblika rendzine, ki je značilna za višje ležeče predele, tukaj ni bila ugotovljena. Sprsteninasto rendzino označuje dobro izražen A horizont, ki prehaja v matično podlago neposredno ali preko vmesnega AC horizonta. V A horizontu je skoraj vedno prisoten skelet matične kamnine. Tudi površinska skalovitost je naravno velika, čeprav so bile skale marsikje odstranjene zaradi lažje rabe (košnje).

Opis pedološkega profila sprsteninaste rendzine na apnencu podajajo Lobnik in sod. (2002):

- A1 0 – 16 cm, 7,5 YR 3/2, MI teksture, srednje izražene, drobno grudičaste strukture, drobljiv, svež, močno humozen, korenine zelo goste, posamezen skelet
- A2 16 – 28 cm, 7,5YR 3/2, MGI teksture, grudičast, drobljiv, humozen, okoli 5 % drobnega skeleta, gosto prekoreninjen, svež
- C nad 28 cm

Zgornji horizont sprsteninaste rendzine je MI teksture. Z globino delež gline naraste, tako da ponekod A2 horizont postane težje MGI teksture. Je mrvičaste do drobno grudičaste strukture in propusten za vodo. Gornji horizonti so bogati s humusom, tudi C/N razmerje je ugodno. pH vrednost se giblje v A1 horizontu v območju kisle reakcije 4,6 do 5,0 in v A2 horizontu naraste na 6,2. Stopnja nasičenosti tal je v A1 horizontu pod 50 %, delež Ca ionov znaša le okoli 40 %, kar kaže na procese izpiranja karbonatov iz gornjih horizontov. Delež karbonatov se z globino naglo poveča, tako, da je stopnja nasičenosti v A2 horizontu že 76 %. Rendzine so zaradi plitvega in kamnitega profila ter strmega reliefa bolj primerne za gozdno vegetacijo. Na reliefno manj strmih predelih, kjer je človek v več generacijskih obdobjih uspel odstraniti površinsko skalovitost in je glavni omejitveni faktor za kmetijsko rabo, danes prevladuje antropogena oblika sprsteninaste rendzine.

3.2.1.2 Klimatske razmere

Za območje Vremščice je značilna zmerno topla klima s padavinami porazdeljenimi preko celega leta. V svojih višjih legah prehaja v klimo hladnega gozda, ki jo označuje obilica padavin. Kvantitativno klimo opišemo z vrednostmi posameznih klimatskih elementov in sicer z njihovimi dolgoletnimi povprečnimi vrednostmi in razponi, pomembne pa so tudi njihove vrednosti v vegetacijski dobi. Te vrednosti dobimo na podlagi dolgoletnih opazovanj klimatološke mreže Slovenije (obdobje 1961-1990), na kateri leži tudi območje Vremščice. Izbrani sta bili postaji Nanos-Ravnik (915m) in Mašun (1027m). Obe postaji ležita na približno enaki nadmorski višini kot Vremščica. Dolgoletna povprečna letna temperatura zraka znaša od 5,6°C (Mašun) do 6,9°C (Nanos-Ravnik).

Najhladnejši je januar, s povprečnima temperaturama zraka -3,1°C (Mašun) in -1,8°C (Nanos-Ravnik). Najtoplejši je julij s temperaturami od 14,6°C (Mašun) do 15,7°C (Nanos-Ravnik).

Trajanje sončnega obsevanja v letu znaša na tem območju 1928 ur, in sicer ima najdaljše trajanje julija (264,5 ur) in najkrajše decembra (78,3 ur). Letne energije globalnega obsevanja so od 1150 do 1200 kWh m⁻². Največje energije sončnega obsevanja dobimo v juliju (do 175 kWh m⁻² in najmanjše decembra (okrog 25 kWh m⁻²). Dolgoletna povprečna letna količina padavin znaša od 1834 mm (Nanos-Ravnik) do 2041 mm (Mašun). Padavine so razporejene preko celega leta, a jih največ pade zaradi vpliva sredozemskih ciklonov v novembru: 261 mm (Mašun) oz. 193 mm Nanos-Ravnik).

Za območje je značilen močan SZ veter burja, ki piha ob prehodu hladne fronte. Posebej na grebenih ta veter izrazito vpliva na vegetacijo, tako da se je tam razvila celo samosvoja oblika travniščne združbe. Gre za hladen, sunkovit in suh veter, katerega učinki so tem večji čim bolj je pokrajina negozdnata. Ob suši je burja tudi erozijski pojav, ki odnaša rodovitna tla.

3.2.1.3 Vegetacija

Vremščica je vegetacijsko in tudi floristično dokaj pestra, saj se nahaja na klimatsko prehodnem območju. Za južna pobočja gore je značilno toploljubno rastje, medtem ko so severni in severovzhodni deli precej hladnejši, mezofilnejši. Od negozdne vegetacije prevladujejo suha submediteransko-ilirska travnišča iz razreda *Festuco-Brometea* Br.-Bl. Et Tx. 43 (Kaligarič, 1997). Večina travnišč Vremščice spada v makroasociacijo *Carici humilis-Centaureetum rupestris* Ht. 31, natančneje v montansko subasociacijo *Anthyllidetosum vulnerariae* Poldini 89 (Kaligarič, 1997). Ta je razvita na plitvih tleh (rendzinah), ki so večinoma v pašni rabi, redkeje se kosijo, danes pa so obsežna območja podvržena zaraščanju (Kaligarič, 1997). Hladnejše lege na Vremščici prehajajo v manj tipično submediteransko obarvane združbe, kjer začno v večjem deležu nastopati rastlinske vrste iz mezofilnejše zveze *Mesobromion erecti* Br.-Bl. et Moor 36. Takšne sestoje najdemo tudi v Virbašnjem dolu, kjer je bil opravljen poskus s travno združbo. Zelo kamnite in tople lege prehajajo proti naskalnim vegetacijskim tipom, kjer se v večjem deležu pojavljajo vrste kot *Satureja subspicata*, *Sesleria juncifolia*, *Genista sericea*, idr.

Prehodnost Vremščice v okoljskih razmerah opazimo tudi na ostru ločitvi gozdnih združb. Severna in višjeležeča območja Vremščice prekrivajo dokaj mezofilni bukovi gozdovi iz združb *Lamio orvalae-Fagetum* in *Hacquetio-Fagetum*, tople lege na jugu in jugozahodu pa prekrivajo gozdovi toploljubnih listopadnih listavcev *Ostryo-Quercetum pubescentis* (Ht. 50) Trinajstić 74. Obsežna travnišča Vremščice se zaraščajo v smeri te združbe ali v smeri podtipa s črnim borom (*Pinus nigra*). Takšna zaraščajoča travnišča združbe *Carici humilis-Centaureetum rupestris* smo proučevali v drugem segmentu te raziskave.

3.2.2 Podgorski Kras

Podgorski kras je razmeroma obsežen kraški ravnik med kraškim robom in Slavniškim pogorjem na nadmorski višini od 420 do 500 m (Repolusk, 1998). Gradijo ga paleogenski apnenci, v nekaterih območjih proti kraškemu robu pa se v apnenec zarivajo bolj ali manj dolgi jeziki eocenskega fliša (vale), zaradi česar je meja med Podgorskim krasom in Koprskimi brdi težko potegniti. Tla na Podgorskem krasu so zaradi razmeroma enotne

geološke sestave in ravnega terena dokaj homogene. Prevladuje sprsteninasta rendzina, v manjših depresijah, vrtačah in pod pobočji so se ponekod izoblikovala rjava pokarbonatna tla v tipični obliki (Repolusk, 1998). Debelina tal je večinoma zelo majhna, zaradi česar je zadrževanje vode izredno omejeno. Tanka plast tal je poleg apnenčaste podlage verjetno posledica dezertifikacijskih procesov, povzročenih s pretirano pašo in dodatno podkrepljenih z delovanjem burje v preteklosti (2-3 stoletja nazaj) (Kaligarič, 2006).

Zaradi nepomembnosti območja po gospodarski vrednosti in izredno redke poselitve (leta 1991 le 18 preb. na km²) primanjkuje podatkov s tega območja, tudi meteoroloških. Kljub bližini morja združuje Podgorski kras značilnosti sredozemskih in celinskih podnebnih vplivov, kar se odraža v kombinaciji razmeroma obilnih padavin, njihove neenakomerne porazdelitve skozi leto (dve sušni obdobji: zgodaj spomladi in poleti), razmeroma ostrih zim in vročih poletij. Na najbližji postaji v Kozini je najtoplejši mesec julij s povprečno temperaturo 19,0°C, najhladnejši pa januar pri 0,2°C. Padavine so razmeroma obilne (1300 do 1600 mm na leto), vendar vsa voda zaradi tanke plasti tal in apnenčaste podlage hitro ponikne v globino. Tudi za te kraje je značilna burja, ki pospešuje izhlapevanje vode in vpliva na erozijske procese (Repolusk, 1998).

Kar se rabe tal tiče, prevladujejo pašniki, ki se še vedno obsežno zaraščajo, čeprav v zadnjem času subvencije kmetijskega ministrstva v okviru SKOP ukrepov nekoliko obračajo trend upadanja deleža odprtih zemljišč. Tako se na nekaterih območjih okrog Prešnice, Črnotič in Petrinj spet pase živina, zlasti večje živali: govedo, konji, osli. Pašniki so večinoma edina primerna oblika rabe tega po proizvodnem potencialu siromašnega sveta. Za večino drugih kultur so razmere preostre, posebej težava je zaradi pomanjkanja vode. Manjši del travnišč je v košni rabi; ta prevladuje pod Slavniškim pogorjem, kjer je debelina tal nekoliko večja.

Predvsem sušni stres kot posledica pedoklimatskih dejavnikov ima izreden vpliv na podobo vegetacije na Podgorskem krasu. Od gozdne vegetacije prevladujejo suha travnišča iz zveze *Satureion subspicatae* Ht. 62 (Kaligarič, 1997). Najpogostejša asociacija je, podobno kot na Vremščici, združba nizkega šaša in skalnega glavinca (*Carici humilis-Centaureetum rupestris* Ht. 31, v kateri pa najdemo za razliko od Vremščice nekaj toploljubnejših rastlinskih vrst (npr. *Chrysopogon gryllus*, *Cytisus pseudoprocumbens*, *Dianthus tergestinus*, *Artemisia alba*, idr.). Gre za nižinske oblike asociacije *Carici-Centaureetum rupestris*, od katerih Kaligarič (1997) kot najpogostejšo navaja subasociacijo *Satureetosum variegatae* Poldini 89. Na skrajno siromašnih rastiščih, na zelo kamnitih pašnikih in grižah ter na preprihanih legah preide zgoraj omenjena združba v floristično siromašnejšo asociacijo *Genisto sericeae-Seslerietum junicoliae* Poldini 80, ki tvori že prehod k naskalni vegetaciji. Od gozdne vegetacije so najpogostejši submediteranski toploljubni gozdovi črnega gabra in puhastega hrasta (*Ostryo-Quercetum pubescentis*), velika območja pa pokrivajo tudi drugotni gozdovi črnega bora, ki so bodisi nasajeni (oz. nasejani) bodisi so se razširili spontano. Vegetacija Podgorskega krasa je zaradi sušnih razmer pogosto prizadeta zaradi požarov, ki jih opuščanje rabe in čez območje potekajoča železnica še pospešujeta. Obsežna območja se zaraščajo in tako tvorijo dokaj mozaično krajino z večimi hkrati obstoječimi sukcesijskimi stadiji.

3.3 METODE DELA

3.3.1 Zbiranje podatkov o funkcionalnih znakih rastlinskih vrst

V Sloveniji zaenkrat nimamo podatkovne zbirke, ki bi bila namensko oblikovana za funkcionalno raziskovanje vegetacije. Obstajajo splošna floristična in taksonomska dela (npr. Martinčič in sod. (1999)), kjer se kot ekološko relevantni pojavljajo le lažje ugotovljivi podatki o višini rastlin, času cvetenja in življenjski obliki. Tudi tuje zbirke, kot npr. LEDA (Knevel in sod., 2003), PLANTRAITS, BIOPOP (Poschlod in sod., 2003), BiolFlor (Klotz in sod., 2002) so pri nas le delno uporabne. Kot prvič je zadrega pri uporabi podatkov, pridobljenih v drugačnih klimatskih razmerah zahodne Evrope pri nas in kot drugič je flora našega Submediterana precej drugačna od zahodnoevropske, zato mnogo naših vrst (posebej tistih z dinarsko razširjenostjo) v teh tujih zbirkah manjka.

Ekološke podatke o rastlinskih vrstah, ki so bile najdene ob popisovanju vegetacije smo tako zajemali na dva načina. Iz razpoložljive domače in tuje literature smo pridobili podatke, za katere pričakujemo manjšo medregionalno in znotrajkontinentalno variabilnost oz. so splošno uporabni za večino klimatskih področij (življenjska oblika, življenjska doba, ipd.). Ostale znake smo ugotavljali s terenskimi in laboratorijskimi meritvami. Rastlinskih vrst, ki so se v popisih pojavljale zelo redko in z zanemarljivo pokrovnostjo, nismo vključili v meritve. Seznam ugotavljanjih znakov, atributov znakov ter načini njihovega pridobivanja so zbrani v preglednici 4.

Preglednica 4: Funkcionalni znaki s pripadajočimi atributi, uporabljeni v tej raziskavi ter način oz. vir določanja in zbiranja podatkov.

Table 4: Functional traits and attributes, used in this research together with the method of collating the data.

Znak / stanja znaka (atributi)	Okrajšava	Vir
Življenjska oblika (Life form)	LF	Martinčič in sod. (1999)
Fanerofit	LF1	
Geofit	LF2	
Hemikriptofit	LF3	
Terofit	LF4	
Hamefit	LF5	
Življenjska doba (Life span)	LN	Martinčič in sod. (1999)
Enoletnice	LN1	
Dvoletnice	LN2	
Trajnice	LN3	
Tip vegetativne razrasti (Lateral spread type)	LS	Martinčič in sod. (1999); lastno ugotavljanje; Grime in sod. (1988)
Rastline s posameznimi stebli	LS1	
Kompaktna rast (šop)	LS2	
Blazinasto širjenje	LS3	
Rušnato širjenje	LS4	
Funkcionalna skupina travniških rastlin (Functional group of grassland plants)	GR	Lastna določitev
Šaši, bekice	GR4	
Zeli	GR3	
Metuljnice	GR2	
Lesnate rastline	GR1	
Trave	GR4	
Habitus (Canopy structure)		Lastna določitev; Grime in sod. (1988).
Pokončne	CS1	
Polrozetaste	CS2	
Rozetaste	CS3	
Trajnost listov (Leaf persistence)	LP	Klotz in sod. (2002)
Prezimni listi	LP1	
Trajno zeleni listi	LP1	
Neprezimni listi	LP2	
Anatomija listov (Leaf anatomy)	LA	Klotz in sod. (2002)
Higromorfni	LA1	
Mezomorfni	LA2	
Skleromorfni	LA3	
Tip razmnoževanja (Reproduction type)	REP	Klotz in sod. (2002); lastna določitev
Seme	REP1	
Večinoma seme, redko vegetativno	REP1	
Seme in vegetativno	REP2	
Večinoma vegetativno, redko seme	REP3	
Višina rastlin (Plant height)	H	Lastno ugotavljanje po Cornelissen in sod. (2003b)
Specifična listna površina (Specific leaf area)	SLA	Lastne meritve po Cornelissen in sod. (2003b) ter Garnier in sod. (2001)
Vsebnost suhe snovi v listih (Leaf dry matter content)	LDMC	Lastne meritve po Cornelissen in sod. (2003b) ter Garnier in sod. (2001)
CSR strategija po Grimu (1977) (CSR strategy)	CSR	Numerično ugotovljeno iz drugih znakov po metodologiji Hodgson in sod. (1999)

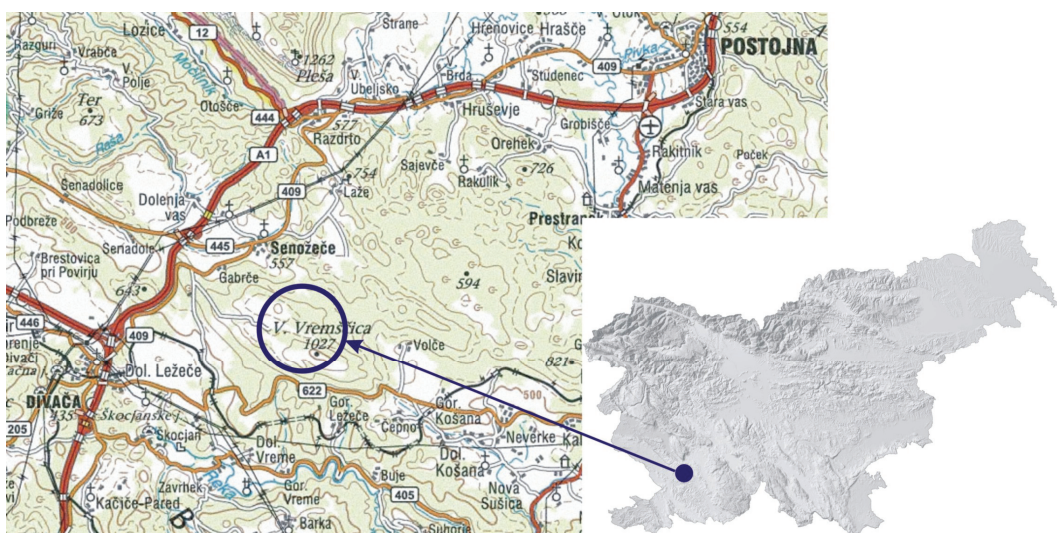
Meritve rastlin smo izvajali po metodologiji, ki je s priročnikom Cornelissena in sod. (2003b) standardizirana, s čimer so omogočene primerjave z izsledki drugih avtorjev. Meritve SLA in LDMC smo izvedli ob upoštevanju natančnih navodil Garniera in sod. (2001). Oboje hkrati smo merili na dvajsetih ponovitvah. Na terenu smo pred ali med cvetenjem rastlin nabrali po dvajset rastlin oz. pri večjih rastlinah dvajset rastlinskih poganjkov, jih vložili v polivinilaste vreče ter le-te v hladilno skrinjo, da smo preprečili pretirano izsuševanje in gnitje zaradi vročine. Pri redkejših ali celo ogroženih vrstah smo nabrali le deset primerkov in na njih kasneje merili po dva lista. V laboratoriju smo rastline ponavadi čez noč vložili v kozarce napolnjene z vodo, jih postavili v hladnejši prostor in čeznje povezili plastično vrečo, da smo zagotovili čim boljše rehidracijo. Na poganjku smo odtrgali polno razvit list z vsemi deli (pecelj, prilisti, vitice, ipd.) iz zgornje tretjine poganjka in ga takoj stehali na miligram natančno. Pri vrstah, kjer so prisotni listi rozete in tudi listi zgornjega dela poganjka, smo merili oba tipa listov. Pri vrstah z drobnimi listi (pod 0,07 g sveže teže) smo merili več listov iste rastline hkrati. Čeprav teoretično tak postopek ni pravilen, je končni rezultat natančnejši, kot če bi merili vsak list posebej, saj je merilna napaka tako manjša. Pri vrsti *Hypericum perforatum* smo npr. merili po dva, pri vrsti *Linum tenuifolium* pet, pri vrsti *Cruciata glabra* pa po deset listov skupaj. Po tehtanju smo liste skenirali v barvah pri ločljivosti od 600 do 150 dpi (odvisno od velikosti listov) in jim izmerili površino s sistemom za analizo slike AnalySIS (Soft Imaging System GmbH, 2003). Barvno sliko smo razdelili na R, G in B barvne kanale, površino smo merili le na modrem (B) kanalu, ki se je pokazal za najbolj kontrastnega. Zvite, globoko deljene in sestavljene liste smo pred skeniranjem razdelili na segmente, in tako preprečili prekrivanje posameznih delov listov. Skenirane liste smo nato vložili v papirnate vrečke in sušili v sušilniku pri 60°C tri do štiri dni. Suhe liste smo takoj po odvzemu iz sušilnika stehali na desetinko miligrama grama natančno in na osnovi sveže in suhe mase ter listne površine izračunali SLA in LDMC.

Na podlagi nekaterih od zgoraj navedenih lastnosti smo tistim rastlinam, ki tega do sedaj še niso imele, ugotovili funkcionalni tip oz. strategijo po Grimu, pri čemer smo uporabili metodologijo, kot jo navajajo Hodgson in sod. (1999).

3.3.2 Proučevanje učinkov paše ovac in gnojenja na Vremščici

Na Vremščici, natančneje v Virbašnjem dolu t.j. na severnem pobočju te kraške gore, smo izvedli poskus s pašo ovac in gnojenjem z različnimi kombinacijami mineralnih gnojil ter tako skušali proučiti odziv travniške združbe na ta dva dejavnika (Eler in sod., 2005). Posebej so nas zanimala spremembe v funkcionalni sestavi, t.j. spremembe deležev funkcionalnih lastnosti prisotnih rastlin ter premiki v prevladujočih strategijah rastlin.

Poskus je bil izveden na površinah Centra za sonaravno rekultivacijo Vremščica, kjer poteka nadzorovana paša ovac od leta 1992 (Vidrih, 2006). Severne lege proučevanih pašnikov ne moremo fitocenološko označiti kot tipično združbo kraških pašnikov *Carici humilis* – *Centaureetum rupestris* Horvat 31. Manjka precej značilnic te toploljubne združbe, pojavljajo pa se bolj mezofilne vrste, ki nakazujejo hladnejšo celinsko klimo. Tudi gozdna vegetacija na tej nadmorski višini in podobni ekspoziciji, ki jo lahko vidimo vzhodneje od poskusnih površin ob prevladi bukve kaže ostrejšo klimo. V tem pogledu je raziskava po klimatskih značilnostih na meji veljavnosti za slovenski Submediteran.



Slika 9: Geografska lokacija poskusa na Vremščici (kratografska podlaga: PK250, Geodetski zavod RS).

Figure 9: Geographical location of the experiment on the Vremščica mountain.

Vegetacijske popise in vzorčenje tal smo opravili v letu 2004, kar je 11 let po začetku manipulacije s hranili in režimom motnje na tej travni ruši. V tem času že lahko predvidevamo učinke na vegetaciji in tudi v tleh, saj se le-ti v ekosistemih, kot je travniški, pokažejo precej zakasnjeno, oz. so učinki po prvih nekaj letih ponavadi prehodni. Na poprej vizuelno homogenem pašniku so bila vzpostavljena naslednja obravnavanja:

- A - pašeno in gnojeno s $30 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$, $90 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}$, $90 \text{ kg ha}^{-1} \text{ K}$
- B - pašeno in gnojeno s $30 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$, $90 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}$
- C - pašeno in gnojeno z 90 kg ha^{-1} fosforja
- D - pašeno in negnojeno
- E - nepašeno in negnojeno.

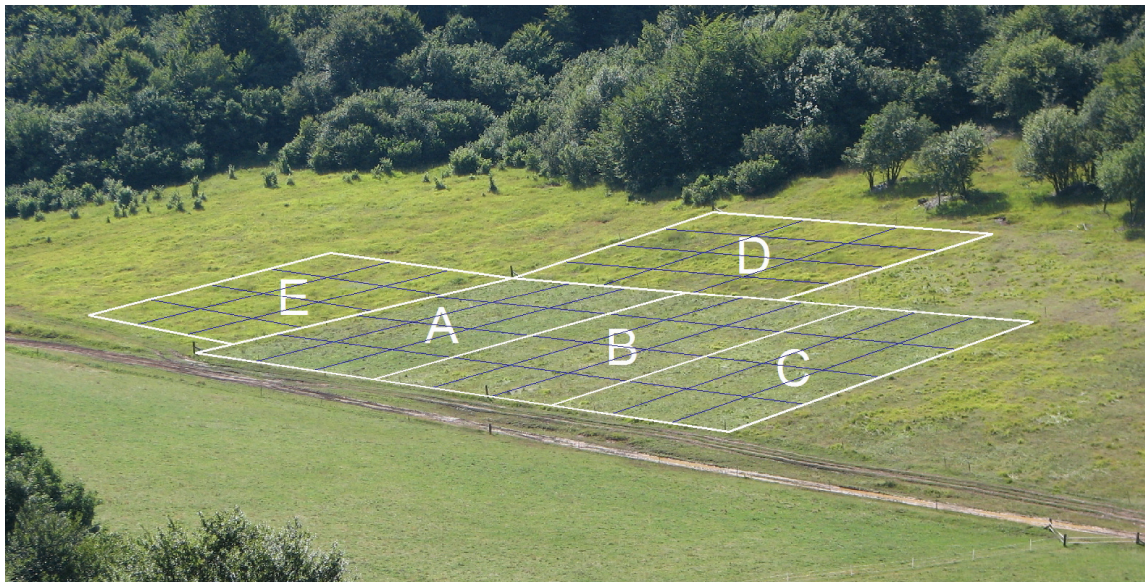
Z izbiro obravnavanj smo želeli proučiti predvsem dve možni obliki sprememb rabe na tem pašniku: učinke gnojenja oz. evτροφikacije, kar pomeni intenziviranje živinorejske proizvodnje (obravnavanja A, B in C), ter na drugi strani učinke opuščanja paše (obravnavanje E). Oboje smo primerjali z obravnavanjem D, ki smo ga privzeli za tradicionalen način rabe tal na tem območju. Zanimivo bi bilo še obravnavanje z gnojenjem in brez paše, vendar bi imelo bolj teoretski pomen, manj pa ob danih odmerkih gnojil kot realno možno obliko sprememb rabe kraškega pašnika.

Poskus je bil postavljen v zasnovi slučajne skupine. Vsakemu obravnavanju smo dodelili po 12 ploskvic velikosti $4 \times 3 \text{ m}$, od katerih smo jih po štiri pripisali posameznim terminom popisovanja vegetacije: spomladanskemu, poletnemu in jesenskem (za načrt poskusa glej sliko 10). S tem smo želeli zajeti tudi morebitno znotrajsezonsko variabilnost v sestavi vegetacije. Celoten poskus je bil v letu popisovanja obdan z elektroograjo, da smo preprečili dostop domačih in divjih živali. Obravnavanja pod pašo v tem letu torej niso bila pašena, tako da rezultati beležijo učinek paše iz prejšnjih let. Paša, ki poteka na teh površinah že dobro desetletje, je kontrolirana (Vidrih, 2006), kar pomeni, da je pašnik razdeljen na čredinke, s čimer je do določene mere možna regulacija defoliacije. Skupno je bilo opravljenih 60 vegetacijskih popisov - 20 od teh v spomladanskem (1. junija 2004), 20 v poletnem (28. julija 2004) in 20 v jesenskem terminu popisovanja (17. september 2004). Vsako poskusno ploskvico smo popisali po kombinirani Braun-Blanquetovi lestvici (Braun-Blanquet, 1964; Dierschke, 1992), ki ocenjuje obilnost rastlinskih vrst (abundanco) in njihovo pokrovnost (dominanco) z naslednjimi vrednostmi:

- 5 – vrsta ne glede na število osebkov pokriva 75-100 % površine
- 4 – vrsta ne glede na število osebkov pokriva 50-75 % površine
- 3 – vrsta ne glede na število osebkov pokriva 25-50 % površine
- 2 – vrsta zelo številna ali pokriva 10-25 % površine
- 1 – vrsta številna, toda z majhno pokrovnostjo, ali pokriva manj kot 10 % površine
- + – vrsta redka, pokrovnost neznatna.

To skalo smo za potrebe večine analiz trasformirali na deleže, kar smo storili z upoštevanjem srednje vrednosti pokrovnostnega razreda. Ocen 5 tako pripada pokrovnostni delež 87,5 %, oceni 4 67,5%, itd. (Dierschke, 1992). Obenem z ocenami pokrovnosti posamezne rastlinske vrste na popisni ploskvi smo ocenili tudi skupno pokrovnost rastlin in delež skal na površini tal. Spomladi 2004 so bili nabrani tudi talni vzorci za pedološke analize in sicer po štirje na obravnavanje, skupno torej 20 vzorcev tal. Vzorčili smo s sondo premera 7 cm in globine 8 cm; vsak vzorec je vseboval po štiri podvzorke. Vzorce smo posušili pri 40°C , jih zmleli in presejali skozi 2 mm sito. Pred analizo smo iz vzorcev odstranili večje kose organskega materiala, zlasti korenine in koreninske preplete. Laboratorijske analize so bile opravljene na Centru za pedologijo in

varstvo okolja, Oddelek za agronomijo, Biotehniška fakulteta. Vključevale so naslednje parametre: P, K, skupni N, organski C po Walkley-Black metodi in pH vrednost (CaCl_2).



Slika 10: Shema poskusa v Virbašnjem dolu na Vremščici, kjer smo v petih obravnavanjih (A-E) proučevali vplive različnih postopkov gnojenja z mineralnimi gnojili in vplive izostanka paše na tradicionalno pašeno in negnojeno kraško travnišče. Vsako obravnavanje je sestavljalo 12 ploskev (3 x 4 m), razdeljenih v tri termine po štiri ploskve.

Figure 10: Scheme of experiment of the part A of the research in the Virbašnji dol on the Vremščica mountain. Experiment was organized in five treatments (A-E), representing the influence of different combinations of fertilizer addition and influence of cessation of grazing on the traditionally grazed and unfertilized calcareous grassland. Each treatment comprised twelve plots (3 x 4 m), which were sampled by four in three terms.

Rastlinam iz te raziskave smo ugotovili izbrane funkcionalne lastnosti po metodologiji opisani v poglavju 3.3.1. Funkcionalni znaki, ki smo jih izbrali za ta segment raziskave, so prikazani v preglednici 4. Izbrali smo devet (9) znakov, ki so povezani z osnovnimi rastlinskimi procesi: razmnoževanjem, uveljavitvijo rastlin v združbi in trpežnostjo rastlinskih osebkov v sestoju. Poleg tega smo proučevali odziv Grime-ovih (2001) CSR strategij na spremembe v rabi pašnika. Rastlinam smo dodelili enega od 19 funkcionalnih tipov CSR modela in izračunali povprečno CSR strategijo celotnega vegetacijskega popisa (Hunt in sod.; 2004), pri čemer smo upoštevali deleže pokrovnosti rastlin. CSR strategije rastlinskih vrst smo pridobili bodisi iz literature bodisi z lastnim ugotavljanjem po metodologiji, ki jo navajajo Hodgson in sod. (1999). Za poseben oris funkcionalne sestave vegetacije po obravnavanjih smo uporabili še indeksa za trpežnost rastlin na pašo in krmno vrednost rastlin ter izračunali s pokrovnostjo tehtana povprečja po obravnavanjih. Omenjeni indeksi so podobno kot Ellenbergovi ekološki indeksi 9-stopenjske ordinalne lestvice, kjer so rastlinskim vrstam na podlagi obsežnih opazovanj, poskusov in eksperimentalnega znanja dodeljene ustrezne vrednosti (Klotz in sod., 2002: 203).

Podatke v tem segmentu raziskave smo analizirali z različnimi univariatnimi in multivariatnimi metodami. Razlike v prevladujočih CSR strategijah med obravnavanji smo ugotavljali s splošnim linearnim modelom. Razlike v floristični sestavi smo analizirali z uporabo korespondenčne analize z odstranjenim trendom (DCA), pri čemer smo upoštevali deleže pokrovnosti rastlin. Povezave med florističnimi podatki in okoljskimi razmerami smo analizirali s kanonično korespondenčno analizo (CCA), prav tako smo s to analizo raziskali povezanost florističnih podatkov in funkcionalnih lastnosti, pri čemer je bilo potrebno matriko vegetacijskih popisov (matriko **X**) poprej transponirati. Pri obeh analizah smo izbrali metodo s postopnim vključevanjem (*Forward selection*) za izbiro pojasnjevalnih spremenljivk, statistično značilnost za $p < 0,05$ teh spremenljivk pa smo testirali z Monte Carlo permutacijskim testom pri 499 permutacijah. Nominalne in ordinalne spremenljivke smo za to analizo pretvorili v umetne spremenljivke. Razlike v relativnih frekvencah stanj izbranih funkcionalnih znakov smo iz vrednotili s splošnim regresijskim modelom (GLM). CCA in CA smo opravili s CANOCO 4.5 za Windows (ter Braak in Šmilauer, 2002), ostale analize pa s programskim paketom Statistica 7.0.

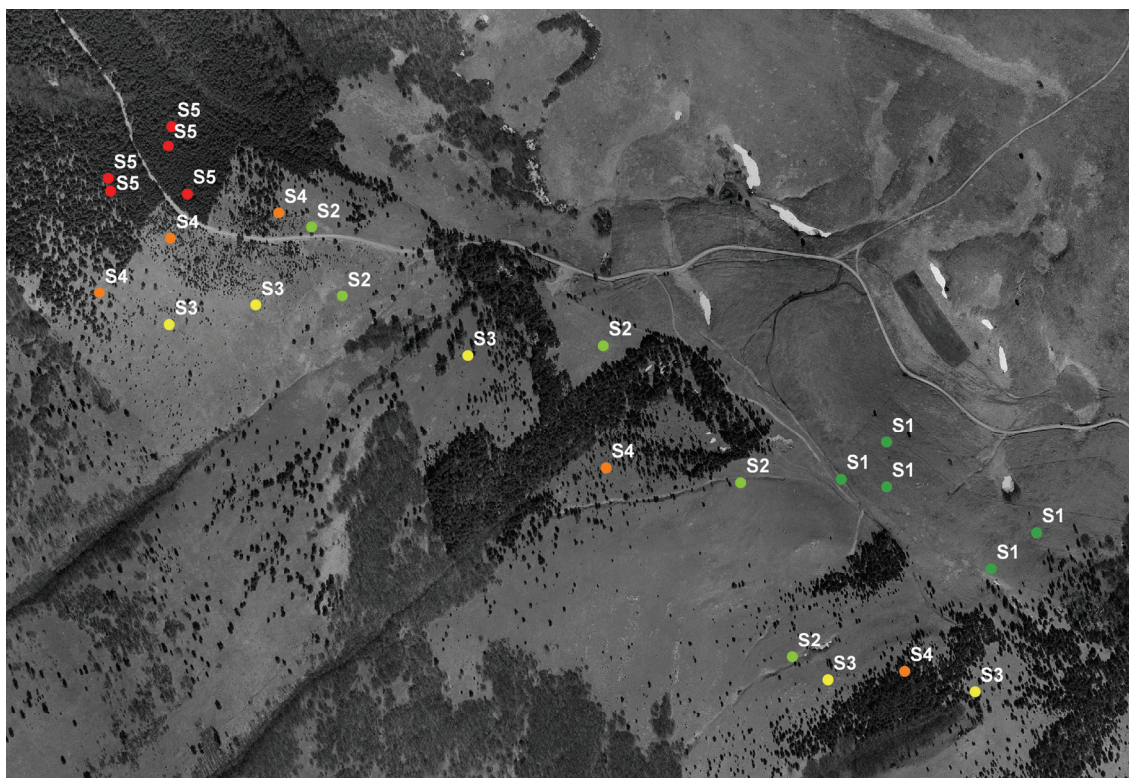
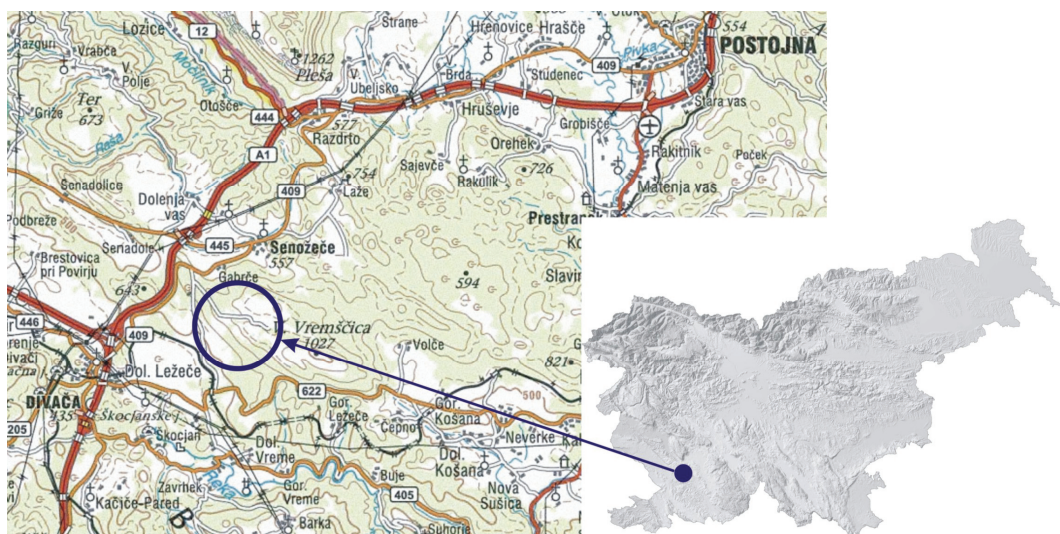
3.3.3 Proučevanje zaraščanja travnišč s črnim borom na Vremščici

V tem segmentu raziskave smo v kronosekvencah proučevali vegetacijske procese pri zaraščanju kraškega travnišča s črnim borom. Izbrana so bila naslednja obravnavanja, ki jih lahko tolmačimo kot stadije zaraščenosti:

- S1 - kraško travnišče v pašni rabi
- S2 - opuščeno travnišče brez vidnega deleža črnega bora (in drugih lesnatih rastlin)
- S3 - zgodnejša faza zaraščanja s črnim borom (do 2 m visoki bori)
- S4 - poznejša faza zaraščanja s črnim borom (do 5 m visoki bori)
- S5 - borov gozd

Proučevane nezaraščene in delno zaraščene površine fitocenološko uvrstimo v makroasociacijo *Carici humilis – Centaureetum rupestris* Horvat 31, natančneje v višinsko formo, ki jo spoznamo po značilnicah, ki jih navaja Kaligarič (1997: 53). Zaraščene in močno zaraščajoče površine na teh toplih, južnih do jugozahodnih pobočjih Vremščice lahko uvrstimo v asociacijo *Seslerio autumnalis-Ostryetum carpinifoliae*, nekateri avtorji (Zupančič, cit. po Kaligarič, 1997: 20) pa takšne združbe zaradi povsem prevladujočega črnega bora, ki se pojavlja drugotno, uvrščajo v samostojne asociacije (npr. *Seslerio autumnalis-Pinetum nigrae* n.nud.).

V vsakem obravnavanju je bilo po pet ponovitev, lokacije smo izbrali s poprejšnjim pregledom terena, mikrolokacijsko pa z naključno izbiro (slika 11). Pri izboru smo skušali ploskve istega obravnavanja izbirati karseda vsaksebi, da bi zmanjšali učinek psevdoponovitev. S to raziskavo smo poleg sprememb v sestavi rastlinskih združb v različnih stadijih zaraščanja želeli ugotoviti tudi spremembe v krivuljah gostote vrst, posebej še nagib krivulje (parameter z), zato smo vegetacijo popisovali po metodi vgnezenih kvadratov (nested quadrats), z naslednjimi dolžinami stranic: 0,625 m, 1,25 m, 2,5 m, 5 m, 10 m in 20 m (slika 12). Kvadrati so bili zmeraj orientirani vzporedno s pobočjem. V vsakem kvadratu znotraj 400 m² popisne ploskve smo beležili le prisotnost rastlinskih vrst, ne pa tudi njihove pokrovnosti. Popisovali smo v začetku oktobra (od 5. do 13. oktobra) 2006. S tem datumom sicer najbrž nismo uspeli zajeti vseh rastlinskih vrst, posebej ne spomladanskih geofitov, vendar predvidevamo, da smo, tudi zaradi vremenskih razmer v letu 2006, vseeno zajeli veliko večino vrst. Vlažen avgust in topla jesen sta namreč ugodno vplivala na obnovo vegetacije po suši v juniju in juliju, tako so se do časa popisovanja dovolj razvile trajne vrste ter nekatere tudi množično pocvitala, kalile in dorasle do stadija rozete pa so tudi že prezimne enoletnice (npr. *Arabis hirsuta*).



Slika 11: Območje raziskave in natančnejše lokacije raziskovalnih ploskev na JZ pobočju Vremščice. Oznake točk pomenijo sukcesijski stadij (kratografske podlage: PK250, DOF5, Geodetski zavod RS).

Figure 11: Geographical position of the study area and locations of the research plots on the SW slope of the Vremščica mountain. Point labels denote the successional stage.



Slika 12: Shematski prikaz vzorčne ploskve z vgnezdjenimi kvadrati in ugotavljanimi okoljskimi dejavniki na ploskvi (svetlobne razmere, vzorčenje tal).

Figure 12: Scheme of sample plot with nested quadrats and environmental measurements within the plot (light conditions, soil sampling).

Na vsaki popisni ploskvi smo ocenili nagib terena s pomočjo ročnega kotomera ter določili geografsko pozicijo in nadmorsko višino s pomočjo GPS naprave. Točko, iz katere sukcesivno izhajajo vedno večji kvadrati, smo na terenu trajno označili in določili usmerjenost kvadratov, s čimer bo eventualno v prihodnosti možno ponavljati popise in meritve ter priti do prave časovne vrste.

3.3.3.1 Ekološke razmere

Za bolj poglobljeno razumevanje ekoloških procesov in odkrivanje vzorcev v naravi smo na vsaki od 25 popisnih ploskev poleg vegetacije ugotavljali še talne in svetlobne razmere. Tla smo vzorčili v novembru 2006 v dveh ponovitvah na popisno ploskev in sicer v sredini prvega in tretjega 100 m² kvadrata (slika 12). Vsak od dveh vzorcev na ploskev je predstavljal združen vzorec osmih (8) podvzorcev globine 10 cm, s čimer smo skušali zajeti čim več variabilnosti v pedoloških dejavnikih na mikroskali. Še pred samim sondiranjem smo odgrnili plast opada, s čimer smo zajeli le tisti segment tal, kjer je dejansko prisotno koreninjenje. Tako nabranih 50 vzorcev smo v laboratoriju še sveže ročno zdrobili, kar je bilo zaradi primerne vlažnosti in že na zunaj opazne velike količine organske snovi razmeroma enostavno, nato pa presejali skozi 5 mm sito. S tem smo izločili nekaj skeleta, predvsem pa koreninske preplete, ki bi lahko močno vplivali na rezultate laboratorijskih analiz, zlasti na delež organske snovi. Tako pripravljene vzorce smo posušili v sušilniku pri ca. 60°C, nato pa zračno suhe presejali še skozi 2 mm sito. Laboratorijske analize so bile opravljene na Centru za pedologijo in varstvo okolja, Oddelek za agronomijo, Biotehniška fakulteta. Vključevale so naslednje parametre:

- reakcijo tal, določeno elektrometrično v suspenziji 10 ml talnega vzorca in 50 ml 0,01,
- M CaCl₂,
- fosfor in kalij po AL- metodi,
- skupni dušik in skupni ogljik po metodi sežiga na CN analizatorju VarioMax (Elementar America's),
- C:N razmerje.

Ob tem je potrebno omeniti, da smo skupni ogljik, dobljen po metodi sežiga, enačili z organskim ogljikom, čeprav skupni ogljik v tleh poleg organskega ogljika v kemičnem smislu sestavlja še anorganski ogljik (zlasti karbonati) in elementarni ogljik, ki je v tleh večinoma v obliki oglja, saj ali grafita (Kerven in sod., 2000). Kot je navedeno v standardu SIST ISO 10693: 1996 (ISO 10693) je vsebnost skupnega ogljika, dobljena po metodi sežiga, dober približek organskemu ogljiku pri dovolj nizkih pH vrednostih (pod 6), saj je tedaj vsebnost karbonatov, ki k pH vrednosti znatno prispevajo, majhna. Ostaja pa vprašanje oglja v tleh, ki bi na Krasu zaradi vnetljive vegetacije lahko bil prisoten v določenem deležu. Obstaja nekaj zapletenih metod direktnega in indirektnega merjenja količine oglja v tleh (Skjemstad in sod., 1999; Skjemstad in Taylor, 1999), ki jih v tej raziskavi ni bilo niti mogoče niti smiselno uporabiti, zato smo tudi oglje šteli kot del organske snovi. Kemično je oglje kot (pretežno) elementarni ogljik v tleh inertno in trajno, vendar pa je njegov izvor organski. Poleg tega naj bi prispeval določen delež k sorptivni sposobnosti tal (Zackrisson in sod., 1996).

Svetlobne razmere smo v tem segmentu raziskave ugotavljali z metodo hemisferične fotografije, pri kateri glede na poznano geografsko širino in dolžino, nadmorsko višino, ekspozicijo in nagib terena določimo za vegetacijsko obdobje, ki nas zanima, potencialno sončno obsevanje na točki posnetka. Na tak posnetek hemisfere namreč lahko narišemo sončeve poti ter ob upoštevanju zastrtosti neba z drevjem, izračunamo deleže potencialnega direktnega in difuznega sončnega obsevanja (Diaci, 1999). Zastrtost neba učinkovito določimo iz hemisferičnih posnetkov z računalniško analizo slike, pri čemer na podlagi barvnih vrednosti ločimo segmente slike, ki predstavljajo krošnje dreves oz. zarast od segmentov, ki predstavljajo nebo.

Svetlobne razmere smo na vsaki od naših ploskev ugotavljali v štirih (4) ponovitvah, tako da smo celotno 400 m² ploskev razdelili na štiri (4) kvadrate velikosti 100 m² in v sredini le-teh napravili hemisferični posnetek na višini 0,75 m. Vseh 100 posnetkov smo opravili v enem dnevu, 21. novembra 2006 v za to metodo precej idealnih razmerah, t.j. v oblačnem vremenu. Homogeno nebo v oblačnem vremenu namreč pripomore k natančnejšim rezultatom in hitrejšemu delu. Termin snemanja, čeprav nekako izven vegetacijske dobe, smatramo za dovolj reprezentativnega, saj je raziskava potekala na površinah, ki so v izključnem zaraščanju s črnim borom, ki je vednozeleno vrsta. Listopadne drevesne ali grmovne vrste predstavljajo vidnejši delež samo v zeliščni plasti, s čimer vsaj zaenkrat še ne vplivajo na rezultat ugotavljanja svetlobnih razmer na naših raziskovalnih ploskvah.

Posnetke smo analizirali s programsko opremo WinSCANOPY 2003 pro-b, kjer smo za vegetacijsko obdobje določili obdobje od 1. aprila do 31. oktobra, za razporeditev difuzne svetlobe pa smo uporabili model »Standard overcast sky«. V izračunu je bil upoštevan položaj sonca znotraj definiranega intervala (vegetacijskega obdobja) vsakih pet (5) minut. Za solarno konstanto sevanja smo privzeli vrednost 1370 W/m², 0,6 za atmosfersko prevodnost, 0,51 za konverzijski faktor in 0,15 za delež difuzne komponente potencialnega direktnega sevanja. Za splošne razmere sevanja smo uporabili skupno odprtost sklepa krošenj oz. zaraščeniosti (angl. total openness), definirano kot delež neba nad objektom fotoaparata, ki ga ne prekriva vegetacija, v našem primeru črni bor. Za ovrednotenje vseh posnetkov smo uporabili klasifikacijsko metodo barvnih enot (angl. pixel classification method).

3.3.3.2 Analiza podatkov

Na podlagi števila vrst po posameznih vgnezenih kvadratih smo izdelali krivulje gostote vrst za vsak sukcesijski stadij posebej, pri čemer je vsaka krivulja izdelana iz petih ponovitev. Uporabili smo log-log model, kakor predvideva tudi zveza med številom vrst in površino (glej poglavje 2.2.3.2). S sistemom regresije po stratumih smo primerjali vrednosti parametrov krivulj med sukcesijskimi stadiji, pri čemer smo po korakih ugotavljali identičnost premic, vzporednost premic in enakost odseka na ordinatni osi ter tako skušali priti do najučinovitejšega modela. Poleg tega smo izračunali parametra c in z krivulje gostote vrst za vsako ploskev posebej in primerjali oba parametra po stadijih z enosmerno ANOVA. Posebej smo z ANOVA primerjali še število vrst na majhnih (1,56 m²) in velikih kvadratih (400 m²). Vse kazalce vrstne pestrosti (parametra krivulje gostote vrst, število vrst v velikih in majhnih kvadratih) smo skušali pojasniti z ugotavljanimi ekološkimi dejavniki, pri čemer smo uporabili multiplo regresijo z metodo izbiranja značilnih spremenljivk (*forward selection*) pri $\alpha=0,05$. Proučiti smo želeli tako vpliv velikosti dejavnikov (npr. zastrtost) kot tudi variabilnost dejavnikov znotraj posamezne ploskve. Za oceno variabilnosti smo izračunali brezdimenzijski koeficient variacije dejavnika (KV%), ki je bil za pedološke podatke izračunan iz dveh ponovitev na ploskev, za svetlobne razmere pa iz štirih ponovitev (slika 12). Enosmerno ANOVA smo uporabili tudi za ugotavljanje značilnih razlik v pedoloških dejavnikih in svetlobnih razmerah med proučevanimi sukcesijskimi stadiji.

Na osnovi pojavljanja rastlinskih vrst v sukcesijskih stadijih smo vrste z uporabo numeričnih metod razdelili na posamezne skupine. Uporabili smo klastersko analizo (Evklidska razdalja in UPGMA metoda združevanja) in korespondenčno analizo. Iz tega segmenta obdelave podatkov smo izločili vrste z nizko frekvenco pojavljanja v popisih (1- do 2-kratno pojavljanje). Pojavnost nekaterih vrst glede na ugotavljane ekološke dejavnike smo modelirali z uporabo logistične regresije, pri čemer smo glede na distribucijo vrst po stadijih sukcesije kot linearni prediktor uporabili bodisi enačbo premice (linearno pojavljanje vrste v gradientu ekoloških dejavnikov) bodisi enačbo parabole (unimodalno pojavljanje vrste). V primeru unimodalnega odziva vrste smo po enačbah, ki jih predlagata ter Braak in Looman (1995: 42), iz parabole izračunali še ekološki optimum vrste in njeno toleranco. Logistično regresijo smo izvajali v programskem paketu SPSS 12.0.

Podobnost ploskev po vrstni sestavi smo ugotavljali s korespondenčno analizo, natančneje korespondenčno analizo z odstranjenim trendom (DCA), za kar smo uporabili program CANOCO 4.5 (ter Braak in Šmilauer, 2002a). Podobno kot v prejšnjem segmentu raziskave smo vegetacijske popise opredelili v smislu CSR strategij in analizirali razlike v prevladujočih strategijah.

3.3.4 Procesi zaraščanja kraških travnišč na Podgorskem krasu

Nizki kras se zaradi drugačnih pedoklimatskih razmer nekoliko razlikuje od visokega krasa, zato smo zaraščanje travnišč na nizkem krasu proučevali posebej in izsledke tudi primerjali s tistimi z visokega krasa. Vzorce zaraščanja in procese, zaradi katerih se ti vzorci pojavljajo, smo proučevali na več ravneh:

- proučevanje razlik v obliki zaraščanja glede na tip drevja (listavci vs. iglavci – črni bor) in spremljanje učinkov na vegetacijo, na funkcionalne spremembe v sestavi in na vrstno pestrost,
- proučevanje učinkov zaraščanja na nekatere talne značilnosti,
- proučevanje učinkov zaraščanja na talno semensko banko z namenom ovrednotiti pomen semenskih bank na krasu.

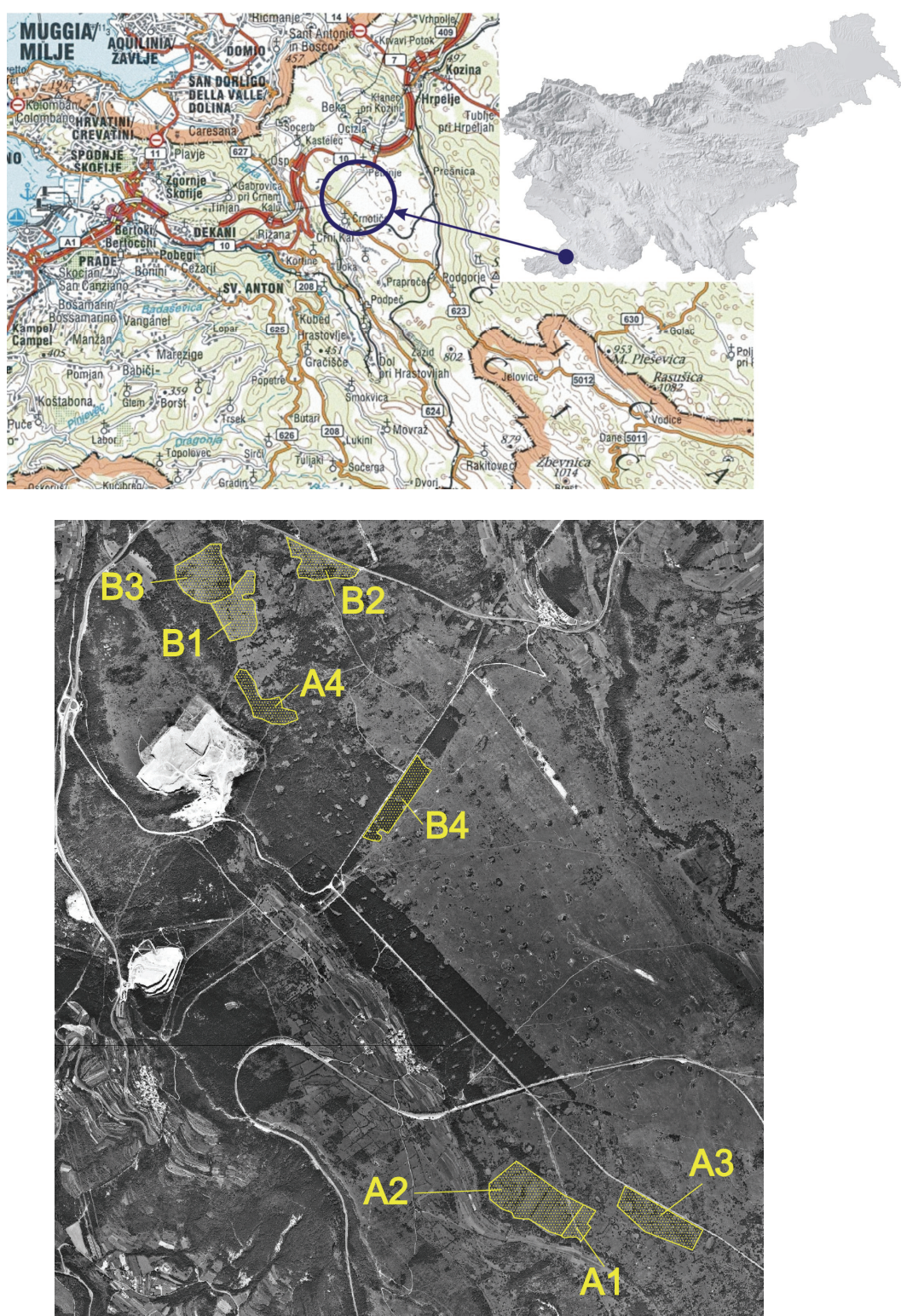
3.3.4.1 Izbor lokacij, popisovanje vegetacije, vzorčenje tal

Lokacije smo izbrali na podlagi letalskih posnetkov in poprejšnjih terenskih pregledov, posamezne ploskve pa z naključnim lociranjem, pri čemer smo pazili na dovolj veliko medsebojno oddaljenost ploskev istega obravnavanja, da smo preprečili učinek psevdoponovitev. Zaradi strukture krajine ni bilo možno najti zveznega gradienta zaraščanja na majhni lokaciji, zato je raziskava potekala na nekoliko obsežnejšem območju, vendar predvidevamo, da zaradi reliefne in geološke enotnosti ni pričakovati razlik v ekoloških dejavnikih na teh lokacijah, ki ne bi bile posledica zaraščanja travnišč. Raziskava vključuje naslednja dva dejavnika: obliko zaraščanja (2 ravni – listavci, črni bor) in stopnjo zaraščenosti (4 ravni – od nezaraščenih travnišč do gozda), kar daje naslednja obravnavanja:

- A1 – košen travnik (kraška košenica),
- A2 – delno zaraslo travnišče z drevesastimi in grmovnatimi listavci (zastrtost ca. 35 %),
- A3 – močno zaraslo travnišče z drevesastimi in grmovnatimi listavci (zastrtost ca. 60 %),
- A4 – listnat gozd,
- B1 – kraški pašnik (paša govedi),
- B2 – delno zaraslo s črnim borom (zastrtost ca. 30 %),
- B3 – močno zaraslo s črnim borom (zastrtost ca. 50 %),
- B4 – gozd (plantaža) črnega bora.

Vsakemu obravnavanju smo dodelili po sedem (7) ponovitev oz. vzorčnih ploskev; lokacije obravnavanj in ponovitev prikazuje slika 13. Vegetacijo smo na ploskvah vseh obravnavanj popisali v juniju 2006 po Braun-Blanquetovi kombinirani lestvici (Braun-Blanquet, 1964), podobno kot v prvem segmentu raziskave iz Vremščice. Upoštevali smo tudi plastovitost vegetacije; pri tem smo vso vegetacijo določene ploskve razdelili na dve plasti: zeliščno (zeliške in lesnate rastline do 100 cm) ter grmovno-drevesno (lesnate rastline nad 1 m višine). Obenem smo ocenili skupno pokrovnost vsake od obeh plasti, skalovitost in nagib terena. Z GPS napravo smo pridobili podatke o geografski poziciji, nadmorski višini in ekspoziciji.

Novembra 2006 smo na vsaki od raziskovalnih ploskev odvzeli talne vzorce za pedološke analize, pri čemer smo ravnali podobno kot v segmentu raziskave, kjer smo proučevali zaraščanje s črnim borom na Vremščici. Tudi opravljene analize so bile enake kot v omenjenem segmentu.



Slika 13: Lokacije popisovanja vegetacije in vzorčenja tal po obravnavanjih na Podgorskem krasu (kratografske podlage: PK250, DOF5, Geodetski zavod RS).

Figure 13: Locations of the vegetation- and soil sampling of different treatments on the Podgorski kras plateau.

3.3.4.2 Ugotavljanje talnih semenskih bank

Z ugotavljanjem talnih semenskih bank smo želeli ovrednotiti pomen le-teh pri dinamiki vegetacije. Cilji tega segmenta raziskave so bili predvsem: (1) na podlagi prisotnosti rastlinskih vrst v semenskih bankah v različnih stadijih sukcesije oceniti trajnost semen kraških rastlinskih vrst v tleh, (2) povezati trajnost semen v tleh z drugimi funkcionalno pomembnimi lastnostmi rastlin, (3) primerjati sestavo semenskih bank pri različnih tipih zaraščanja (zaraščanje z listavci *vs.* zaraščanje z neavtohtonim črnim borom), (4) primerjati sestavo semenske banke s sestavo nadzemne vegetacije in ugotoviti razlike v pestrosti, (5) ugotoviti potencial talnih semenskih bank pri obnovi travniških habitatov npr. po izkrčenju gozda ali zarasti in (6) oceniti pomen semenskih bank pri dinamiki vegetacije nasproti pomenu semenskega dežja oz. razširjanja semena.

V tej raziskavi smo ugotavljali talne semenske banke po metodi kalitve. Metodo smo izbrali predvsem zaradi manjše zahtevnosti in časovne potratnosti, saj za kraške rastlinske vrste večinoma nimamo kvalitetnih podatkov o morfoloških lastnostih semen, da bi le-ta razpoznali pod lupo, kar zahteva metoda izpiranja iz tal. Tla smo za ugotavljanje talnih semenskih bank vzorčili v letu 2006 in sicer v dveh terminih: konec marca oz. v začetku aprila ter v sredini avgusta. Na pogled sta termina nekoliko neustrezna, vendar če pogledamo vremenske razmere v tem letu, drugače niti ni bilo mogoče. Spomladansko vzorčenje ni bilo prepozno zaradi dolge zime v letu 2006, čeprav začetek aprila na nizkem krasu v povprečju že lahko prištevamo v rastno dobo. Avgustovsko vzorčenje pa ni moglo biti kasnejše zaradi deževnega vremena v tem mesecu, ko so poleti dozorela semena že lahko kalila, čeprav v povprečju na Krasu kalijo kak mesec kasneje. Z dvakratnim vzorčenjem smo po našem mnenju lahko bistveno izboljšali kvaliteto podatkov, posebej ker z vzorčenjem samo spomladi v splošnem ne ugotovimo dovolj prehodno pojavljajočih se semen, ki kalijo že v letu dozorevanja (glej Baskin in Baskin, 2001: 139 za pregled domnevno napačno izvedenih raziskav), z izključno jesenskim vzorčenjem pa zaradi obilice vrst iz prehodne semenske banke (pri čemer ne vemo, katere so te vrste) ne moremo reči nič o trajnih semenskih bankah, ki nas ponavadi tudi najbolj zanimajo. Z dvakratnim vzorčenjem izkoristimo prednosti enega in drugega termina vzorčenja, s čimer lahko sklepamo mnogo več o tem, katere vrste gradijo prehodne in katere trajne semenske banke.

Spomladi smo vzorčili tla na lokacijah, kjer smo kasneje poleti popisovali vegetacijo, do globine 10 cm in sondažo na isti lokaciji ponovili desetkrat (10 podvzorcev) z naključno izbiro na površini 3 x 3 m. Vzorčili smo z valjasto sondo premera 3,6 cm in tako na eni ploskvi uspeli povzorčiti 100 cm² površine oz. 1000 cm³ volumna tal, kar je primerljivo s podobnimi raziskavami (Bakker in sod., 1996a; Handlova in Münzbergova, 2006; Hölzel in Otte, 2004; Luzuriaga in sod., 2005; Reine in sod., 2006). Pred sondiranjem smo odstranili najbolj grobe rastlinske ostanke (veje, storže), zajeli pa smo ostali opad, saj gre pričakovati v njem določeno količino semen (Handlova in Münzbergova, 2006). Proučevane globine nismo diferencirali na posamezne globinske segmente zaradi prostorske stiske v rastlinjaku, predvidevali pa smo tudi, da s tem ne bi bistveno pripomogli h kvaliteti podatkov, saj kar nekaj raziskav ne poroča o razlikah v vrstni sestavi med globinami tal (Bisteau in Mahy, 2005b; Hölzel in Otte, 2004), čeprav drugi avtorji (Fenner in Thompson, 2005; Bisteau in Mahy, 2005a) priporočajo proučevanje vertikalne porazdelitve semen v tleh kot merilo trpežnosti semen (globlje ležeča semena so že dlje v

tleh ob predpostavki, da je vertikalno mešanje neznatno). Zaradi spomladanskega vzorčenja vzorcev nismo še posebej tretirali s sušenjem ali izpostavljanjem stratifikacijskim temperaturam, saj smo predvidevali, da je bila zima dovolj dolga in hladna, da je prekinila fiziološko dormantno seme. Po štirinajstih dnevih skladiščenja vzorcev tal na hladnem (ok. 5°C) in temnem mestu smo vzorce pred nastavitvijo v rastlinjaku predhodno obdelali po zgoščevalni metodi, kot jo predlagajo ter Heerdt in sod. (1996). V skladu s to metodo smo posamezni vzorec najprej namočili v vodo za okrog 20 minut, nato pa ob pomoči vode presejali v enem koraku skozi 5 mm in skozi 0,2 mm sito. Z zgornjim grobim filtrom smo odstranili skelet in koreninske preplete, skozi fino sito pa smo izprali drobne delce gline in organske snovi. Ostanek na finem situ, v katerem smo pričakovali semena, smo z izpiranjem kvantitativno prenesli na koprenasto tkanino. S to zgoščevalno metodo smo volumen ca. 950 cm³ tal zreducirali za približno desetkrat, kar nam je omogočilo razprostrti vzorce na pladnje manjših površin (18 x 28 cm) ob hkratni zagotovitvi bolj ustreznih svetlobnih razmer (manjša debelina plasti). Zaradi omejenega prostora v steklenem rastlinjaku Oddelka za agronomijo, BF v Ljubljani smo si lahko z zgoščevanjem vzorcev privoščili tudi več ponovitev. Vzorce smo skupaj s tkanino razprostrli na pladnje v rastlinjaku, v katere smo poprej nasuli standardno vrtnarsko zemljo (Neuhaus, N8) v debelini 3 cm. Čez vzorce smo v debelini 0,3 do 0,5 cm potresli najprej plast fine vrtnarske zemlje, nanjo pa še tanko plast vermikulita, ki je zmanjšal hitrost izhlapevanja vlage iz pladnjev. V rastlinjaku so bile zagotovljene razmeroma ugodne temperature za kalitev nekaj stopinj nad zunanjimi (podnevi in ponoči), kar je primerljivo s temperaturami na Krasu. Primerno vlažnost smo vzdrževali z zalivanjem po potrebi. Dva pladnja smo pustili kontrolna, torej napolnjena le z zemljo in vermikulitom, da bi videli, če se v kljub deklarirano nezapleveljeni zemlji nahajajo morebitna semena. Pladnje smo zaradi nekoliko neizenačenih razmer občasno premikali po prostoru, ki nam je bil v rastlinjaku na voljo. Kalitev smo spremljali od konca aprila 2006 do sredine avgusta 2006, čeprav že od začetka julija naprej ni bilo več najdenih novih kalic. Takoj, ko je bilo mogoče, smo kalice vrstno določili, prešteli in izpulili. Nekaj sprva neidentificiranih smo prepikirali v lonce in počakali do večje obraščenosti, ko jih je bilo lažje identificirati. Po znatno zmanjšani kalitvi v začetku julija smo vrhnji centimeter zemlje ročno nekoliko premešali, da bi spodbudili kalitev še morebitno kaljivih semen, a novih kalic ni bilo opaziti.

Podobno smo vzorčili tudi v jesenskem oz. poznopoletnem terminu, le da smo vzorčili le vrhnjo plast tal globine 1,5 cm skupaj z opadom, s čimer smo želeli oceniti vrstno pestrost v t.i. prehodni semenski banki (Grime, 2001), torej pestrost semen tekočega leta. Zaradi manjšega volumna vzorcev v tem terminu nismo uporabili zgoščevalne metode. Pri ostalem smo ravnali podobno kot spomladi. V tem terminu je kalitev trajala od sredine avgusta 2006 do sredine marca 2007.

4 REZULTATI

4.1 PROUČEVANJE VPLIVOV GNOJENJA IN PAŠE NA TRAVIŠČNO ZDRUŽBO NA VREMŠČICI

Na Vremščici oz. Virbašnjem dolu smo v petih obravnavanjih raziskovali vplive gnojenja z različnimi kombinacijami mineralnih gnojil, (kontrolirane) paše ovac, njune interakcije ter na drugi strani vplive zgodnjih procesov sukcesije na vegetacijo, njeno vrstno in funkcionalno sestavo ter pestrost. Raziskava je bila zasnovana v petih obravnavanjih:

- A - pašeno in gnojeno s $30 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$, $90 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}$, $90 \text{ kg ha}^{-1} \text{ K}$,
- B - pašeno in gnojeno s $30 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$, $90 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}$,
- C - pašeno in gnojeno z 90 kg ha^{-1} fosforja,
- D - pašeno in negnojeno,
- E - nepašeno in negnojeno.

Najprej navajamo pedološke parametre, ki so bili ugotavljani na vzorcih tal iz proučevanih ploskev, sledijo splošni podatki o ugotovljeni flori in vrstni pestrosti po obravnavanjih. Nadaljujemo z ordinacijo popisov in rastlinskih vrst v okoljskih gradientih, nato pa sledi obsežnejša funkcionalna analiza popisov.

4.1.1 Talne razmere

Kljub precejšnji variabilnosti v podatkih, talni parametri iz proučevanih ploskev kažejo na zelo humozna tla, značilna za karbonatno matično podlago. Kislost tal je večinoma na nevtralnem območju, razen na obravnavanju E (nepašeno, negnojeno), kjer so tla bolj kislila (pH 5,7). V deležu organske snovi se tla po obravnavanjih ne ločijo. C/N razmerje je dokaj široko, kar je možna posledica načina vzorčenja, ko ni bilo dovolj pozornosti posvečene odstranjevanju živih ali odmrlih korenin.

Preglednica 5: Povprečne vrednosti pedoloških parametrov po obravnavanjih manipulacijskega poskusa s travno združbo na Vremščici.

Table 5: Mean values of soil parameters of different treatments of the grassland manipulation experiment on the Vremščica mountain.

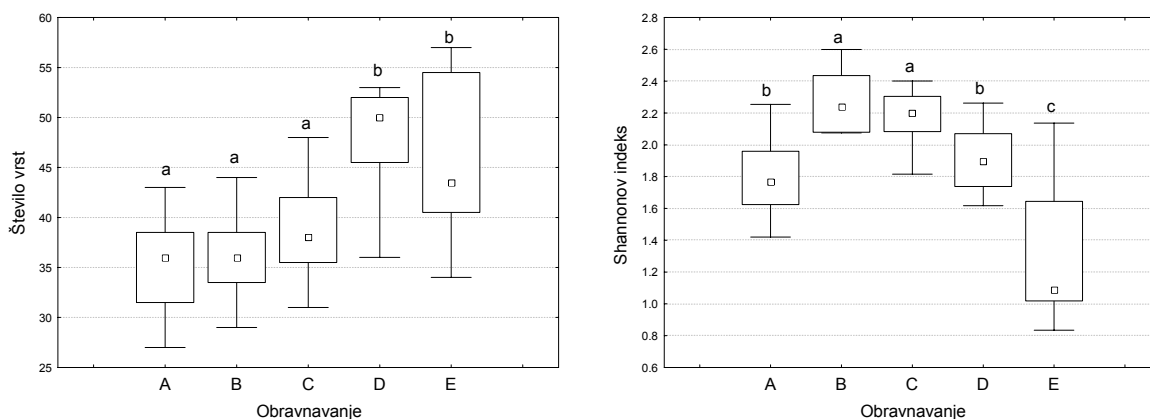
Parameter	Obravnavanje				
	A	B	C	D	E
pH vrednost (CaCl ₂)	6,8	6,8	6,8	6,8	5,7
Fosfor (mg 100 g tal ⁻¹)	7,0	6,3	6,4	1,3	2,2
Kalij (mg 100 g tal ⁻¹)	26,5	21,2	29,2	23,5	20,8
Organska snov (%)	12,9	12,9	15,7	13,1	12,8
Organski C (%)	7,5	7,5	9,1	7,6	7,4
C/N razmerje	15,6	14,5	18,3	17,7	16,7
N skupni (%)	0,48	0,51	0,49	0,43	0,43

4.1.2 Parametri diverzitete po obravnavanjih

Skupno smo v tem segmentu raziskave ugotovili 164 vrst višjih rastlin. Najpogostejše (na 55 in več ploskvah od skupno 60 ploskev) so se pojavljale sledeče vrste: *Veronica chamaedrys*, *Brachypodium rupestre*, *Achillea millefolium*, *Taraxacum officinale*, *Bromopsis erecta*, *Leontodon hispidus*, *Phleum pratense*, *Thymus praecox* in *Trifolium pratense*. Vse najpogostejše vrste so bolj značilnice celinskih mezobrometalnih travnišč kot pa kraških travnikov ali pašnikov. Značilnic kraških travnišč iz asociacije *Carici humilis-Centaureetum rupestris* je mnogo manjkalo (glej prilogo A za kompletni seznam vrst tega segmenta raziskave). Kaže, da je klima na obravnavanem območju nekoliko ostrejša, saj je proučevano travnišče eksponirano proti severu.

Povprečno število vrst v popisu se razlikuje tako po obravnavanjih ($p < 0,001$) kot po terminu popisovanja ($p < 0,001$), značilna pa je tudi interakcija med obema vplivoma. Število popisanih vrst se namreč po terminih popisovanja zmanjšuje, vendar najbolj na obravnavanju E, kjer se zmanjša iz povprečno $55,8 \pm 0,7$ vrst (SN) na $38,5 \pm 1,5$ vrst na popis. To vsekakor ni posledica naglega izginevanja vrst v proučevanem letu, pač pa normalne fenologije številnih vrst, ki kasneje v sezoni postanejo manj opazne. Primerjava med obravnavanji pokaže, da je povprečno število vrst največje na negnojenih površinah (obravnavanji E – $48,3 \pm 1,5$ vrst in D – $46,0 \pm 2,2$ vrst), na gnojenih obravnavanjih pa je manjše za v povprečju 8 do 13 vrst.

Po ploskvah smo glede na ocenjeno pokrovnost rastlinskih vrst izračunali tudi Shannonov indeks pestrosti, ki nam kaže določene vzorce v združbi glede morebitne dominance vrst. Najbolj značilen je majhen Shannonov indeks na obravnavanju E ($1,32 \pm 0,12$), kar kaže na dominanco majhnega števila vrst in majhno pokrovnost večine drugih vrst.



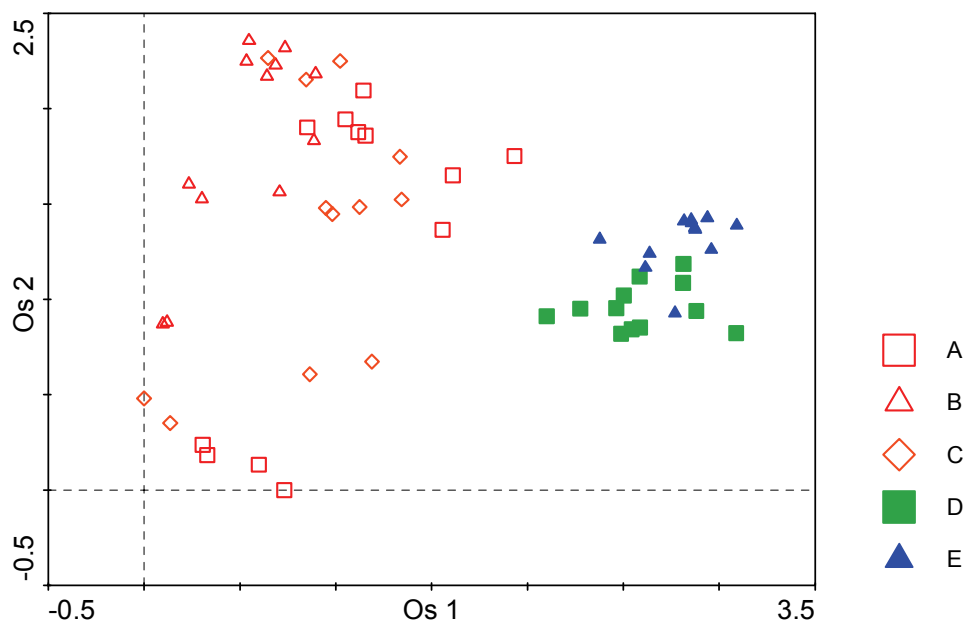
Slika 14: Število rastlinskih vrst in Shannonov indeks po obravnavanjih poskusa na Vremščici. Homogene skupine (Tukeyev test pri $p < 0,05$; $n = 12$) so označene z malimi črkami.

Figure 14: Plant species richness and Shannon index of diversity of different treatments of the experiment on the Vremščica mountain. Homogeneous groups (Tukey test at $p < 0.05$; $n = 12$), are marked with small letters.

4.1.3 Sestava rastlinskih združb po obravnavanjih

Na matriki vegetacijskih popisov smo izvedli nekaj ordinacijskih analiz, da bi ugotovili gradiente v floristični sestavi in le-te povezali z gradienti v okoljskih dejavnikih, ki so neposredni vpliv eksperimentalne manipulacije (gnojenja, paše). Najprej smo vegetacijske podatke analizirali s korespondenčno analizo, natančneje njeno različico z odstranjenim trendom (DCA).

Ob skupni inerciji DCA 3,202 (vsota vseh lastnih vrednosti korespondenčnih osi) so znašale lastne vrednosti prvih štirih osi po vrsti 0,608, 0,252, 0,165 in 0,094, ki so kumulativno pojasnile po vrsti 19,0, 26,9, 32,0 in 35,0% variabilnosti v matriki florističnih podatkov. Dolžina gradienta prve osi znaša 3,1 kar je ravno na meji glede uporabe unimodalnih in linearnih metod ordinacije (ter Braak in Šmilauer, 2002b). Ordinacija kaže, da se s prvo osjo, ki pojasnjuje največ variabilnost, predvsem ločita dve skupini popisov: gnojene ploskve (obravnavanja A, B in C) ter negnojene ploskve (D in E). Druga os deloma ločuje obravnavanji D in E, kaže pa tudi na relativno veliko variabilnost v floristični sestavi vseh gnojenih ploskev. Proučili smo tudi termin popisovanja. Nekoliko izstopajo le jesenski popisi obravnavanja C, pri ostalih obravnavanjih pa so razlike v floristični sestavi med posameznimi termini vzorčenja vegetacije relativno majhne. To kaže tudi na nekatere značilnosti proučevane vegetacije – že kmalu spomladi je vegetacija razvita, kasneje so spremembe v sestavi relativno majhne. To je posebno očitno na vseh oligotrofnih ploskvah iz obravnavanj D in E. Zaradi teh dejstev v nadaljnjih obdelavah termin vzorčenja zanemarjamo in jemljemo vseh 60 popisov enakovredno.



Slika 15: DCA ordinacija 60 popisov iz poskusa na Vremščici označenih po obravnavanjih. Prva os pojasnjuje 19%, druga pa 7,9 % variabilnosti v podatkih o distribuciji vrst po popisih.

Figure 15: DCA ordination plot of 60 vegetation samples of the experiment on the Vremščica mountain. Samples are marked with the symbols denoting the treatment. First and second axes explain 19 % and 7.9 % of variability in species data, respectively.

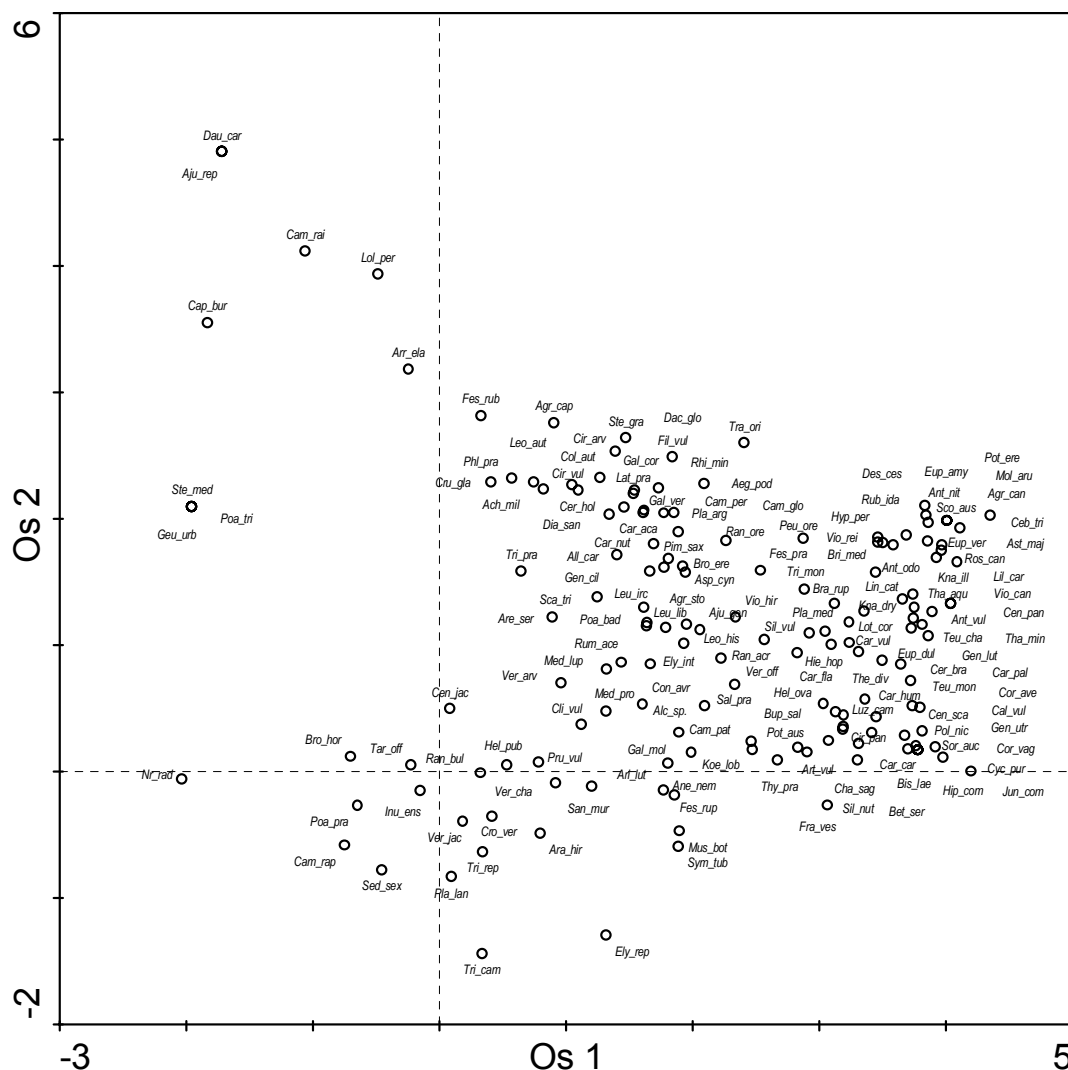
Vrste, katerih pokrovnost pri gnojenju kraškega pašnika, ki je v tradicionalni rabi negnojen, najbolj poraste, so predvsem sledeče: *Festuca rubra*, *Achillea millefolium*, *Taraxacum officinale*, *Poa pratensis*, *Veronica chamaedrys*, *Trifolium pratense*, *Medicago falcata*, *Trifolium campestre*, idr. Ocenjena pokrovnost vrste *Festuca rubra* se je na primer ob gnojenju povečala za ca. 34-krat (iz povprečno 0,5 % na negnojenih obravnavanjih na 16,4 % na gnojenih), vrste *Medicago falcata* pa za ca. 4,3-krat (iz povprečno 0,6 % na 2,5 % pokrovnosti). Nekatere vrste (na sliki 16 razvrščene levo in levo zgoraj) so se v znatnem deležu pojavljale izključno na gnojenih ploskvah obravnavanj A, B in C. To so predvsem *Trifolium campestre*, *Leontodon autumnalis*, *Arrhenatherum elatius*, *Clinopodium vulgare*, *Lolium perenne*, *Capsella bursa-pastoris*, idr.

Vrste, katerih pokrovnost je pri gnojenju najbolj upadla, so naslednje: *Brachypodium rupestre*, *Thymus praecox*, *Lotus corniculatus*, *Leontodon hispidus*, *Bromopsis erecta*, *Centaurea pannonica*, *Elytrigia intermedia*, *Carex humilis*, itd. Popolnoma izginile so številne vrste kot npr. *Hippocrepis comosa*, *Carex caryophylla*, *Anthoxanthum odoratum*, *Agrostis capillaris*, *Coronilla vaginalis*, *Gentiana lutea*, *Euphorbia verruosa*, *Linum catharticum*, *Knautia illyrica*, *Biscutella laevigata*.

Pri opustitvi paše, kar kaže primerjava obravnavanj D in E, predvsem poraste delež vrst *Brachypodium rupestre*, *Bromopsis erecta*, *Latyrus pratensis*, *Potentilla erecta*, *Galium verum*, *Hypericum perforatum*, *Galium corrudifolium*, *Achillea millefolium*, idr. Iz ruše so zaradi odsotnosti paše izginile npr. *Potentilla australis*, *Arenaria serpyllifolia*, *Fragaria*

vesca, *Arabis hirsuta*, *Teucrium montanum*, *Carex flacca*, *Thalictrum minus*, *Poa badensis*.

Mnoge vrste so se pojavljale bolj ali manj v enakih, vendar večinoma zelo majhnih deležih po vseh obravnavanjih in so se kazale kot indiferentne za manipulacijo motnje in virov hranil v tleh. Take so bile npr. *Allium carinatum*, *Ranunculus oreophilus*, *Carduus nutans*, *Salvia pratensis*, *Teucrium chamaedrys*.



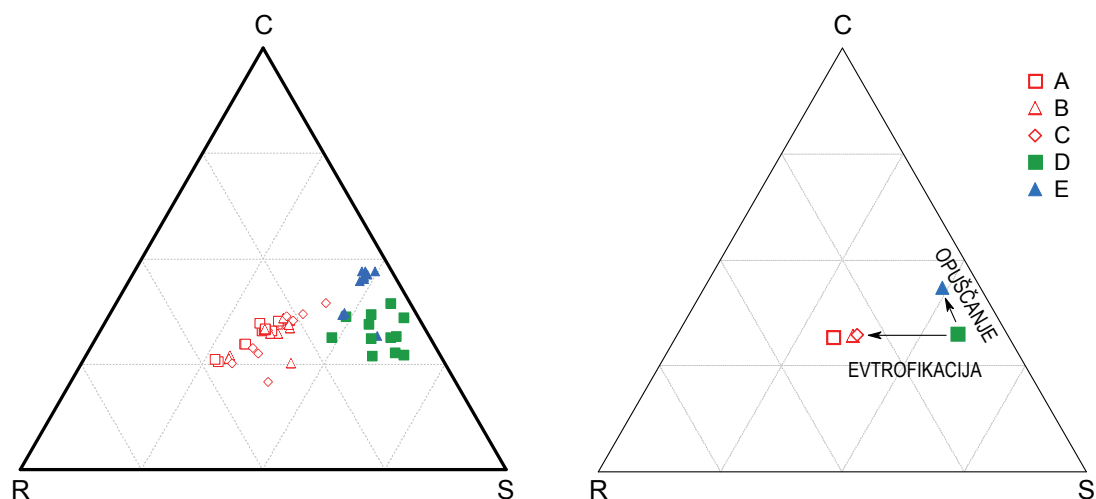
Slika 16: DCA ordinacija 164 rastlinskih vrst iz 60 popisov iz poskusa na Vremščici. Vrste na levi strani diagrama so povezane z gnojnimi popisnimi ploskvami (obravnavanja A, B in C), vrste na desni pa z negnojnimi ploskvami (D in E). Za okrajšave glej prilogo D.

Figure 16: DCA ordination plot of 164 plant species found in 60 vegetation samples of the Vremščica experiment. Species on the left are related with the fertilized plots (treatments A, B and C), species on the right side were found predominantly on the unfertilized plots (treatments D, E). For abbreviations of the species' names see annex D.

4.1.4 CSR funkcionalni tipi po obravnavanjih

Rastlinam iz te raziskave smo po literaturnih podatkih ter na podlagi lastnih meritev in ugotavljanj dodelili enega od 19 funkcionalnih tipov CSR modela, kot jih predlagajo Hodgson in sod. (1999). Tri vrste od 166 so ostale nerazporejene (*Cirsium pannonicum*, *Lilium carniolicum*, *Hieracium hoppeanum*), zato smo jih izločili iz tega segmenta analize. Vse tri vrste so bile v združbi zelo redko zastopane. Na podlagi klasifikacij vrst v CSR strategije smo izdelali označbo vsakega popisa v smislu CSR modela (po postopku Hunta in sod. (2004)) in primerjali obravnavanja po prevladujočih rastlinskih strategijah.

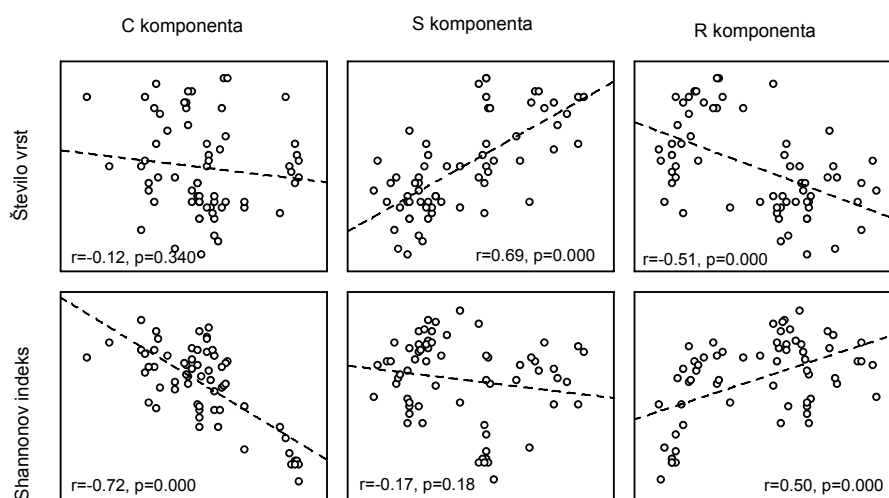
Na podlagi C, S in R koordinat vsakega popisa smo z uporabo splošnega linearnega modela (GLM) skušali pokazati ali so med obravnavanji razlike. Rezultati kažejo na statistično značilne razlike ($p < 0,001$); obravnavanje D se po večji izraženosti S komponente oz. toleranci stresa loči od obravnavanja E, kjer gre za premik v smeri večjega pomena kompeticije v združbi. Tako D kot E se dobro ločita od skupine obravnavanj A, B in C, pri katerih gre ob gnojenju za znatno povečanje R komponente, kar pomeni, da na pomenu dobijo rastlinske vrste z bolj izraženo ruderalnostjo oz. toleranco na motnje (npr. pašo). Glede na dolžino premika v sestavi združb se vpliv gnojenja (premik iz D v skupino obravnavanj A, B in C) kaže za bolj usodnega za izvirno travniško združbo v primerjavi z zgodnjimi procesi sukcesije in zaraščanja, ki jih lahko tolmačimo s premikom iz D v E. Prav zaradi tega se kaže močna in negativna korelacija med R in S komponento ($r = -0,89$, $p = 0,001$), kar pomeni, da je se med ruderalnostjo vrst in toleriranjem stresa v tej raziskavi kaže določeno izključevanje.



Slika 17: Funkcionalni premiki v CSR strategijah zaradi vpliva obravnavanj (gnojenja, opuščanja rabe). Na levi je prikazan položaj vseh popisov razvrčenih po obravnavanjih v CSR prostoru, na desni so označeni le centri po obravnavanjih.

Figure 17: Functional shifts in CSR strategies due to influence of treatments (fertilization, absence of grazing). On the left part of the figure the position of all the vegetation samples in the CSR space is shown, on the right part the centroids of the treatment are depicted.

C, S in R komponente vegetacijskih popisov smo v nadaljevanju korelirali z obema poprej omenjenima parametroma diverzitete: vrstno pestrostjo in Shannonovim indeksom pestrosti, kar smo storili na vseh popisih ne glede na pripadnost obravnavanjem (slika 18). Kažejo se nekatere zanimive povezave. Vsebinsko je pomembno pogledati tako, kje so te povezave značilne, kot tudi, kje niso. Število vrst je v značilni pozitivni korelaciji z S komponento: več ko je v sestoji vrst, ki tolerirajo stres, več jih lahko tudi koeksistira v združbi. Ruderalnost oz. vpliv gnojenja je, kot je bilo že omenjeno, povezana z upadom števila vrst. Shannonov indeks je v močni negativni korelaciji s C komponento oz. drugače povedano deležem rastlin v ruši, ki so močni kompetitorji za vire. Nasprotno pa povezave med številom vrst in povečanim pomenom kompetitivnosti v družbi v tem segmentu raziskave nismo ugotovili.



Slika 18: Korelacije med številom vrst in Shannonovim indeksom diverzitete ter tremi komponentami CSR modela rastlinskih strategij. Podane so vrednosti koeficienta korelacije (r) in značilnost korelacije (p).

Figure 18: Correlations between plant species richness, Shannon index of diversity and three components of the CSR strategy model. Coefficients of correlation (r) and significance of correlation (p) are given.

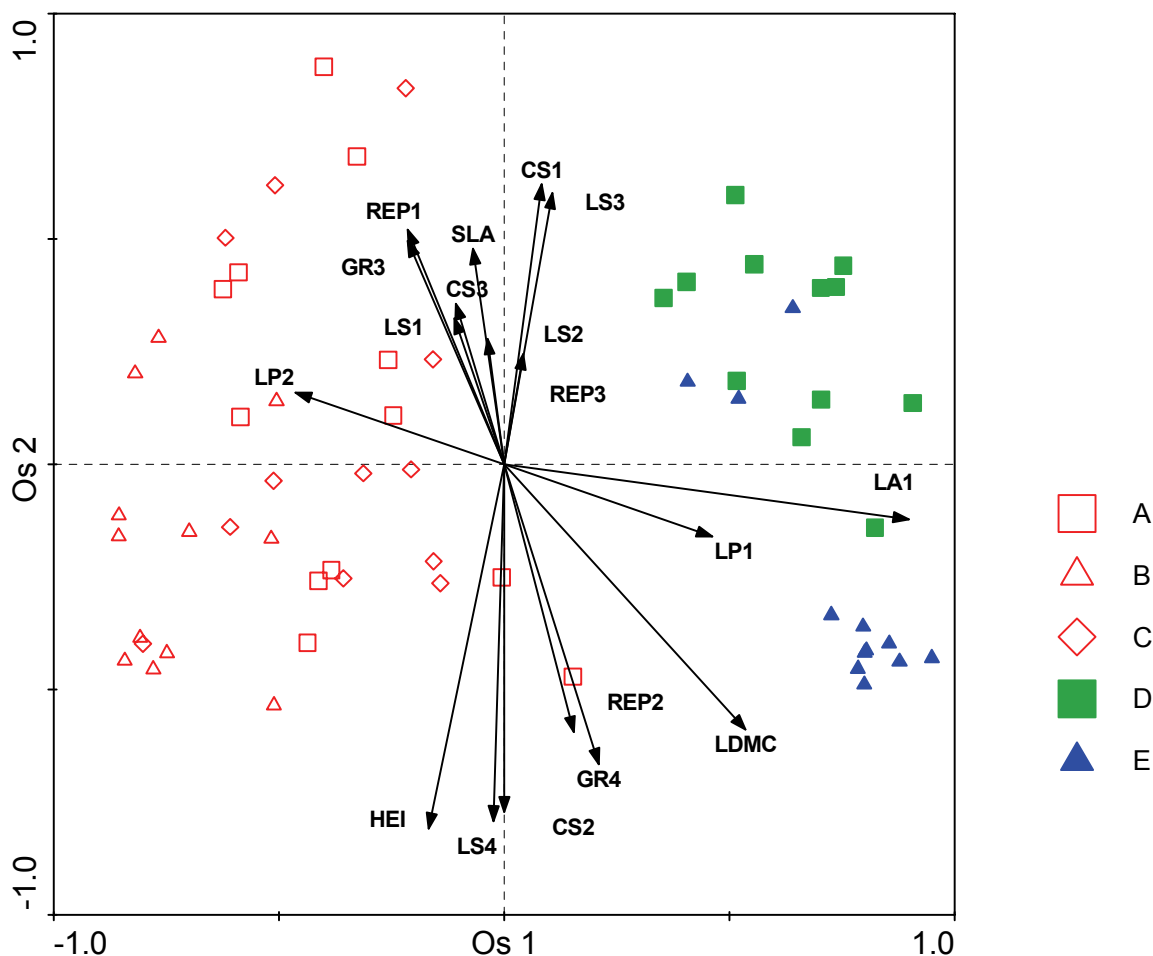
4.1.5 Analiza funkcionalnih znakov po obravnavanjih

V prejšnjem poglavju smo pokazali, da zaradi sprememb v dostopnosti hranil v tleh, kar pomeni primerjava obravnavanja D z obravnavanji A, B in C, ter zaradi sprememb v režimu motenj oz. prenehanja paše (primerjava obravnavanj D in E) pride do florističnih sprememb. Nekatere vrste v pokrovnosti porastejo, druge izginevajo. Ker le na podlagi dinamike vrst ne moremo sklepati veliko o procesih, ki vodijo dinamiko vegetacije ob spremembah rabe kraškega travnišča, smo nadaljevali obdelavo podatkov s funkcionalnim pristopom, kjer smo pogledali, kakšne so lastnosti oz. znaki posameznih rastlin, ki bi lahko bili pomembni za (ne)uspešnost določene vrste v sestoji. Iskali smo vzorce pojavljanja teh znakov po obravnavanjih. Z različnimi statističnimi metodami smo ovrednotili povezave med rastlinskimi lastnostmi in petimi obravnavanji, da bi našli t.i. sindrome funkcionalnih znakov in na podlagi tega definirali rastlinske funkcionalne tipe, pomembne pri

spremembah rabe proučevanega travnišča. Za ta segment raziskave smo izbrali lastnosti, ki so v preglednici 4.

Povezanost med funkcionalnimi znaki in obravnavanji smo z uporabo multivariatnih statističnih metod analizirali na več načinov. Najprej smo z uporabo CCA matriko florističnih popisov korelirali z matriko funkcionalnih lastnosti vrst. Te smo vzeli kot pojasnjevalne spremenljivke, pri čemer smo nominalne spremenljivke prej pretvorili v umetne binarne spremenljivke in tako pravzaprav napravili matriko atributov oz. stanj funkcionalnih znakov. Povezanost smo raziskali tudi z metodo množenja matrik in obdelave produkta matrik florističnih podatkov in funkcionalnih lastnosti z DCA analizo. S tem smo poleg vsebinskih zaključkov pridobili tudi določeno vednost o metodoloških pristopih pri funkcionalni obdelavi vegetacije. Povezanost med znaki in obravnavanji smo nato še natančneje analizirali z uporabo splošnega linearnega modela (GLM), s katerim smo dejansko ugotovili, v katerih atributih se posamezna obravnavanja razlikujejo.

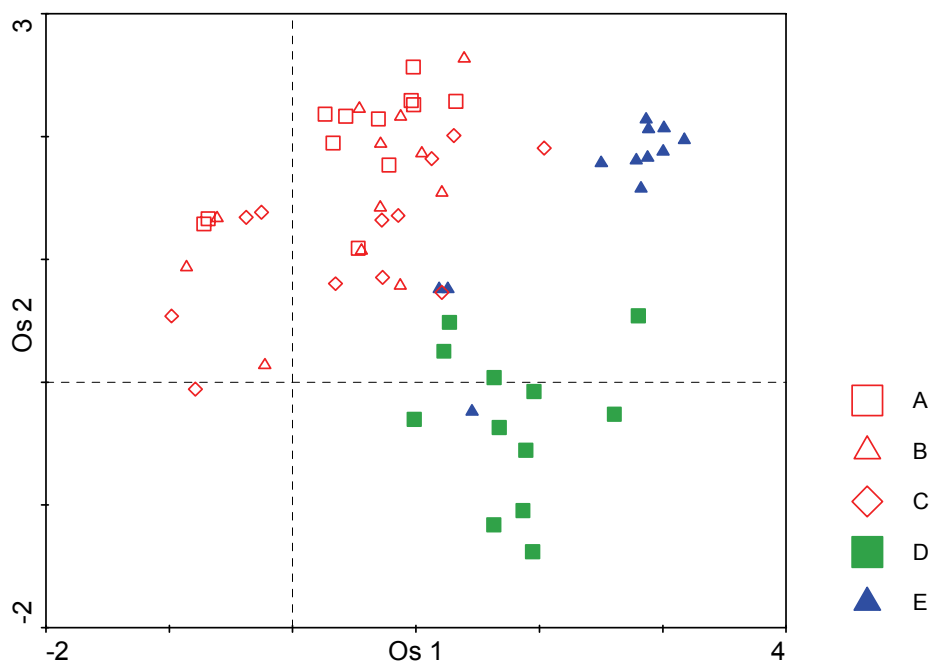
CCA analiza je bila značilna pri $p=0,002$ (Trace = 1,363, F-razmerje = 6,337). Od 20 spremenljivk jih je bilo ob uporabi Monte-Carlo permutacijskega testa pri $p<0,05$ vključenih v končni model 16. Skupna inercija analize znaša 3,054. Lastne vrednosti prvih štirih kanoničnih osi so: 0,515, 0,181, 0,167, 0,104; kumulativno pa pojasnjujejo po vrsti 37,8, 51,1, 63,4 in 71,0 % variabilnosti v povezavi med popisnimi ploskvami in pojavljanjem funkcionalnih znakov v popisih. Tudi v pojavljanju funkcionalnih znakov oz. atributov teh znakov so med obravnavanji razlike, kar kaže slika 19. Zopet se posebno dobro (s prvo osjo) ločijo gnojene ploskve (A, B in C) od negnojenih (D in E), znotraj teh dveh skupin je ločevanje nekoliko slabše. S prvo osjo, torej z ločevanjem gnojenih in negnojenih ploskev so predvsem povezani naslednji atributi funkcionalnih znakov: LA1 (skleromorfni listi), LP1 (neprezimni listi), LP2 (vednozeleni in zimzeleni listi). Mnogi atributi so povezani tudi z ločevanjem obravnavanj D in E (npr. SLA, LDMC, višina rastlin, rušnata vegetativna razrast). Posebej atributi, ki kažejo v smeri osi 2, so med seboj v tesnejši korelaciji, kar potencialno kaže na določene vzorce v pojavljanju teh atributov po obravnavanjih oz. t.i. sindrome funkcionalnih znakov.



Slika 19: CCA ordinacija 60 vegetacijskih popisov iz poskusa na Vremščici s posameznimi atributi funkcionalnih znakov kot pojasnjevalnimi spremenljivkami. Od 20 spremenljivk vključenih v analizo, jih je 16 statistično značilnih pri $p < 0,05$. Popisi so označeni po obravnavanjih, za opise kratic atributov glej preglednico 6.

Figure 19: CCA ordination of 60 vegetation samples from the Vremščica experiment with the attributes of selected functional traits as explanatory variables. Out of 20 selected attributes, 16 of them were statistically significant at $p < 0.05$. Plots are marked with the symbols denoting treatments, for the explanation of attribute abbreviations see table 6.

Povezavo med obravnavanji in razporeditvijo posameznih funkcionalnih lastnosti smo ugotavljali še z množenjem matrike podatkov funkcionalnih znakov vrst z matriko vegetacijskih popisov, s čimer smo dobili matriko pojavljanja znakov oz. natančneje atributov znakov po obravnavanjih. To matriko smo potem obdelali z DCA analizo. Rezultat je na sliki 20, ki kaže po tej metodi nekoliko boljše ločitev obravnavanj. Zopet prva os, ki pojasnjuje 43,2 % variabilnosti, ločuje gnojene in negnojene ploskve, druga (pojasnjuje 12,8 % variabilnosti) pa opuščene od pašenih.



Slika 20: DCA ordinacija matrike funkcionalnih znakov po ploskvah, ki je produkt matrik florističnih podatkov in podatkov funkcionalnih znakov po vrstah. Skupna pojasnjena varianca obeh prvih dveh osi DCA analize je 56,0 %.

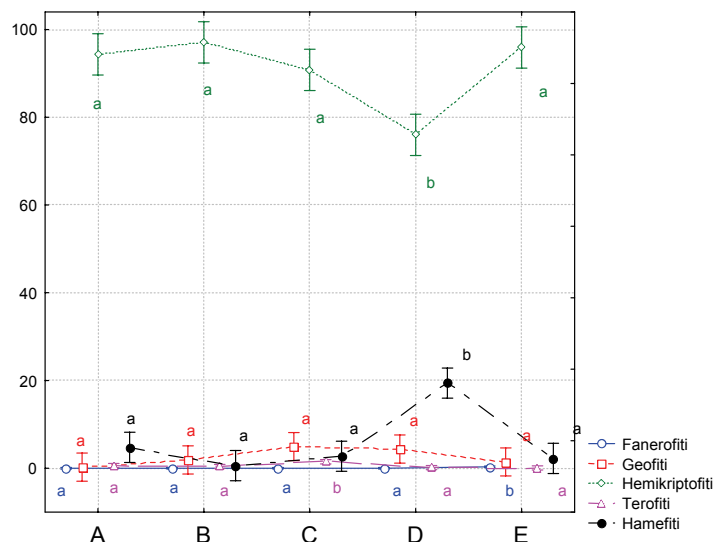
Figure 20: DCA ordination of traits x plots matrix. This matrix is a matrix product of species x traits matrix and plots x species matrix. Cumulative variance explained by first two axes is 56,0 %.

Z CCA in DCA analizama smo pokazali, da so med obravnavanji značilne razlike v funkcionalni sestavi vegetacije. Z nadaljnjimi analizami smo ugotavljali, med katerimi obravnavanji so te razlike značilne in v katerih funkcionalnih lastnostih, ki smo jih proučevali, se obravnavanja razlikujejo. To smo storili z uporabo splošnega linearne modela (GLM), kjer smo primerjali zastopanost (relativno pokrovnost) posameznega atributa funkcionalnih znakov po obravnavanjih. Rezultati teh analiz so v preglednici 6 in slikah od 21 do 31. Na slikah so vsi atributi določenega znaka prikazani skupaj, s črkami pa so označene homogene skupine, ki kažejo statistično značilne razlike v zastopanosti atributa po obravnavanjih. Povezovalne črte so brez vsebinskega pomena in so prikazane zgolj zaradi preglednosti.

Preglednica 6: Razmerja v pokrovnosti med atributi navedenih funkcionalnih znakov ter statistična značilnost razlik med obravnavanji, ugotovljena na podlagi splošnih linearnih modelov.

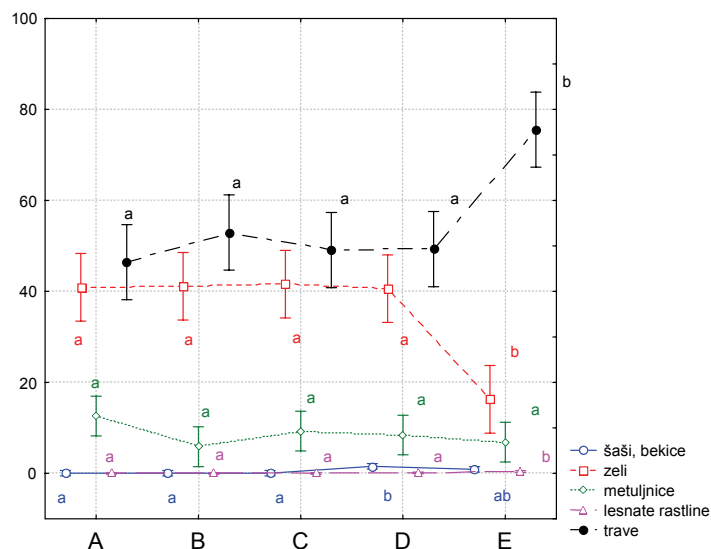
Table 6: Relative abundances of plant attributes of selected functional traits in different treatments and statistical significance of difference between these treatments, derived from general linear modeling.

Funkcionalni znak	Atribut (stanje znaka)	Srednja relativna pokrovnost (%)					R ²	F	p
		A	B	C	D	E			
Življenjska oblika	Fanerofiti	0	0	0	0,03	0,3	0,16	2,54	0,050
	Geofiti	0,3	1,9	5,0	4,4	1,5	0,10	1,57	0,196
	Hemikriptofiti	94,3	97,1	90,8	76,0	95,9	0,49	13,46	0,000
	Terofiti	0,6	0,4	1,5	0,2	0,1	0,29	5,57	0,001
	Hamefiti	4,8	0,6	2,8	19,4	2,3	0,59	20,03	0,000
Življenjska doba	Trajnice	95,1	99,5	95,6	99,7	99,9	0,30	5,99	0,000
	Dvoletnice	3,8	0,03	2,0	0,1	0,1	0,21	3,56	0,012
	Enoletnice	1,1	0,4	2,4	0,2	0,1	0,28	5,40	0,001
Skupina travniških rastlin	Šaši, bekice	0,0	0,0	0,1	1,5	0,9	0,27	5,18	0,001
	Zeli	40,9	41,1	41,6	40,6	16,3	0,39	8,95	0,000
	Metuljnice	12,6	5,9	9,3	8,4	6,9	0,09	1,42	0,239
	Lesnate rastline	0,0	0,0	0,0	0,1	0,4	0,21	3,69	0,010
	Trave	46,4	53,0	49,1	49,3	75,6	0,38	8,35	0,000
Habitus	Pokončne	18,6	9,2	14,6	28,7	13,3	0,30	5,96	0,000
	Polrozetaste	68,6	76,7	72,4	58,5	80,8	0,20	3,45	0,014
	Rozetaste	12,8	14,1	12,9	12,8	5,9	0,08	1,23	0,307
Višina rastlin	H1 (0 - 10 cm)	5,6	1,8	3,1	23,3	3,0	0,68	29,54	0,000
	H2 (10 - 25 cm)	22,9	8,2	18,3	19,9	12,4	0,24	4,25	0,005
	H3 (>25 cm)	71,6	90,1	78,5	56,8	84,6	0,49	13,31	0,000
Tip razmnoževanja	Seme	17,3	16,1	16,1	9,4	3,7	0,18	3,00	0,026
	Večinoma seme, redko vegetativno	3,9	3,9	4,3	7,6	6,8	0,09	1,30	0,282
	Seme in vegetativno	78,7	79,9	79,3	82,9	89,3	0,09	1,40	0,246
	Večinoma vegetativno, redko seme	0,1	0,1	0,3	0,1	0,2	0,05	0,74	0,570
Vegetativna razrast	Posamezno steblo	4,4	0,4	3,4	0,2	0,1	0,25	4,64	0,003
	Kompaktna rast	17,8	20,0	21,7	17,8	18,6	0,02	0,22	0,929
	Blazinasto širjenje	20,9	8,6	14,2	36,0	8,5	0,54	16,03	0,000
	Rušnato širjenje	56,9	70,9	60,7	46,0	72,9	0,29	5,57	0,001
Anatomija listov	Higromorfni list	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,09	1,43	0,235
	Mezomorni list	76,3	92,2	78,1	24,4	18,7	0,85	76,25	0,000
	Skleromorfni list	23,7	7,8	21,9	75,6	81,2	0,85	75,82	0,000
Trajnost listov	Prezimni listi	4,3	0,4	3,4	0,1	0,0	0,25	4,65	0,003
	Trajno zeleni listi	50,2	57,1	51,5	31,7	14,0	0,71	33,30	0,000
	Neprezimni listi	45,5	42,6	45,1	68,1	86,0	0,73	36,95	0,000



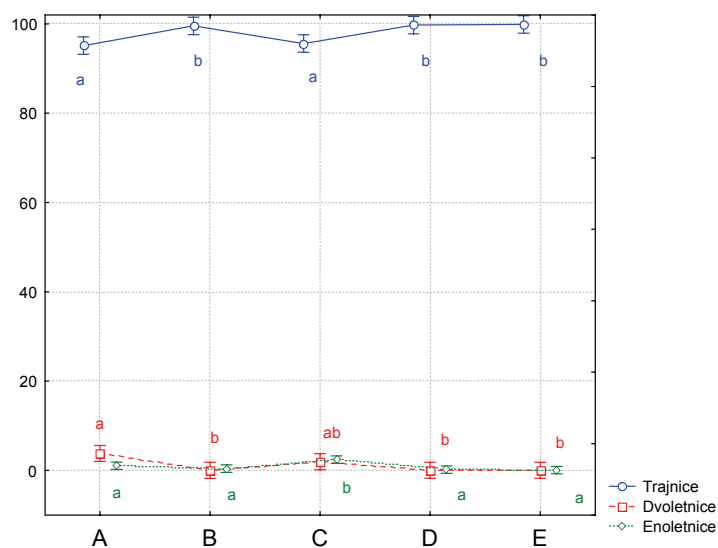
Slika 21: Pokrovnosti (v %) življenjskih oblik rastlin po obravnavanjih. Z malimi črkami so označene homogene skupine (Duncanov test, $p < 0,05$) za vsako stanje znaka posebej. Prikazane so srednje vrednosti in 95% intervali zaupanja.

Figure 21: Cover (in %) of life forms per treatment. Small letters denote homogeneous groups of treatments (Duncan test, $p < 0,05$). Means and 95% confidence intervals are shown.



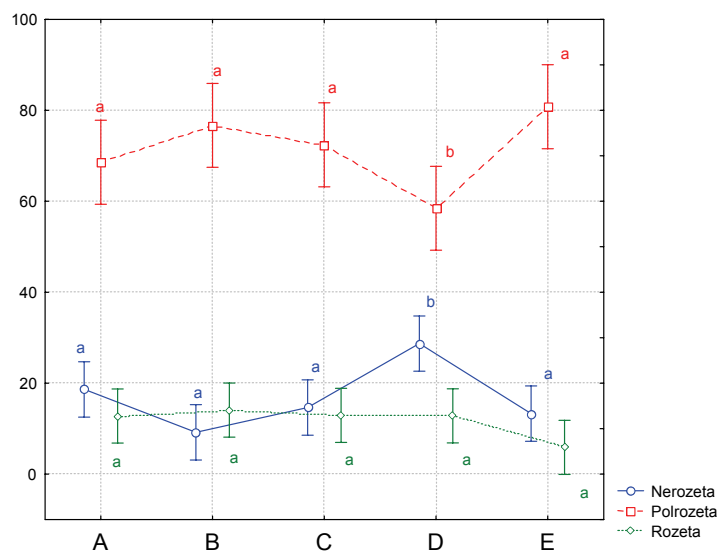
Slika 22: Pokrovnosti (v %) posameznih funkcionalnih skupin travniških rastlin po obravnavanjih. Z malimi črkami so označene homogene skupine (Duncanov test, $p < 0,05$) za vsako stanje znaka posebej. Prikazane so srednje vrednosti in 95% intervali zaupanja.

Figure 22: Cover (in %) of different functional groups of grassland plants per treatment. Small letters denote homogeneous groups of treatments (Duncan test, $p < 0,05$). Means and 95% confidence intervals are shown.



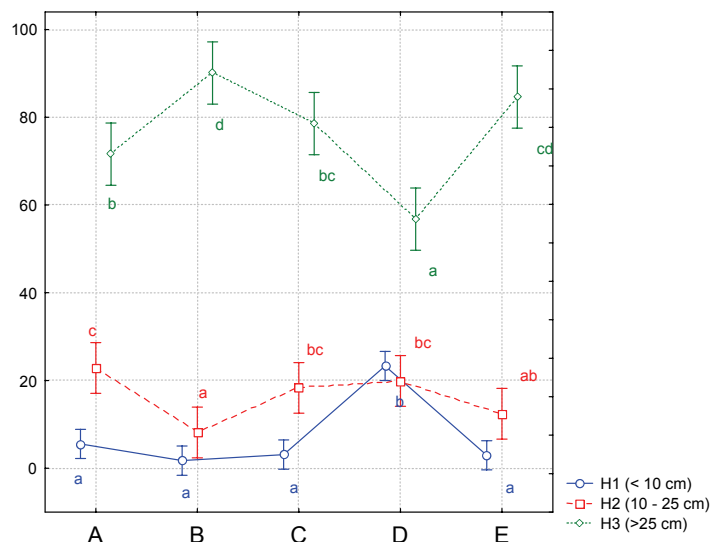
Slika 23: Pokrovnosti (v %) posameznih skupin rastlin glede na življenjsko dobo po obravnavanjih. Z malimi črkami so označene homogene skupine (Duncanov test, $p < 0,05$) za vsako stanje znaka posebej. Prikazane so srednje vrednosti in 95% intervali zaupanja.

Figure 23: Cover (in %) of different groups of plants with respect to life span per treatment. Small letters denote homogeneous groups of treatments (Duncan test, $p < 0,05$). Means and 95% confidence intervals are shown.



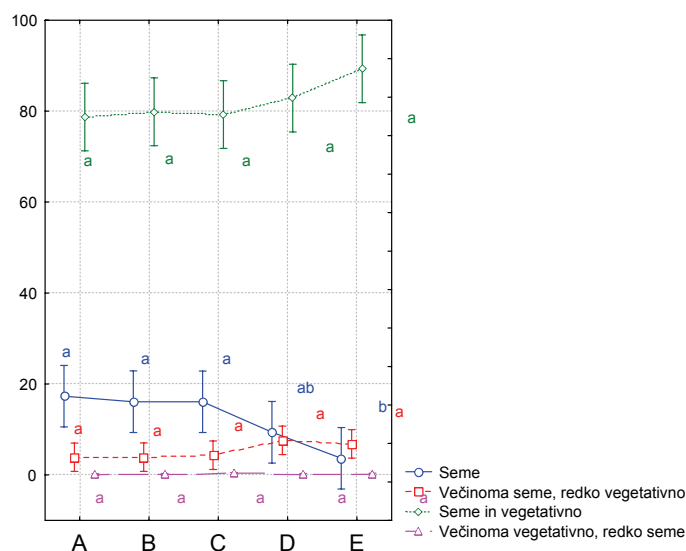
Slika 24: Pokrovnosti (v %) posameznih skupin rastlin glede na habitus po obravnavanjih. Z malimi črkami so označene homogene skupine (Duncanov test, $p < 0,05$) za vsako stanje znaka posebej. Prikazane so srednje vrednosti in 95% intervali zaupanja.

Figure 24: Cover (in %) of different groups of plants with respect to canopy structure per treatment. Small letters denote homogeneous groups of treatments (Duncan test, $p < 0,05$). Means and 95% confidence intervals are shown.



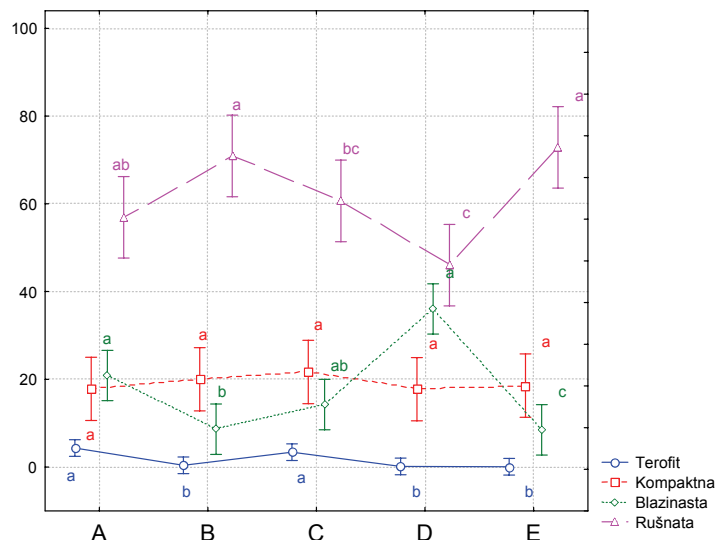
Slika 25: Pokrovnosti (v %) posameznih skupin rastlin glede na njihovo višino po obravnavanjih. Z malimi črkami so označene homogene skupine (Duncanov test, $p < 0,05$) za vsako stanje znaka posebej. Prikazane so srednje vrednosti in 95% intervali zaupanja.

Figure 25: Cover (in %) of different groups of plants with respect to the height per treatment. Small letters denote homogeneous groups of treatments (Duncan test, $p < 0,05$). Means and 95% confidence intervals are shown.



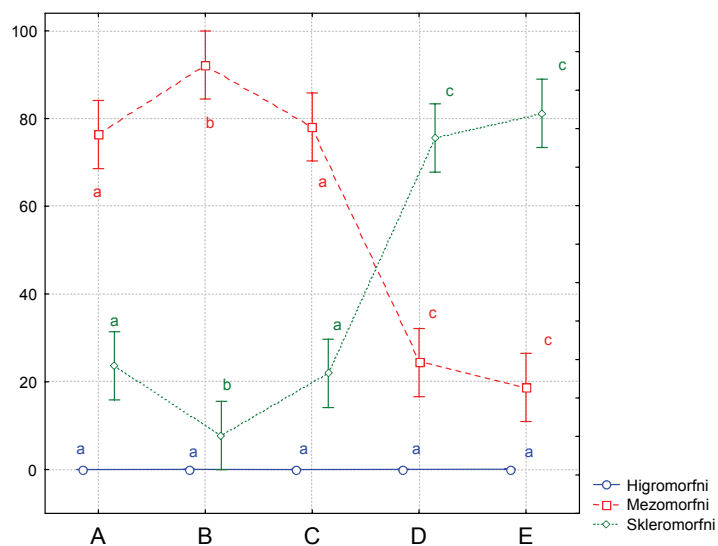
Slika 26: Pokrovnosti (v %) posameznih skupin rastlin glede na tip razmnoževanja po obravnavanjih. Z malimi črkami so označene homogene skupine (Duncanov test, $p < 0,05$) za vsako stanje znaka posebej. Prikazane so srednje vrednosti in 95% intervali zaupanja.

Figure 26: Cover (in %) of different groups of plants with respect to the reproduction type in per treatment. Small letters denote homogeneous groups of treatments (Duncan test, $p < 0,05$). Means and 95% confidence intervals are shown.



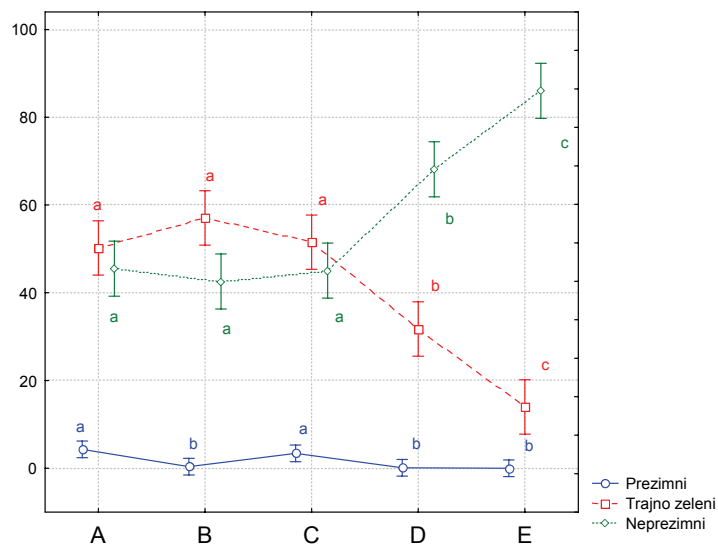
Slika 27: Pokrovnosti (v %) posameznih skupin rastlin glede na tip lateralnega vegetativnega širjenja po obravnavanjih. Z malimi črkami so označene homogene skupine (Duncanov test, $p < 0,05$) za vsako stanje znaka posebej. Prikazane so srednje vrednosti in 95% intervali zaupanja.

Figure 27: Cover (in %) of different groups of plants with respect to the lateral spread type per treatment. Small letters denote homogeneous groups of treatments (Duncan test, $p < 0,05$). Means and 95% confidence intervals are shown.



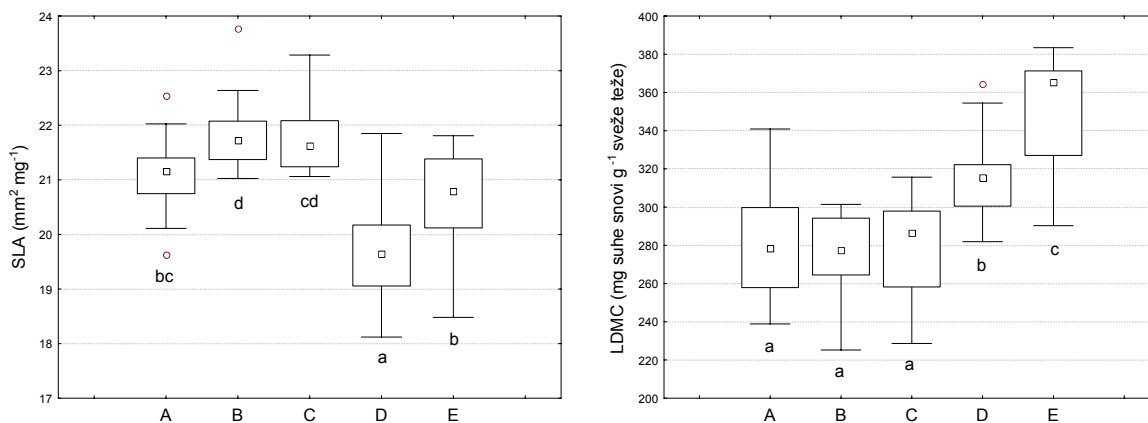
Slika 28: Pokrovnosti (v %) posameznih skupin rastlin glede na anatomske tip listov po obravnavanjih. Z malimi črkami so označene homogene skupine (Duncanov test, $p < 0,05$) za vsako stanje znaka posebej. Prikazane so srednje vrednosti in 95% intervali zaupanja.

Figure 28: Cover (in %) of different groups of plants with respect to the leaf anatomy per treatment. Small letters denote homogeneous groups of treatments (Duncan test, $p < 0,05$). Means and 95% confidence intervals are shown.



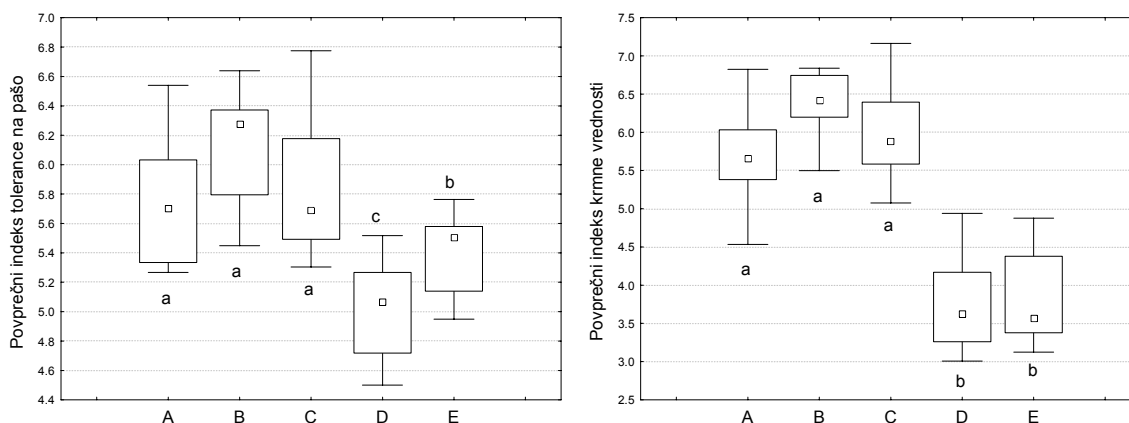
Slika 29: Pokrovnosti (v %) posameznih skupin rastlin glede na trajnost listov oz. sposobnost prezimitve po obravnavanjih. Z malimi črkami so označene homogene skupine za vsako stanje znaka posebej. Prikazane so srednje vrednosti in 95% intervali zaupanja.

Figure 29: Cover (in %) of different groups of plants with respect to the leaf persistence per treatment. Small letters denote homogeneous groups of treatments (Duncan test, $p < 0,05$). Means and 95% confidence intervals are shown.



Slika 30: Razlike po obravnavanjih za dva pomembna funkcionalna znaka listov rastlin. (a) specifična listna površina (SLA) in (b) vsebnost suhe snovi v listih (LDMC). Homogene skupine obravnavanj pri $p < 0,05$ so prikazane z malimi črkami.

Figure 30: Differences in two important plant leaf traits: specific leaf area (SLA) and leaf dry matter content (LDMC) across treatments. Small letters denote homogeneous groups of treatments at $p < 0.05$.



Slika 31: Razlike po obravnavanjih v indeksu tolerance rastlin na pašo in po indeksu krmne vrednosti. Oba indeksa sta ugotovljena kot tehtano povprečje indeksov. Uteži so pokrovnosti vrst. Homogene skupine obravnavanj pri $p < 0,05$ so prikazane z malimi črkami.

Figure 31: Differences in the mean index of plant grazing tolerance and the index of forage value between treatments. Both indexes are calculated as cover weighted means. Small letters denote homogeneous groups of treatments at $p < 0.05$.

Na podlagi zgornjih analiz je opazno, da so pri večini funkcionalnih znakov zaznavne spremembe v njihovem deležu zastopanosti v ruši. Posamezni atributi znotraj proučevanih znakov se odzivajo različno; zastopanost večine atributov se zaradi gnojenja ali opuščanja rabe značilno spremeni, le malo pa je indiferentnih in ostajajo konstantni ne glede na obravnavanje (npr. delež geofitov, delež metuljnic, delež rozetastih rastlin, delež vrst z vegetativnim razmnoževanjem). Večina teh neodzivnih atributov je zastopanih v sestojih z zelo majhnim deležem.

Preglednica 6 in slike 20 do 30 tudi kažejo na nekatere povezave med znaki in atributi. V mnogih znakih odstopa obravnavanje D, ki ga smatramo za tip rabe, ki je najbližje tradicionalni in tudi ekološko in naravovarstveno najsprejemljivejši obliki. To pomeni, da so funkcionalni odzivi in tudi posledice spremembe rabe proučevanega travnišča znatne, ne glede ali gre za gnojenje ali za opuščanje. Vseeno se gnojenje tudi v tem primeru kaže za spremembo rabe, ki je usodnejša za funkcionalno sestavo združbe, spet pa se je pokazalo, da med posameznimi oblikami gnojenja t.j. med obravnavanji A, B in C večinoma ni večjih razlik. Obsežnejša interpretacija zgornjih analiz je v razpravi.

4.2 PROUČEVANJE ZARAŠČANJA TRAVNIŠČ S ČRNIM BOROM NA VREMŠČICI

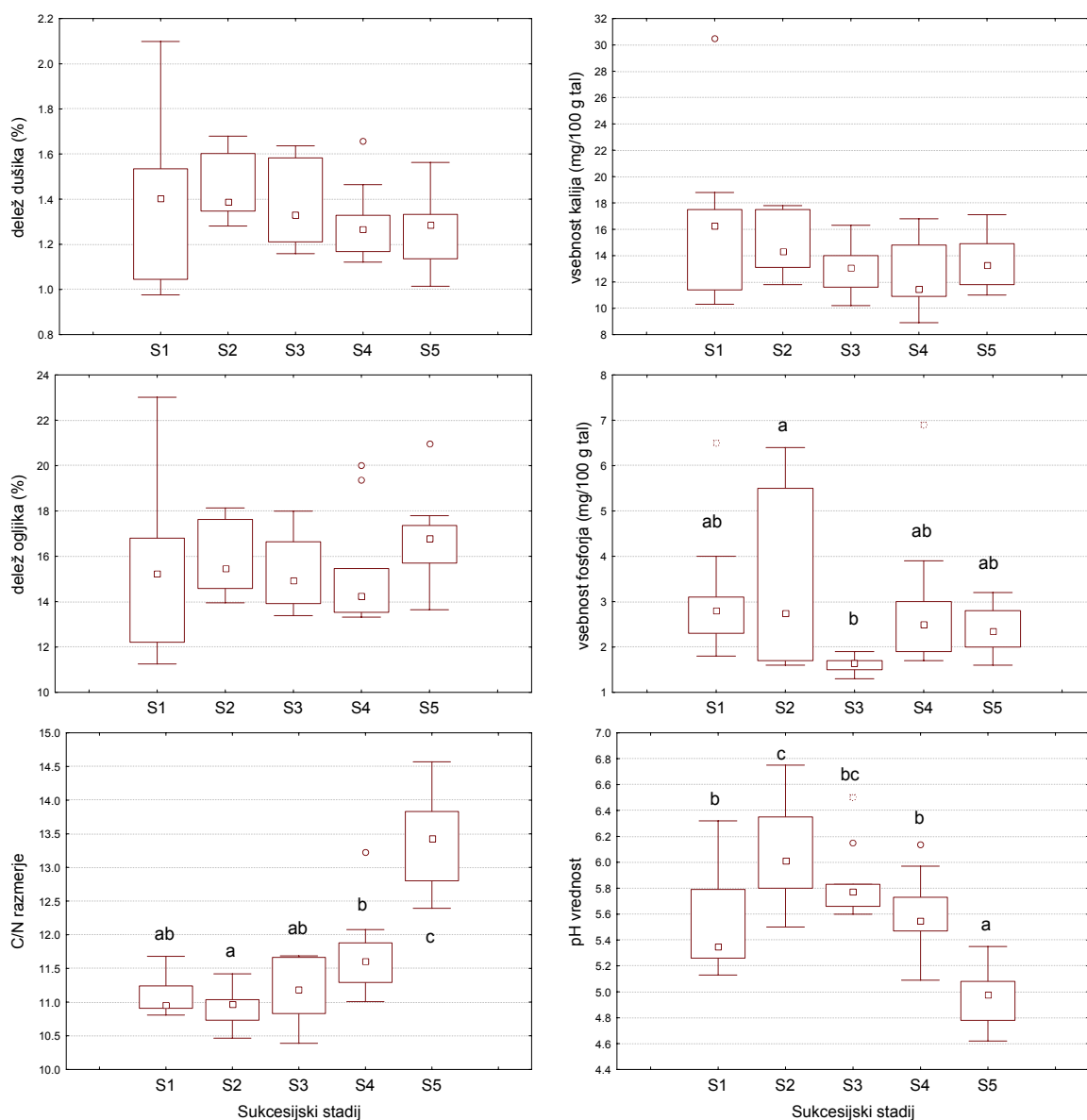
Na jugozahodnem pobočju Vremščice smo raziskovali zaraščanje travnišča s črnim borom. Najprej so po posameznih stadijih zaraščanja predstavljeni rezultati nekaterih ekoloških meritev (svetlobnih razmer in pedoloških parametrov), sledi analiza diverzitetnih parametrov (število vrst skozi sukcesijo, krivulje gostote vrst) in analiza sprememb v vrstni sestavi po stadijih. Poglavje zaključuje funkcionalna obdelava rastlinskih združb, ki smo jo proučili z uporabo CSR modela.

4.2.1 Ekološke razmere skozi sukcesijo

4.2.1.1 Talne razmere

Na obravnavanem območju smo ugotovili dokaj tipične talne parametre za plitva tla na apnenčasti matični podlagi. Opazen je velik delež ogljika (povprečje na celotnem območju $15,8 \pm 0,4$ %). Pri upoštevanju faktorja 1,724 znaša povprečni delež organske snovi $27,2 \pm 4,3$ %, kar pomeni zelo organska tla. Delež dušika je za ta tla razmeroma velik (povprečje $1,36 \pm 0,03$ %), a C/N razmerje kaže, da je večinoma vezan v organski snovi. S fosforjem (povprečje $2,7 \pm 0,2$ mg na 100 g tal) in kalijem (povprečje $14,0 \pm 0,5$ mg na 100 g tal) so proučevana tla slabo založena. Tla so kljub apnenčasti podlagi zmerno kisla (povprečna pH vrednost $5,59 \pm 0,07$), kar je najbrž posledica velikega deleža organske snovi.

Posamezni sukcesijski stadiji pri zaraščanju kraških travnišč s črnim borom na Vremščici se značilno razlikujejo le v nekaterih pedoloških dejavnikih (slika 32). Med stadiji so statistično značilne razlike v pH vrednosti tal, C/N razmerju in vsebnosti fosforja, medtem ko razlik v deležu ogljika oz. organske snovi v tleh, deležu skupnega dušika, ter vsebnosti kalija ni bilo zaznavnih. Opazen je sicer neznačilen trend povečevanja deleža C in zmanjševanja N ob zaraščanju, zaradi česar so razlike v C/N razmerju statistično značilne. Mejno značilne ($p=0,09$) so tudi razlike v vsebnosti kalija, opazen je šibek trend upadanja vsebnosti tega hranila ob zaraščanju.

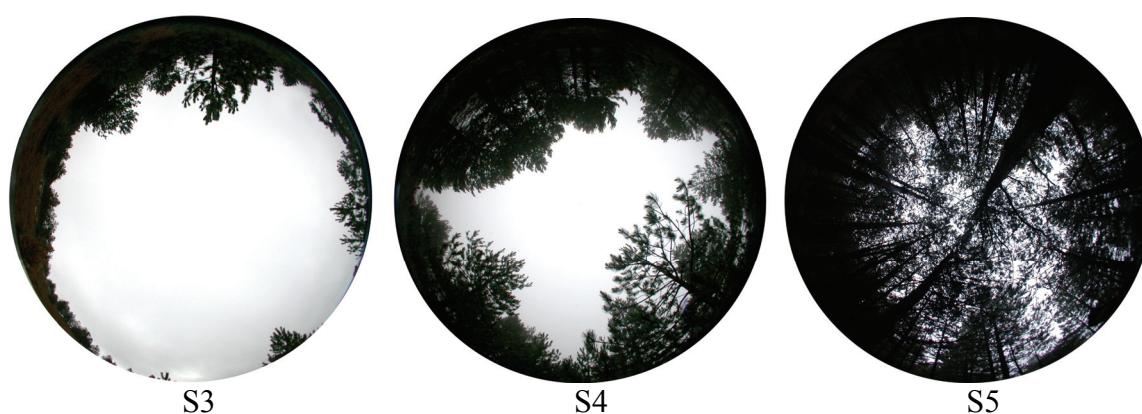


Slika 32: Pedološki parametri po sukcesijskih stadijih. Pri parametrih, kjer se stadiji statistično razlikujejo, so homogene skupine (Tukeyev test pri $p < 0,05$; $n=10$) označene z malimi črkami.

Figure 32: Pedological parameters of different successional stages. Homogeneous groups of parameters, where successional stages differ significantly (Tukey test at $p < 0.05$; $n=10$), are marked with small letters.

4.2.1.2 Svetlobne razmere

Namen ugotavljanja svetlobnih razmer ni bil pokazati na statistično značilne razlike med sukcesijskimi stadiji, ampak kvantitativno ovrednotiti, koliko svetlobe pride do tal oz. do zeliščne plasti v bolj oz. manj zaraščenem terenu, kar naj bi po predvidevanjih imelo pomemben vpliv na oblikovanje rastlinske združbe. Razlike med stadiji so seveda očitne, kar pomeni, da so bile izbrane dovolj reprezentativne ploskve. Primeri hemisferičnih fotografij iz različnih stadijev zaraščenosti so na sliki 33. Opazno je povečevanje heterogenosti v svetlobnih razmerah do stadija S4 (povečevanje standardne napake), v borovem gozdu pa so razmere spet precej homogene (slika 34, preglednica 7).



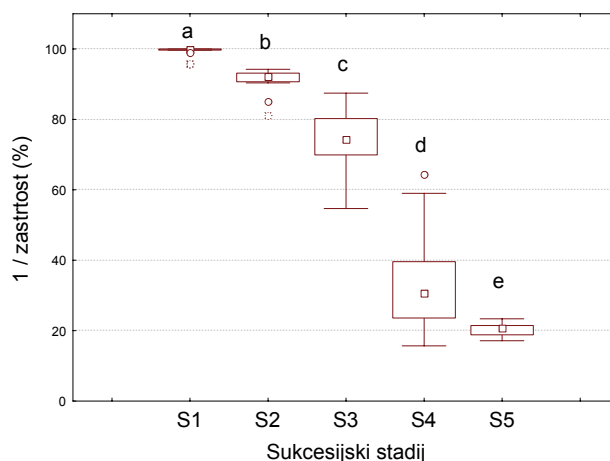
Slika 33: Primeri hemisferičnih posnetkov iz različnih stadijev zaraščenosti kraškega travnišča.

Figure 33: Examples of hemispherical photographs taken in different stages of grassland afforestation.

Preglednica 7: Svetlobne razmere po stadijih zaraščenosti, ugotovljene po metodi hemisferične fotografije.

Table 7: Light conditions in five stages of grassland afforestation derived from hemispherical photography.

Stadij	n	Odprtost (%)	neba	Direktno obsevanje (mol/m ² /dan)	Difuzno obsevanje (mol/m ² /dan)	Skupno obsevanje (mol/m ² /dan)	LAI (2000G)
		Povp. ± SN		Povp. ± SN	Povp. ± SN	Povp. ± SN	Povp. ± SN
S1	20	99,42 ± 0,29		36,449 ± 0,001	5,467 ± 0,002	41,914 ± 0,003	0,000 ± 0,000
S2	20	91,33 ± 0,70		36,389 ± 0,007	5,360 ± 0,020	41,747 ± 0,025	0,009 ± 0,003
S3	20	73,97 ± 1,77		33,592 ± 0,769	4,746 ± 0,103	38,337 ± 0,826	0,120 ± 0,027
S4	20	33,81 ± 3,01		17,904 ± 1,686	2,504 ± 0,232	20,408 ± 1,901	1,219 ± 0,185
S5	20	20,35 ± 0,36		12,466 ± 0,377	1,692 ± 0,017	14,159 ± 0,381	1,660 ± 0,035



Slika 34: Svetlobne razmere, predstavljene kot odprtost krošenj po proučevanih stadijih zaraščenosti. Med vsemi stadiji so statistično značilne razlike pri $p < 0,05$.

Figure 34: Light conditions represented as sky openness of the investigated stages of grassland afforestation. There were statistical significant differences between all the stages at $p < 0.05$.

Kljub temu, da hemisferična fotografija, kot metoda ugotavljanja potencialnega sončnega obsevanja omogoča oceno večih parametrov sončnega obsevanja, pa so med njimi zaradi metodoloških razlogov in enotnih značilnosti proučevanih ploskev (podoben nagibin ekspozicija terena, relativna bližina ploskev) močne korelacije (koeficient korelacije (r) po absolutni vrednosti večji od 0,92). Nesmiselno in zaradi multikolinearnosti tudi statistično nepravilno je zato hkrati uporabljati vse te parametre kot pojasnjevalne spremenljivke vrstne pestrosti in sestave združb. V nadaljnjih analizah smo zato kot kazalec svetlobnih razmer uporabili le odprtost krošenj, izraženo v odstotkih. Ta podatek smatramo za ekološko raziskavo tega tipa za povsem zadovoljivega in tudi enostavno obrazložljivega.

4.2.2 Spremembe vrstne pestrosti ob zaraščanju

4.2.2.1 Krivulje gostote vrst

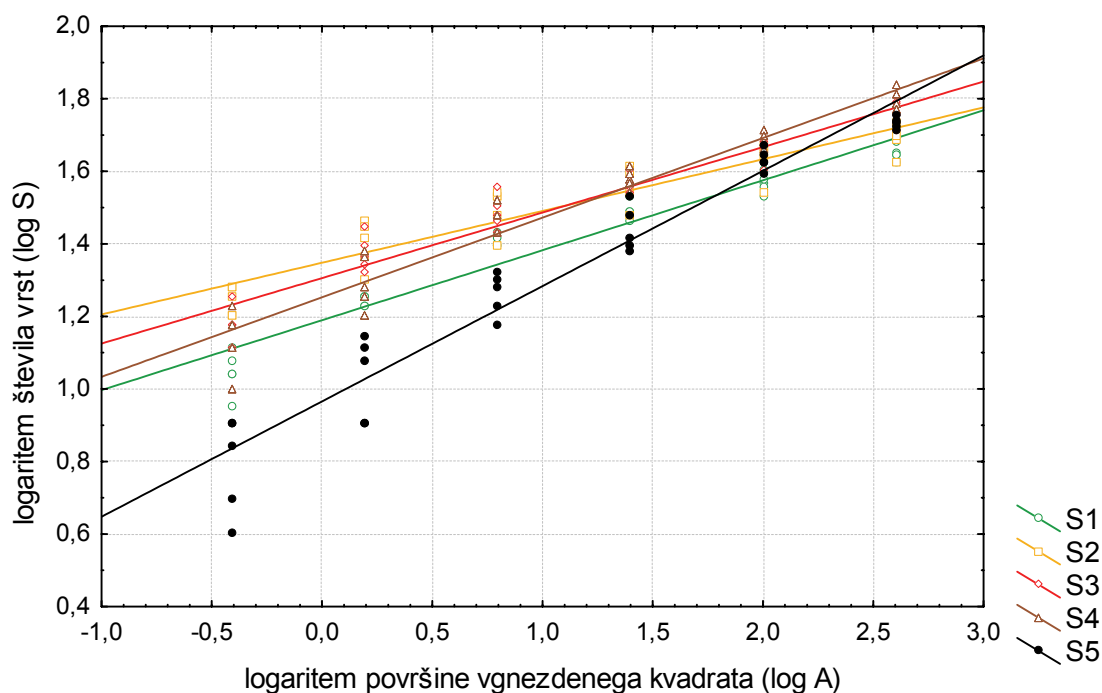
Krivulje gostote vrst smo izdelali za vsako obravnavanje posebej na podlagi petih popisnih ploskev oz. petih ponovitev. Dobljene krivulje smo primerjali z regresijo po stratumih, da bi ugotovili ali so med stadiji statistično značilne razlike v nagibu krivulje (parameter z) in (ali) odseku krivulje na ordinatni osi (parameter c). Regresija po stratumih je pokazala, da je za pojasnitev odvisnosti števila vrst od površine, kjer so te vrste najdene, najustreznejši polni regresijski model (model (3)). Krivulje se pri $p < 0,001$ statistično značilno razlikujejo tako v nagibu krivulje (parameter z) kot tudi v odseku na ordinati (parameter c). Skupno model pojasnjuje 93,95% variabilnosti.

Polni regresijski model za krivulje gostote vrst lahko zapišemo kot:

$$\begin{aligned}\log S = & 1,18956 + 0,192854 \times \log A \\ & + 0,158405 \times (S2) \\ & + 0,116197 \times (S3) \\ & + 0,0632648 \times (S4) \\ & - 0,223989 \times (S5) \\ & - 0,0501366 \times \log A \times (S2) \\ & - 0,0122535 \times \log A \times (S3) \\ & + 0,0265952 \times \log A \times (S4) \\ & + 0,125095 \times \log A \times (S5)\end{aligned}$$

pri čemer je S število vrst na površini velikosti A . Za posamezne stadije tako veljajo naslednje krivulje gostote vrst:

$$\begin{aligned}S1: & \log S = 1,19 + 0,19 \times \log A \\ S2: & \log S = 1,35 + 0,14 \times \log A \\ S3: & \log S = 1,31 + 0,18 \times \log A \\ S4: & \log S = 1,25 + 0,21 \times \log A \\ S5: & \log S = 0,97 + 0,32 \times \log A\end{aligned}$$



Slika 35: Krivulje gostote vrst po sukcesijskih stadijih iz travnišča v zaraščanju na JZ pobočju Vremščice.

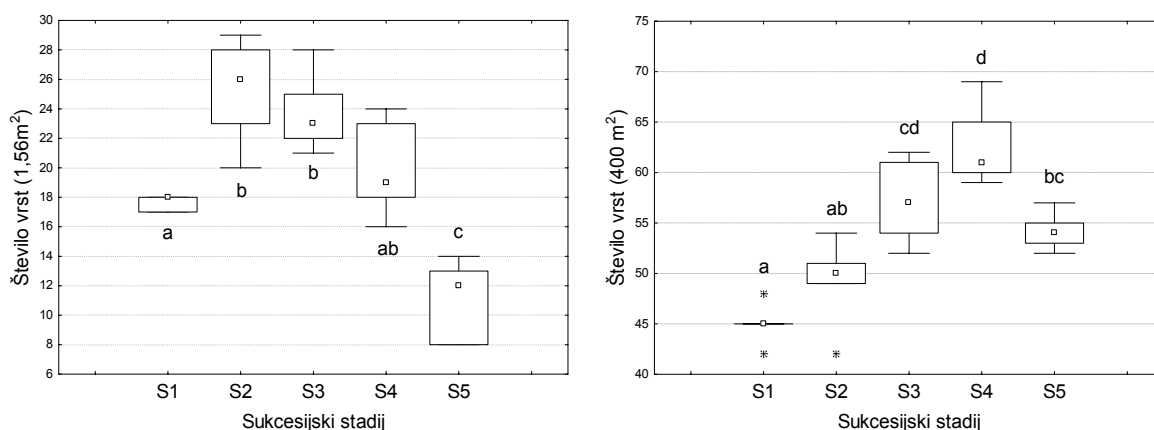
Figure 35: Species-area curves of different stages of succession from grasslands of the SW slope of the Vremščica mountain.

Preglednica 8: Srednje vrednosti in standardne napake parametrov c in z krivulj vrstne gostote po sukcesijskih stadijih. Homogene skupine (Sig.) so označene z malimi črkami (Tukeyev HSD test pri $p < 0,05$). Parameter c smo povratno transformirali v nelogaritmirano obliko.

Table 8: Means and standard errors of c and z parameters of the species-area curves (power function) of different successional stages. Small letters represent homogeneous groups (Tukey HSD test at $p < 0.05$). Parameter c was backtransformed into nonlogarithm form.

Stadij	n	Parameter c		Parameter z	
		Povp. $\pm$ SN	Sig.	Povp. $\pm$ SN	Sig.
S1	5	15,484 $\pm$ 0,302	b	0,193 $\pm$ 0,010	b
S2	5	22,384 $\pm$ 1,037	d	0,143 $\pm$ 0,004	d
S3	5	20,314 $\pm$ 1,009	cd	0,181 $\pm$ 0,009	cd
S4	5	18,081 $\pm$ 1,274	bc	0,219 $\pm$ 0,013	bc
S5	5	9,465 $\pm$ 1,002	a	0,318 $\pm$ 0,021	a

Nagib krivulje je najmanjši v stadiju S2 (opuščeno travnišče brez opaznega deleža črnega bora), proti stadiju S5 (borov gozd) pa se povečuje. Zaradi negativne in značilne korelacije med parametroma c in z ($r = -0.91$, $p < 0,001$), je odsek na ordinati največji na S2 in pada proti S5. Parametra z in c kažeta, da se število vrst s povečevanjem proučevane površine v zgodnejših fazah zaraščanja (S2) hitro poveča in da je na enoti površine (1 m^2) število vrst največje (v povprečju 22,4 vrst), z nadaljnjim povečevanjem površine pa se število vrst le počasi povečuje, kar pomeni, da je združba zgodnejše faze sukcesije razvita že na dokaj majhni površini. V poznejših stadijih (S4 in S5) je na enoti površine oz. manjših prostorskih skalah število vrst mnogo manjše, vendar se pri vzorčenju vedno večje površine bolj konstantno povečuje. Skupno število vrst na ploskev (400 m^2) je največje v poznejših fazah sukcesije (S4) (63 ± 2 vrst), najmanjše pa na pašniku (45 ± 1 vrst). Kljub precejšnji zastrtosti je število vrst na večjih kvadratih v borovem gozdu (S5) dokaj veliko in je mejno značilno večje kot na S2, kjer je gostota vrst na majhnih skalah največja.



Slika 36: Število rastlinskih vrst na majhni ($1,56 \text{ m}^2$) in veliki površini (400 m^2) po stadijih sukcesije. Homogene skupine (Tukeyev test pri $p < 0,05$) so označene z malimi črkami.

Figure 36: Number of plant species on small ($1,56 \text{ m}^2$) and large (400 m^2) area in different stages of succession. Small letters represent homogeneous groups of treatments (Tukey HSD test at $p < 0.05$).

V nadaljnjih korakih smo skušali pojasniti parametre diverzitete rastlinskih vrst z ugotavljanimi okoljskimi razmerami. Z uporabo multiple regresije smo modelirali vpliv teh dejavnikov na nagib krivulje (parameter z) in na skupno število rastlinskih vrst na celotni popisni ploskvi (400 m^2). Proučili smo tako vpliv same vrednosti oz. velikosti okoljskih dejavnikov, kot tudi variabilnost dejavnika znotraj vsake ploskve. Modeliranje smo začeli z izračunom bivariatnih korelacij med spremenljivkami (preglednica 9).

Preglednica 9: Bivariatne korelacije po Pearsonu med kazalci rastlinske pestrosti in obravnavanimi okoljskimi dejavniki. Prikazane so korelacije s povprečni dejavniki in s koeficienti variacije teh dejavnikov. Značilne korelacije so označene z zvezdicami: (**) – $p < 0,01$, (*) – $p < 0,05$.

Table 9: Pearson's bivariate correlations between some diversity parameters and investigated environmental factors. Correlations with means of environmental factors and with coefficients of variation are shown. Significant correlations are marked with asterisks: (**) – $p < 0,01$, (*) – $p < 0,05$.

N=25		Število vrst (400 m^2)		Število vrst ($1,56 \text{ m}^2$)		Parameter c		Parameter z	
		r	p	r	p	r	p	r	p
POVPREČJE	Odprtost neba	-0,631(**)	0,001	0,545(**)	0,005	0,555(**)	0,004	-0,773(**)	0,000
	Delež N	-0,380	0,061	0,100	0,633	0,161	0,442	-0,308	0,134
	Delež C	-0,248	0,232	-0,238	0,252	-0,187	0,370	0,102	0,627
	C/N razmerje	0,256	0,217	-0,655(**)	0,000	-0,686(**)	0,000	0,802(**)	0,000
	pH	-0,008	0,970	0,716(**)	0,000	0,782(**)	0,000	-0,788(**)	0,000
	Vsebnost P	-0,328	0,109	-0,132	0,530	-0,025	0,906	-0,127	0,545
	Vsebnost K	-0,316	0,124	0,051	0,810	0,004	0,985	-0,082	0,696
KOEf. VARIACIJE	Odprtost neba	0,698(**)	0,000	0,024	0,910	0,049	0,815	0,132	0,529
	Delež N	0,081	0,701	-0,200	0,338	-0,185	0,376	0,180	0,388
	Delež C	-0,082	0,698	-0,157	0,453	-0,138	0,510	0,082	0,697
	C/N razmerje	0,310	0,132	0,063	0,764	0,093	0,659	-0,031	0,884
	pH	0,197	0,345	-0,136	0,517	-0,142	0,500	0,172	0,411
	Vsebnost P	-0,142	0,499	-0,025	0,905	-0,007	0,974	-0,097	0,645
	Vsebnost K	-0,096	0,647	-0,313	0,128	-0,331	0,106	0,291	0,159

Število vrst na večji prostorski skali (400 m^2) je posebej povezano s svetlobnimi razmerami in sicer tako z jakostjo sončnega obsevanja oz. zastrtostjo kot tudi z variabilnostjo svetlobnih razmer znotraj teh 400 m^2 velikih ploskev. Število vrst na velikih ploskvah narašča z zastrtostjo površine s črnim borom ($r = -0,631$, $p = 0,001$) in s povečevanjem razlik v osvetljenosti znotraj teh ploskev ($r = 0,698$, $p = 0,001$). Na majhnih ploskvah ($1,56 \text{ m}^2$) je pestrost rastlinskih vrst najbolj povezana z zastrtostjo, pH vrednostjo tal in C/N razmerjem. Podobne so tudi korelacije s parametroma c in z , kar je tudi logično, saj parameter c vsebinsko pomeni število vrst na 1 m^2 površine, parameter z pa se je, kot že omenjeno v tem primeru izkazal za močno koreliranega s parametrom c .

Preglednica 10: Modeliranje parametra z krivulj gostote vrst po korakih. Prikazana je izboljšava modela pri dodajanju spremenljivk (povečanje R^2 , sprememba F statistike) ter regresijski koeficienti teh spremenljivk (B) in njihova značilnost (Sig.). V končnem modelu 2 je 77,0 % variabilnosti parametra z pojasnenih z dvema spremenljivkama: C/N razmerjem v tleh in pH vrednostjo.

Table 10: Step-by-step modeling of the parameter z of the species-area relationship. Improvement of the model due to the variable addition (increase in R^2 , F change) and regression coefficients (B) with their significance (Sig.) are shown. Last step indicates that in model 2 81.3 % of the variability in the parameter z is explained by two variables: C/N ratio and pH.

Model (korak)	R^2	Sprememba F statistike	Značilnost spremembe F
1	0.644	41,549	0,000
2	0.770	12,094	0,002

Model (korak)	Koeficienti	Regr. koeficient (B)	t-test	Sig.	Parcialna korelacija
1	(Konstanta)	-0,403	-4,218	0,000	
	C/N razmerje	0,053	6,446	0,000	0,802
2	(Konstanta)	0,218	1,119	0,275	
	C/N razmerje	0,033	3,778	0,001	0,627
	pH vrednost	-0,070	-3,478	0,002	-0,596

Kljub značilni korelaciji med parametrom z oz. nagibom krivulje gostote vrst ter odprtostjo krošenj (preglednica 9), pa spremenljivka svetlobnih razmer ni bila vključena v model. Parcialna korelacija med odprtostjo krošenj in parametrom z pri kontroli talnih dejavnikov (C/N razmerje ali pH vrednost) namreč ni značilna. Nagib krivulje je torej bolj povezan s talnimi dejavniki kot s svetlobnimi razmerami. To je posledica vključenosti stadija S1 oz. pašenega obravnavanja v analizo. Skušali smo modelirati še parameter z brez obravnavanja S1, tedaj je kot najbolj pojasnjevalna spremenljivka vključena v model odprtost krošenj, ki pojasni 64,4% variabilnosti parametra z .

Preglednica 11: Modeliranje skupnega števila vrst na ploskev po korakih. Prikazana je izboljšava modela pri dodajanju spremenljivk (povečanje R^2 , sprememba F statistike) in regresijski koeficienti teh spremenljivk (B in njihova značilnost – Sig.). V končni stopnji (model 3) je 69,7 % variabilnosti števila vrst na popisno ploskev pojasnenih s tremi spremenljivkami: odprtostjo krošenj in variabilnostjo odprtosti krošenj na ploskev ter pH vrednostjo tal.

Table 11: Step-by-step modeling of the species number in 400 m² plots. Improvement of the model due to variable addition (increase in R^2 , F change) and regression coefficients (B) with their significance (Sig.) are shown. Last step (model 3) indicates that 69.7 % of the variability in the species number is explained by three variables: canopy openness, variability of the canopy openness within the plot and soil pH value.

Model (korak)	R^2	Sprememba statistike	F	Značilnost spremembe F
1	0,487	21,872		0,000
2	0,601	6,288		0,020
3	0,697	6,593		0,018

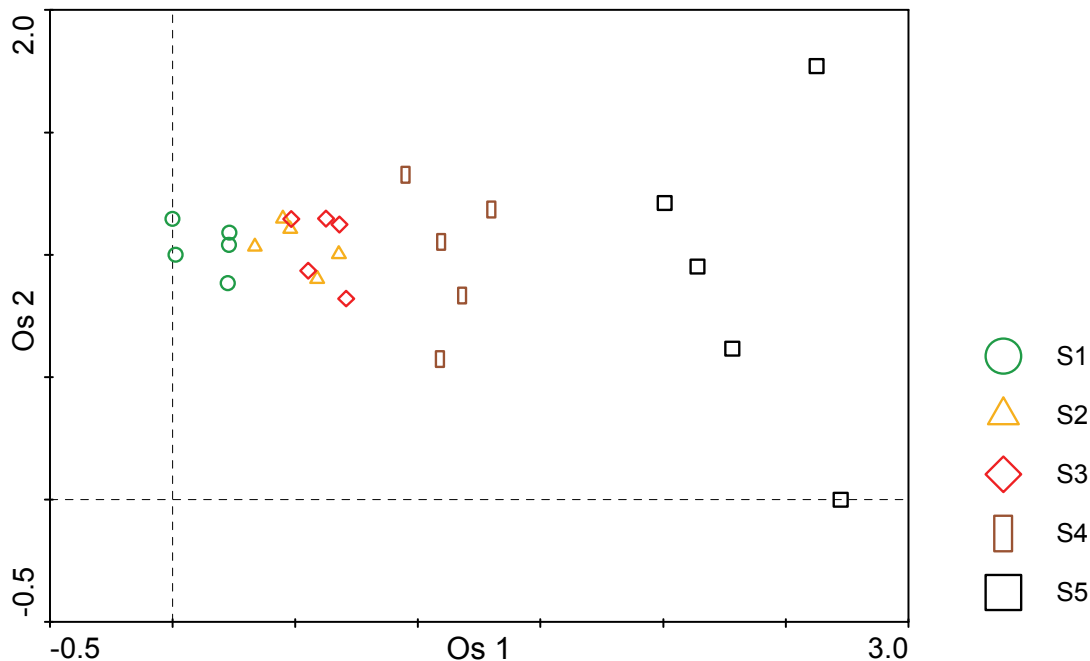
Model (korak)	Koeficienti	Regr. koeficient (B)	t-test	Sig.	Parcialna korelacija
1	(Konstanta)	50,135	38,980	0,000	
	Odprtost krošnje_KV	0,408	4,677	0,000	0,698
2	(Konstanta)	56,478	20,296	0,000	
	Odprtost krošnje_KV	0,301	3,352	0,003	0,581
	Odprtost krošnje_povprečje	-0,085	-2,507	0,020	-0,471
3	(Konstanta)	23,820	1,838	0,080	
	Odprtost krošnje_KV	0,222	2,593	0,017	0,492
	Odprtost krošnje_povprečje	-0,152	-3,804	0,001	-0,639
	pH vrednost	6,727	2,568	0,018	0,489

S skupnim številom vrst na popisni ploskvi sta najbolj povezana oba dejavnika svetlobnih razmer. Na število vrst vpliva odprtost krošenj oz. zastrtost (potencialno sončno obsevanje), še bolj pa variabilnost zastrtosti znotraj ploskve. Večja ko je variabilnost v svetlobnih razmerah na ploskvi, večje je število vrst. Značilna je tudi povezava s pH vrednostjo tal. Ta povezava je pozitivna: višji pH, večje število vrst.

4.2.3 Sestava rastlinskih združb v različnih stadijih zaraščanja

Sestavo vegetacijskih popisov med stadiji sukcesije smo najprej analizirali z DCA analizo. Ordinacijski diagram te analize je na sliki 37. Skupna inercija DCA analize znaša 2,337. Lastne vrednosti prvih štirih kanoničnih osi so po vrsti 0,430, 0,1747, 0,115 in 0,075, ki kumulativno pojasnjujejo po vrsti 18,4, 25,9, 30,8 in 34,0 % variabilnosti v vrstni sestavi. Dolžine gradientov znašajo pod 3 (največ 2,7), zato je pri gradientni analizi upravičena uporaba linearnih metod (metoda glavnih komponent, redundančna analiza) (ter Braak in Šmilauer, 2002b). Sukcesijski stadiji so zelo dobro ločeni že s prvo ordinatno osjo; druga

ordinatna os kaže na povečevanje razlik v vrstni sestavi znotraj posameznega stadija: vrstna sestava stadijev S1 je dokaj homogena, proti S5 pa se razlike povečujejo.



Slika 37: Ordinacijski diagram DCA analize 25 popisov iz zaraščajočih travnišč na JZ pobočju Vremščice označenih po sukcesijskih stadijih.

Figure 37: Ordination diagram (DCA analysis) of 25 vegetation samples of different successional stages from Vremščica grasslands undergoing afforestation process.

Vrstno sestavo rastlinskih združb v različnih stadijih zaraščenosti smo v nadaljevanju korelirali z že omenjenimi okoljskimi dejavniki (svetlobnimi razmerami in merjenimi dejavniki tal), kot okoljski dejavnik pa smo dodali še prisotnost/odsotnost paše. Uporabili smo redundančno analizo (RDA), ki je metoda direktne gradientne analize, katera predpostavlja linearno porazdelitev vrst na gradientu proučevanih okoljskih dejavnikov. Monte Carlo permutacijski test je pokazal na značilno povezanost med vrstno sestavo popisnih ploskev in okoljskimi razmerami na teh ploskvah (razmerje $F = 2,129$; $p = 0,002$). Z metodo izbiranja pri $p < 0,05$ so bili kot pojasnjevalne okoljske spremenljivke v model vključeni vsi merjeni parametri okolja. V preglednici 12 so zbrani podatki o lastnih vrednostih in pojasnjeni varianci in korelacijah za prve štiri kanonične osi RDA analize. Prva kanonična os je daleč najpomembnejša, saj je lastna vrednost več kot dvakrat večja od lastne vrednosti druge osi. Veliki korelacijski koeficienti med vrstno sestavo in okoljskimi dejavniki (po absolutni vrednosti vsi nad 0,9) kažejo, da uporabljene okoljske spremenljivke dobro pojasnjujejo razlike v sestavi vrst na gradientih teh spremenljivk. Za posebej pomembne se kažejo naslednje štiri spremenljivke okolja: odprtost krošenj, pH vrednost tal, C/N razmerje v tleh in prisotnost paše, najmanjša pa je pojasnjevalna sposobnost deležev C in N v tleh.

Preglednica 12: Lastne vrednosti, korelacije in pojasnjena varianca štirih kanoničnih osi RDA analize.

Table 12: Eigenvalues, correlations and explained variance of four canonical axes of RDA analysis.

Kanonična os	1	2	3	4
Lastna vrednost kanonične osi	0,219	0,109	0,048	0,036
Korelacija med vrstno sestavo in okoljskimi spremenljivkami	0,972	0,974	0,969	0,935
Kumulativni odstotek pojasnjene variance vrstne sestave	21,9	32,8	37,6	41,2
Kumulativni odstotek pojasnjene variance zveze med vrstno sestavo in okoljskimi spremenljivkami	42,4	63,6	72,9	79,8

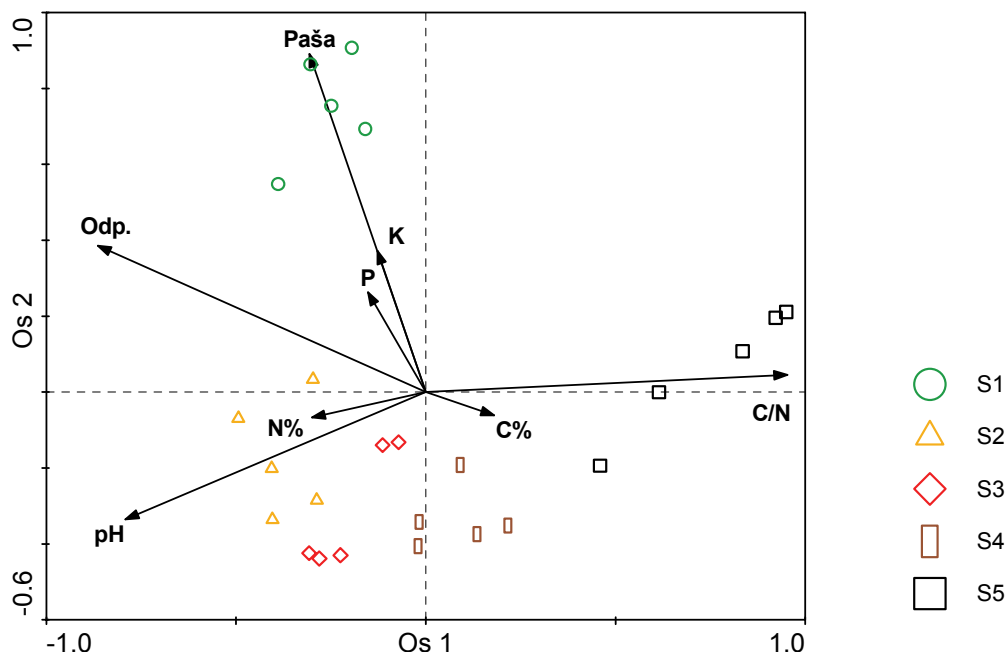
Preglednica 13: Korelacijski koeficienti med kanoničnimi osmi in okoljskimi spremenljivkami. VRS Os 1 - VRS Os 4 so kanonične osi vrstne sestave popisov, OKO Os1 do OKO Os 4 pa kanonične osi okoljskih dejavnikov na popisnih ploskvah.

Table 13: Correlation coefficients between canonical axes of RDA and environmental variables. VRS Os 1 - VRS Os 4 denote canonical axes of the species data, OKO Os1 - OKO Os 4 denote canonical axes of the environmental data.

	VRS Os 1	VRS Os 2	VRS Os 3	VRS Os 4	OKO Os 1	OKO Os 2	OKO Os 3	OKO Os 4
VRS Os 1	1							
VRS Os 2	0,0315	1						
VRS Os 3	0,0213	0,0123	1					
VRS Os 4	-0,0125	0,0207	0,0308	1				
OKO Os 1	0,9721	0	0	0	1			
OKO Os 2	0	0,9739	0	0	0	1		
OKO Os 3	0	0	0,9695	0	0	0	1	
OKO Os 4	0	0	0	0,9348	0	0	0	1
Odprtost krošenj	-0,8407	0,3755	-0,2855	0,0544	-0,8648	0,3855	-0,2945	0,0582
Delež N%	-0,2917	-0,0652	-0,4431	-0,4704	-0,3001	-0,0670	-0,4570	-0,5033
Delež C%	0,1748	-0,0594	-0,4871	-0,5587	0,1798	-0,0610	-0,5024	-0,5977
C/N razmerje	0,9262	0,0444	-0,0765	-0,0299	0,9527	0,0456	-0,0789	-0,0320
pH vrednost	-0,7694	-0,3268	-0,1474	0,0542	-0,7915	-0,3355	-0,1521	0,0580
Vsebnost P	-0,1483	0,2563	-0,0981	-0,3644	-0,1526	0,2632	-0,1012	-0,3899
Vsebnost K	-0,1241	0,3626	-0,1601	0,0629	-0,1277	0,3723	-0,1651	0,0673
Paša	-0,2982	0,8678	0,1641	-0,0697	-0,3067	0,8910	0,1693	-0,0746

Korelacije med kanoničnimi osmi in okoljskimi dejavniki (preglednica 13) kažejo, da je prva os kot najpomembnejša posebej korelirana s C/N razmerjem, pH vrednostjo tal in odprtostjo drevesne plasti oz. osončenostjo. Iz slike 38 je vidno, da prva os predvsem ločuje skupino popisov iz stadijev S1, S2 in S3 od popisov S4 in posebej od popisov S5. Stadiji S1, S2 in S3 so s prvo osjo le deloma ločeni. Bolje ločuje omenjene tri stadije druga

kanonična os, s katero je predvsem povezana prisotnost paše ter v manjši meri svetlobne razmere in vsebnost P in K v tleh.



Slika 38: Ordinacijski diagram (RDA analiza) 25 popisov označenih po sukcesijskih stadijih z okoljskimi dejavniki kot pojasnjevalnimi spremenljivkami (puščice). Oznake okoljskih spremenljivk pomenijo: N% - delež dušika, C% - delež ogljika, K - vsebnost kalija, P - vsebnost fosforja, C/N - razmerje med deležem ogljika in dušika, pH - pH vrednost tal, Odp. - odprtost krošenj (svetlobne razmere), Paša - prisotnost/odsotnost paše.

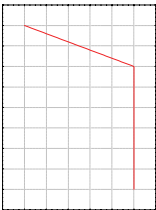
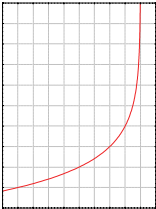
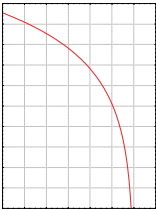
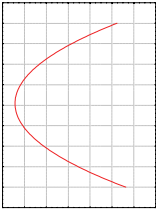
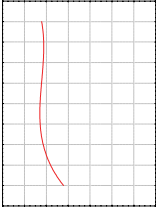
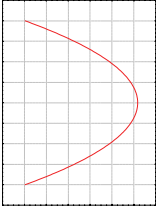
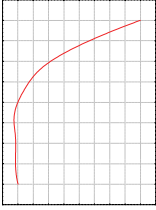
Figure 38: Ordination diagram (RDA analysis) of 25 vegetation samples of different successional stages with environmental factors as explanatory variables (arrows). Abbreviations of environmental factors: N% - nitrogen concentration, C% - carbon concentration, K - potassium concentration, P - phosphorus concentration, C/N - carbon vs. Nitrogen ratio, pH - soil pH value, Odp. - canopy openness (light conditions), Paša - presence/absence of grazing.

4.2.4 Pojavljanje posameznih rastlinskih vrst v stadijih zaraščenosti

Rastlinske vrste, najdene v popisih smo na podlagi prisotnosti v sukcesijskih stadijih z uporabo različnih multivariatnih statističnih metod razdelili v osem skupin, pri čemer pa smo še prej izločili vrste, ki so se pojavljale v raziskavi le z eno ali dvema pojavitvama. Izločili smo tudi črni bor (*Pinus nigra*), saj je bil na proučevanih ploskvah edina vrsta, ki je segala nad zeliščno plast in ga zato ne pojmujejo kot del proučevane (zeliščne) vegetacije, ampak prej okoljski dejavnik, ki vpliva na zeliščno vegetacijo. Skupine združujejo vrste glede na to, ali se njihova pogostnost pri zaraščanju s črnim borom povečuje, zmanjšuje, stagnira, oz. v katerih razmerah je njihova pogostnost največja. Uporabili smo klasterško analizo, metodo glavnih komponent in diskriminantno analizo. Zaradi obsežnosti izpisov teh analiz ne navajamo. Razvrstitev rastlinskih vrst je v preglednici 14.

Preglednica 1: Razvrstitev rastlinskih vrst v skupine glede na pojavnost v sukcesijskih stadijih. V obliki grafikonov so navedene tudi idealizirane porazdelitve skupin po gradientu zaraščanja.

Table 1: Classification of the plant species with respect to their frequency of occurrence in different stages of succession. Graphs show idealized distributions of species within gradient of afforestation.

Skupina 2	Skupina 3	Skupina 4	Skupina 5	Skupina 6	Skupina 7	Skupina 8
Gozdne vrste	Vrste v upadanju	Vrste v porastu	Vrste srednjih suk. stadijev	Stalne vrste	Vrste zač. in konč. stadijev sukcesije	Vrste travišč
 <i>Cornus sanguinea</i> <i>Corylus avellana</i> <i>Geum urbanum</i> <i>Hypericum perforatum</i> <i>Ligustrum vulgare</i> <i>Lonicera xylosteum</i> <i>Melica ciliata</i> <i>Mycelis muralis</i> <i>Prunus avium</i> <i>Sanicula europaea</i> <i>Sesleria autumnalis</i> <i>Silene nutans</i> <i>Solanum dulcamara</i> <i>Teucrium sp.</i> <i>Tilia platyphyllos</i> <i>Veronica officinalis</i>	 <i>Achillea collina</i> <i>Centaurea panonica</i> <i>Geranium sanguineum</i> <i>Linum catharticum</i> <i>Luzula campestris</i> <i>Plantago media</i> <i>Polygala nicaeensis</i> <i>Ranunculus bulbosus</i> <i>Sedum sexangulare</i> <i>Thesium linophyllon</i>	 <i>Acer pseudoplatanus</i> <i>Arabis hirsuta</i> <i>Arenonia agrimonoides</i> <i>Berberis vulgaris</i> <i>Calamagrostis varia</i> <i>Carduus collinus</i> <i>Clematis vitalba</i> <i>Cornus mas</i> <i>Crataegus monogyna</i> <i>Fagus sylvatica</i> <i>Fragaria vesca</i> <i>Fraxinus ornus</i> <i>Galium mollugo</i> <i>Lembotropis nigricans</i> <i>Libanotis sibirica</i> <i>Melica nutans</i> <i>Ostrya carpinifolia</i> <i>Polygonatum odoratum</i> <i>Prunus mahaleb</i> <i>Quercus pubescens</i> <i>Rhamnus catharticus</i> <i>Rosa glauca</i> <i>Rubus idaeus</i> <i>Sorbus aria</i>	 <i>Allium sphaerocephalon</i> <i>Anthericum ramosum</i> <i>Anthyllus montana</i> <i>Buphthalmum salicifolium</i> <i>Bupleurum exaltatum</i> <i>Bupleurum ranunculoides</i> <i>Carlina acaulis</i> <i>Centaurea rupestris</i> <i>Centaurea triumfettii</i> <i>Crepis chondrilloides</i> <i>Danthonia alpina</i> <i>Dorycnium germanicum</i> <i>Euphorbia cyparissias</i> <i>Euphorbia nicaeensis</i> <i>Genista sylvestris</i> <i>Gentiana lutea</i> <i>Helianthemum ovatum</i> <i>Hippocrepis comosa</i> <i>Inula ensifolia</i> <i>Juniperus communis</i> <i>Knautia fleischmannii</i> <i>Laserpitium siler</i> <i>Leontodon crispus</i> <i>Linum tenuifolium</i>	 <i>Allium carinatum</i> <i>Allium senescens</i> <i>Anthyllus vulneraria</i> <i>Betonica serotina</i> <i>Brachypodium rupestre</i> <i>Bromopsis erecta</i> <i>Campanula glomerata</i> <i>Carex humilis</i> <i>Centaurea bracteata</i> <i>Festuca rupicola</i> <i>Filipendula vulgaris</i> <i>Genista sericea</i> <i>Globularia cordifolia</i> <i>Inula hirta</i> <i>Knautia illyrica</i> <i>Leontodon hispidus</i> <i>Leucanthemum liburnicum</i> <i>Lotus corniculatus</i> <i>Plantago argentea</i> <i>Potentilla australis</i> <i>Potentilla tommasiniana</i> <i>Pseudolysimachion barr.</i> <i>Sanguisorba muricata</i> <i>Thalictrum minus</i>	 <i>Taraxacum officinale</i> <i>Trifolium pratense</i>	 <i>Asperula cynanchica</i> <i>Carduus nutans</i> <i>Carex caryophyllea</i> <i>Coronilla vaginalis</i> <i>Galium corrudifolium</i> <i>Koeleria lobata</i> <i>Plantago holosteum</i> <i>Scabiosa triandra</i> <i>Sesleria juncifolia</i>

se nadaljuje

Skupina 2	Skupina 3	Skupina 4	Skupina 5	Skupina 6	Skupina 7	Skupina 8
Gozdne vrste	Vrste v upadanju	Vrste v porastu	Vrste srednjih suk. stadijev	Stalne vrste	Vrste zač. in konč. stadijev sukcesije	Vrste travnišč
	Sorbus aucuparia Thalictrum aquilegifolium Viola hirta		Orobancha sp. Peucedanum oreoselinum Pulsatilla montana Rosa sp. Ruta divaricata Salvia pratensis Satureja subspicata Scorzonera austriaca Stipa eriocaulis Teucrium montanum Trifolium alpestre Trifolium montanum Trinia glauca Vincetoxicum hirundinaria	Thymus serpyllum		

PCA plot showing the distribution of 100 plant species based on 10 morphological variables. The plot is divided into two halves by a dashed line. The x-axis is labeled 'Os 1' and the y-axis is labeled 'Os 2'. The legend indicates the following skull types (Sk):

- Sk 2: White square
- Sk 3: Grey diamond
- Sk 4: Purple rectangle
- Sk 5: Black triangle
- Sk 6: Cyan circle
- Sk 7: Dark blue square
- Sk 8: Green square

The morphological variables are represented by vectors: Paša, Odp., K, P, C/N, C%, N%, and pH. The species are labeled with their names, such as Paša, Tar off, Tri ora, Cam glo, Fil yul, Cor ave, San eur, Car col, Tha agu, Are agi, Vio hir, Sor ari, and many others.

Figure 39: Ordination of plant species and environmental variables in the RDA ordination diagram. Plant species are classified into eight groups (Sk 1-8) regarding their frequency of occurrence in the successional stages. For abbreviations of plant names see annex D.

Skupine vrst smo prikazali tudi na biplot diagramu (slika 39), izdelanem na podlagi RDA analize iz preglednic 12 in 13. Opazna je sorazmerno lepa razdelitev skupin rastlinskih vrst v gradientih proučevanih okoljskih dejavnikov. Vidi se tudi že omenjena podobnost v pojavljanju vrst skupin 2 in 4 ter skupin 6 in 8; skupine 3, 5 in 7 pa so precej jasno ločene od ostalih. Vrste, ki so na skrajnih legah diagrama, so bolj specifične za dane okoljske razmere, medtem, ko so vrste v centru indiferentne za proučevane okoljske dejavnike.

V nadaljevanju smo za vrste iz skupin 4, 5 in 8 naredili logistično regresijo z odprtostjo krošenj kot neodvisno spremenljivko. S tem smo želeli odkriti, ali so vrste značilno porazdeljene po gradientu osvetljenosti. Posebej za skupino 5, kjer smo uporabili za linearni prediktor logističnega modela enačbo parabole, smo hoteli oceniti tudi optimum vrste za svetlobne razmere oz. bolje rečeno ugotoviti, pri kakšnem deležu zastrtosti travnišča s črnim borom je verjetnost za pojavljanje določene vrste največja. Za skupino 5 je bilo možno oceniti tudi tolerančni interval. Rezultati logistične regresije so podani za vsako skupino posebej v preglednicah 15 do 17. Večina rastlinskih vrst se na spremenjene svetlobne razmere odziva statistično značilno, posebej vrste iz skupin 4 in 5, manj značilen je odziv vrst iz skupine 8, kar kaže, da se veliko število vrst iz te skupine zadržuje v združbi tudi še v relativno močno zaraščenem travnišču. Odziv na svetlobne razmere je pri vrstah iz te skupine zato večkrat neznačilen. Za skupino 5 (preglednica 14), pri katerih je odziv na svetlobne razmere približno unimodalen, smo ugotovili, da je optimum v večini primerov okrog 60 % odprtosti krošenj oz. 40% zastrtosti s črnim borom. Številka se giblje od optimuma pri 20% zastrtosti (*Orobancha* sp.) do 48 % zastrtosti (*Pulsatilla montana*). Iz preglednice 16 in slike 40 Slika 40 je vidno tudi, da so si rastlinske vrste različne tudi v tolerančnem intervalu, ki se giblje od bolj ozkih (npr. *Linum tenuifolium*, *Orobancha* sp.) do bolj širokih (*Leontodon crispus*, *Bupleurum ranunculoides*, *Danthonia alpina*).

Preglednica 15: Logistična regresija prisotnosti/odsotnosti vrst skupine 4 v gradientu svetlobnih razmer oz. odprtosti neba. Kot linearni prediktor modela je bila uporabljena enačba premice. Navedeni so devianca modela, značilnost (F in p vrednost) in parametra modela (β_0 – (konst.), β_1 – Odp).

Table 15: Logistic regression of presence/absence of the species of the group 4 in the gradient of light conditions (canopy openness). Linear equation was used as a linear predictor in the model. Deviance of the model, significance (F and p values) and parameters of the model (β_0 – (konst.), β_1 – Odp) are presented.

Vrsta	Devianca	F	p	(Konst.)	Odp.
<i>Acer pseudoplatanus</i>	8,14	62,65	0,000	6,93	-0,24
<i>Arabis hirsuta</i>	17,31	12,64	0,002	1,30	-0,06
<i>Aremonia agrimonoides</i>	13,61	15,79	0,001	1,68	-0,08
<i>Berberis vulgaris</i>	14,02	14,98	0,001	1,51	-0,07
<i>Calamagrostis varia</i>	10,51	21,77	0,000	2,82	-0,15
<i>Carduus collinus</i>	10,32	21,43	0,000	3,10	-0,16
<i>Clematis vitalba</i>	12,75	24,76	0,000	2,86	-0,11
<i>Cornus mas</i>	5,7	102,51	0,000	9,26	-0,29
<i>Crataegus monogyna</i>	13,27	23,98	0,000	2,58	-0,10
<i>Fagus sylvatica</i>	17,39	16,16	0,001	2,77	-0,07
<i>Fragaria vesca</i>	6,31	81,16	0,000	6,80	-0,15
<i>Fraxinus ornus</i>	6,77	73,01	0,000	7,87	-0,24
<i>Galium mollugo</i>	10,94	37,89	0,000	4,33	-0,14
<i>Lembotropis nigricans</i>	19,73	5,91	0,023	0,76	-0,04
<i>Libanotis sibirica</i>	12,84	9,82	0,005	0,85	-0,07
<i>Melica nutans</i>	12,59	25,53	0,000	2,96	-0,11
<i>Ostrya carpinifolia</i>	17,59	19,88	0,000	3,61	-0,07
<i>Polygonatum odoratum</i>	13,57	31,58	0,000	3,24	-0,09
<i>Prunus mahaleb</i>	17,49	16,09	0,001	2,75	-0,07
<i>Quercus pubescens</i>	21,8	12,49	0,002	3,18	-0,05
<i>Rhamnus catharticus</i>	20,45	10,16	0,004	1,76	-0,05
<i>Rosa glauca</i>	17,73	16,9	0,000	3,13	-0,07
<i>Rubus idaeus</i>	18,5	19,6	0,000	3,90	-0,07
<i>Sorbus aria</i>	18,52	15,82	0,001	5,74	-0,08
<i>Sorbus aucuparia</i>	12,99	31,02	0,000	4,15	-0,09
<i>Thalictrum aquilegifolium</i>	8,2	46,9	0,000	8,07	-0,35
<i>Viola hirta</i>	18,86	21,27	0,000	6,26	-0,08

Preglednica 16: Logistična regresija prisotnosti/odsotnosti vrst skupine 5 v gradientu svetlobnih razmer oz. odprtosti neba. Kot linearni prediktor modela je bila uporabljena enačba parabole. Navedeni so devianca modela, značilnost (F in p vrednost), parametri modela (β_0 – (konst.), β_1 – Odp, β_2 – Odp²), ter optimum in toleranca vrste v deležu odprtosti krošenj.

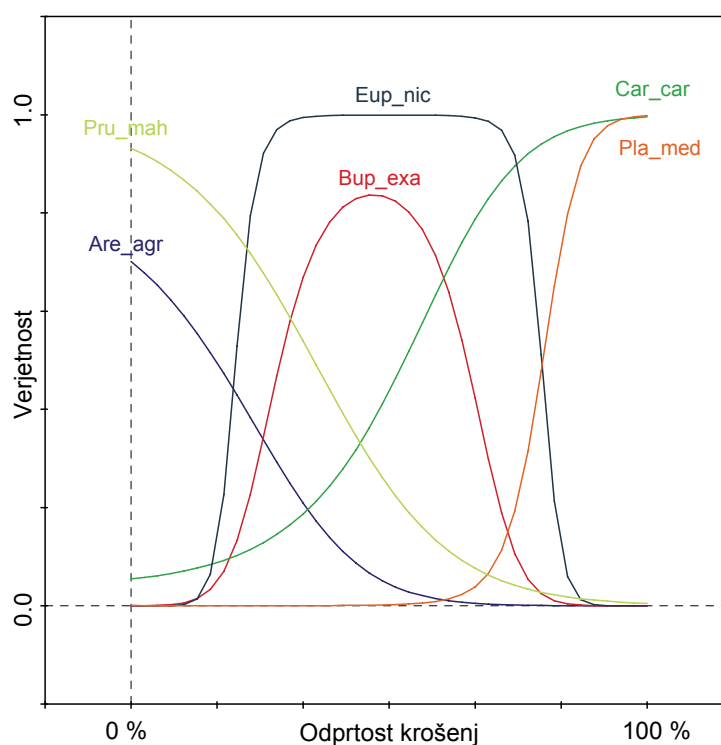
Table 16: Logistic regression of presence/absence of species of the group 5 in the gradient of light conditions (canopy openness). Parabola was used as a linear predictor in the model. Deviance of the model, significance (F and p values) and parameters of the model (β_0 – (konst.), β_1 – Odp, β_2 – Odp²) are presented.

Vrsta	Devianca	F	p	(Konst.)	Odp.	(Odp) ²	Optimum	Toleranca
<i>Allium sphaerocephalon</i>	16,34	4,34	0,026	-17,80	0,47	-0,0031	74,87	12,63
<i>Anthericum ramosum</i>	25,03	3,63	0,043	-6,03	0,28	-0,0022	64,51	15,23
<i>Anthyllis montana</i>	19,33	8,16	0,002	-10,49	0,44	-0,0034	65,48	12,15
<i>Buphthalmum salicifolium</i>	22,40	2,95	0,073	-5,02	0,21	-0,0020	53,19	15,80
<i>Bupleurum exaltatum</i>	17,37	7,09	0,004	-9,43	0,39	-0,0035	56,36	11,98
<i>Bupleurum ranunculoides</i>	21,33	0,28	0,240	-3,44	0,09	-0,0008	56,88	25,25
<i>Carlina acaulis</i>	23,03	5,91	0,009	-7,55	0,22	-0,0014	79,11	18,82
<i>Centaurea rupestris</i>	21,69	5,27	0,014	-8,17	0,37	-0,0029	64,36	13,15
<i>Centaurea triumfettii</i>	30,80	1,58	0,229	-4,28	0,17	-0,0014	62,43	19,01
<i>Crepis chondrilloides</i>	20,47	0,74	0,488	-5,51	0,14	-0,0010	67,13	21,85
<i>Danthonia alpina</i>	30,86	0,82	0,452	-1,80	0,08	-0,0008	61,22	25,02
<i>Dorycnium germanicum</i>	27,92	2,21	0,133	-4,40	0,20	-0,0017	56,45	17,00
<i>Euphorbia cyparissias</i>	26,23	3,10	0,065	-5,90	0,25	-0,0021	58,77	15,32
<i>Euphorbia nicaeensis</i>	15,80	5,68	0,010	-13,77	0,71	-0,0059	59,91	9,19
<i>Genista sylvestris</i>	21,39	7,04	0,004	-9,62	0,43	-0,0035	62,57	12,00
<i>Gentiana lutea</i>	10,99	8,39	0,002	-26,30	0,75	-0,0053	70,34	9,68
<i>Helianthemum ovatum</i>	18,76	1,95	0,167	-8,11	0,23	-0,0018	66,32	16,81
<i>Hippocrepis comosa</i>	17,34	11,35	0,000	-25,53	0,70	-0,0045	77,95	10,54
<i>Inula ensifolia</i>	22,81	1,64	0,216	-7,56	0,40	-0,0034	59,05	12,14
<i>Laserpitium siler</i>	19,08	3,89	0,036	-10,02	0,36	-0,0030	61,60	13,02
<i>Leontodon crispus</i>	30,68	0,85	0,443	-3,43	0,10	-0,0007	71,06	26,78
<i>Linum tenuifolium</i>	11,19	5,93	0,009	-76,07	1,92	-0,0121	79,32	6,43
<i>Orobanche</i> sp.	12,41	8,54	0,002	-108,40	2,71	-0,0167	81,01	5,47
<i>Peucedanum oreoselinum</i>	29,82	2,05	0,153	-4,99	0,19	-0,0015	63,94	18,14
<i>Pulsatilla montana</i>	21,65	2,36	0,118	-5,39	0,23	-0,0022	52,95	15,05
<i>Rosa</i> sp.	14,79	2,25	0,130	-7,47	0,27	-0,0024	55,24	14,40
<i>Ruta divaricata</i>	9,62	4,95	0,017	-13,06	0,47	-0,0042	56,04	10,92
<i>Salvia pratensis</i>	19,19	6,06	0,008	-8,71	0,37	-0,0032	57,03	12,43
<i>Satureja subspicata</i>	12,29	16,28	0,000	-19,39	1,12	-0,0095	59,28	7,26
<i>Scorzonera austriaca</i>	22,73	3,91	0,035	-8,88	0,40	-0,0032	62,04	12,52
<i>Stipa eriocalis</i>	19,31	2,71	0,089	-10,93	0,49	-0,0040	60,92	11,12
<i>Teucrium montanum</i>	26,79	3,20	0,060	-5,76	0,27	-0,0021	62,86	15,29
<i>Trifolium alpestre</i>	9,62	4,95	0,017	-13,06	0,47	-0,0042	56,04	10,92
<i>Trifolium montanum</i>	21,54	6,47	0,006	-8,72	0,32	-0,0023	69,68	14,67
<i>Trinia glauca</i>	22,62	4,58	0,022	-8,17	0,40	-0,0034	59,39	12,19
<i>Vincetoxicum hirsutinaria</i>	22,78	5,65	0,010	-3,50	0,26	-0,0025	52,66	14,24

Preglednica 17: Logistična regresija prisotnosti/odsotnosti vrst skupine 8 v gradientu svetlobnih razmer oz. odprtosti neba. Kot linearni prediktor modela je bila uporabljena enačba premice.

Table 17: Logistic regression of presence/absence of the species of the group 8 in the gradient of light conditions (canopy openness). Linear equation was used as a linear predictor in the model.

Vrsta	Devianca	F	p	(Konst.)	Odp.
<i>Asperula cynanchica</i>	26,98	5,99	0,022	-1,81	0,036
<i>Carduus nutans</i>	26,44	3,20	0,087	-2,95	0,029
<i>Carex caryophylla</i>	18,10	15,93	0,001	-4,00	0,068
<i>Coronilla vaginalis</i>	30,42	0,85	0,367	-1,64	0,013
<i>Galium corrudifolium</i>	3,67	50,99	0,000	-30,62	1,397
<i>Globularia cordifolia</i>	19,20	1,99	0,172	0,01	0,031
<i>Koeleria lobata</i>	0,51	47,00	0,000	-128,29	5,379
<i>Plantago holosteum</i>	26,82	3,99	0,058	-1,04	0,031
<i>Scabiosa triandra</i>	31,66	2,72	0,113	-1,55	0,023
<i>Sesleria juncifolia</i>	24,52	3,00	0,096	-3,29	0,030

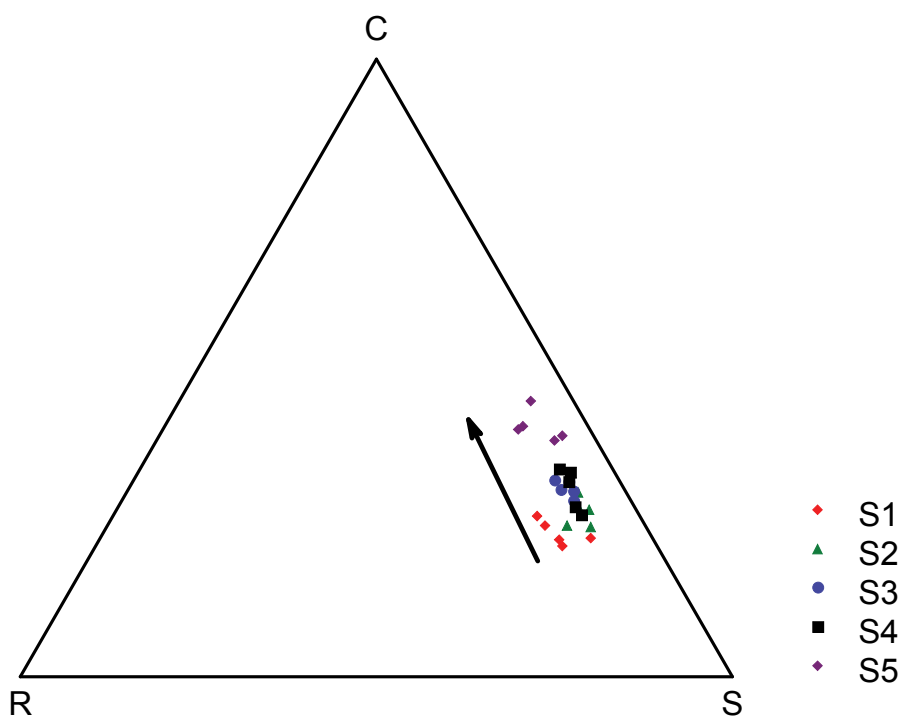


Slika 40: Krivulje odziva nekaterih vrst na odprtost krošenj oz. svetlobne razmere. Prikazane so statistično značilne logistične krivulje šestih vrst: Pru_mah in Are_agr, katerih pogostnost pojavljanja v zaraščanju narašča, Car_car in Pla_med, katerih pogostnost upada ter Eup_nic in Bup_exa, katerih optimum je v srednjih fazah zaraščanja. Za okrajšave vrst glej prilogo D.

Figure 40: Response curves of some plant species to the canopy openness (light conditions). Statistically significant logistic curves of six plant species are shown: two increaser species - Pru_mah and Are_agr, two decreaser species - Car_car and Pla_med and two mid-succesional species Eup_nic and Bup_exa. For abbreviations of plant names see annex D.

4.2.5 Spremembe v CSR strategijah pri zaraščanju na Vremščici

Zaradi metode zbiranja podatkov o flori smo za določitev prevladujoče strategije posameznega vegetacijskega popisa lahko v tem primeru uporabili le podatke o prisotnosti vrst, manjkale pa so pokrovne prednosti. Kljub temu so zaznavni premiki v prevladujočih CSR strategijah rastlin, ki jih prikazuje slika 41. Po absolutni prednosti so premiki relativno majhni, saj je tako v zgodnejših kot tudi poznih fazah zaraščanja značilen velik pomen tolerance na stres in majhen pomen ruderalnosti. Tudi na pašenih površinah obravnavanja S1, kjer je prisotna motnja, ruderalna komponenta ni bila močnejše izražena. Pri zaraščanju je opazen relativno majhen, a statistično značilen ($F=13,97$; $p<0,001$) premik v smeri povečevanja kompeticije oz. povečevanja deleža vrst, pri katerih je kompetitivnost močnejše izražena. Z izjemo obravnavanj S3 in S4, ki se med seboj ne ločita, se ostala obravnavanja v CSR strategijah značilno razlikujejo pri $p<0,05$ (Duncanov test).



Slika 41: Položaj 25 popisnih ploskev iz proučevanja zaraščanja travnišč na Vremščici v CSR trikotniku. Upoštevana je le prisotnost vrst, ne pa tudi njihova pokrovnost v sestoju. Puščica nakazuje premik v prevladujoči strategiji rastlin pri zaraščanju v smeri pomena večje kompetitivnosti za uspešnost vrste v združbi.

Figure 41: Ordination of 25 vegetation samples in the CSR triangle. Only presence/absence data was used for this analysis. The arrow shows functional shift in the prevailing plant strategy towards increased competitiveness due to grassland afforestation.

4.3 PROUČEVANJE ZARAŠČANJA TRAVIŠČ NA PODGORSKEM KRASU

Na Podgorskem krasu smo proučevali vegetacijske procese ob zaraščanju travnišč nizkega krasa v osmih obravnavanjih, v sklopu katerih smo proučevali dva dejavnika: tip zaraščanja (zaraščanje z listavci – tip A in zaraščanje z iglavci – tip B) ter sukcesijski stadij (4 stadiji od travnišča v rabi do gozda). Obravnavanja so torej naslednja:

- A1 – košen travnik (kraška košenica),
- A2 – delno zaraslo travnišče z drevesastimi in grmovnatimi listavci (zastrtost ca. 35 %),
- A3 – močno zaraslo travnišče z drevesastimi in grmovnatimi listavci (zastrtost ca. 60 %),
- A4 – listnat gozd,
- B1 – kraški pašnik (paša govedi),
- B2 – delno zaraslo s črnim borom (zastrtost ca. 30 %),
- B3 – močno zaraslo s črnim borom (zastrtost ca. 50 %),
- B4 – gozd (plantaža) črnega bora.

4.3.1 Pedološki parametri ob zaraščanju

Po vseh osmih obravnavanjih smo primerjali parametre lastnosti tal (delež C in N, C/N razmerje, pH vrednost, vsebnost P in K) z uporabo Kruskal-Wallisove enosmerne analize variance na rangih, saj se je pokazala prevelika heteroskedastičnost v podatkih (razen v C/N razmerju, ki pa smo ga vseeno analizirali z omenjenim neparametričnim testom), da bi bila upravičena uporaba ANOVA. V vseh obravnavanih pedoloških parametrih so značilne razlike med obravnavanji, vendar pa večina parametrov ne kaže na kakšne značilne vzorce in trende v spremembah posameznih talnih parametrov pri zaraščanju. Prav tako so le redke razlike v pedoloških parametrih med obema tipoma zaraščanja. Globalno gledano so proučevana tla precej homogena, humozna (povprečje $8,9 \pm 0,36$ % C), kar je značilno za rendzine. Posebej s fosforjem so tla na vseh obravnavanjih slabo založena (povprečje $1,49 \pm 0,1$ mg P na 100 g tal). Razlike med obravnavanji so, čeprav so statistično značilne, po absolutni vrednosti majhne, saj so vrednosti večine parametrov v dokaj ozkih okvirjih. Rezultati kažejo (preglednica 18), da so najbolj konsistentne razlike med stadiji zaraščanja v C/N razmerju, ki se veča oz. širi skozi sukcesijo. Pri tem je večanje precej podobno pri obeh tipih zaraščanja (A in B). Opazno je nekoliko širše C/N razmerje v B4 (borov gozd) ($16,85 \pm 0,39$) napram A4 (listnati gozd) ($14,99 \pm 0,23$). Delež N in C v tleh je nekoliko večji na obravnavanjih tipa B, posebej na obravnavanjih B3 in B4. Tla iz obravnavanj tipa B so v povprečju nekoliko bolj bazična od obravnavanj tipa A.

Preglednica 18: Povprečja in pripadajoče standardne napake pedoloških parametrov po obravnavanjih. Razlike med obravnavanji so bile analizirane s Kruskal-Wallisovim neparametričnim testom (vrednosti KW, p).

Table 18: Means and standard errors of the soil parameters of the investigated treatments. Differences in parameters between the treatments were analyzed using Kruskal-Wallis nonparametric test (KW, p values).

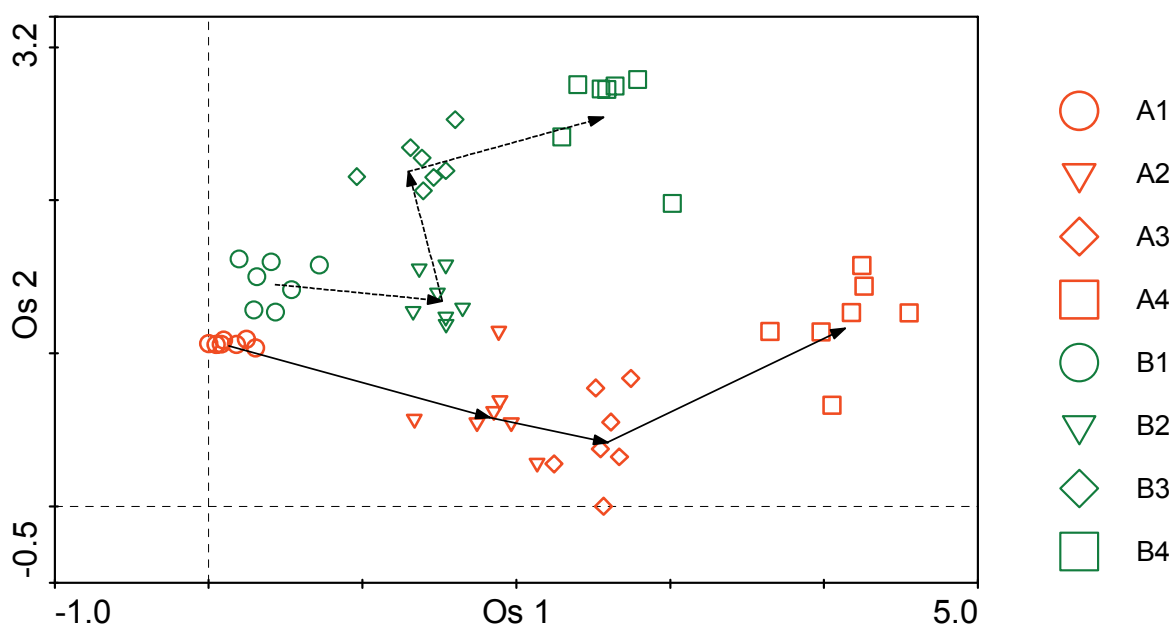
n = 7		A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4
Delež N (%)	KW =38,57; p =0,0000								
	Povp.	0,65	0,59	0,49	0,54	0,75	0,55	0,77	0,86
	SN	0,03	0,03	0,03	0,06	0,02	0,01	0,04	0,03
Delež C (%)	KW =35,35; p =0,0000								
	Povp.	7,77	7,63	7,04	8,00	8,73	7,06	10,29	14,55
	SN	0,34	0,34	0,38	0,73	0,18	0,12	0,63	0,70
C/N razmerje	KW =47,45; p =0,0000								
	Povp.	11,91	13,00	14,44	14,99	11,65	12,96	13,34	16,85
	SN	0,09	0,20	0,34	0,23	0,15	0,27	0,36	0,39
pH vrednost	KW =39,56; p =0,0000								
	Povp.	6,15	6,03	5,38	5,69	6,43	6,30	6,46	6,55
	SN	0,01	0,16	0,13	0,12	0,05	0,06	0,09	0,07
Vsebnost P (mg/100 g tal)	KW =29,22; p =0,0001								
	Povp.	0,64	1,81	2,20	1,43	1,24	1,11	1,29	2,16
	SN	0,06	0,19	0,32	0,16	0,22	0,11	0,12	0,38
Vsebnost K (mg/100 g tal)	KW =18,24; p =0,0109								
	Povp.	22,69	23,83	23,53	27,54	22,93	24,13	20,71	20,10
	SN	0,52	1,02	1,69	1,75	1,09	0,94	0,65	0,84

4.3.2 Spremembe v sestavi vegetacije

4.3.2.1 Spremembe v vrstni sestavi

V tem segmentu raziskave smo na 56 ploskvah velikosti 3 x 3 m našli skupno 143 vrst višjih rastlin. Najpogostejše pojavljajoče so bile naslednje: *Quercus pubescens*, *Bromopsis erecta*, *Fraxinus ornus*, *Betonica serotina*, *Carex humilis*, *Prunus mahaleb*, *Cotinus coggygria*. Spremembe v vrstni sestavi pri zaraščanju smo najprej izvednotili z DCA analizo, pri čemer smo upoštevali le prisotnost vrst, ne pa tudi njihove ocenjene pokrovnosti. S tem izničimo vpliv vrst z največjo pokrovnostjo, ki močno vplivajo na analizo. Tudi logaritmična transformacija ne uspe dovolj zmanjšati njihovega vpliva. Zgolj upoštevanje prisotnosti vrst daje dovolj teže tudi redkim vrstam, ki pa so pogosto dober kazalec vegetacijskih sprememb. Biologija številnih vrst je takšna, da se pojavljajo redko, kar pa ne pomeni nujno, da uspevajo v zanje neugodnih razmerah.

DCA ordinacijo prvih dveh ordinacijskih osi prikazuje slika 42. Lastne vrednosti prvih štirih osi so naslednje: 0,586, 0,308, 0,175 in 0,119; skupna inercija je 4,85. Dolžina gradienta prve osi je 4,8, ostalih pa pod 3. Obravnavanja se po floristični sestavi razmeroma dobro ločijo med seboj. Prva os najbolj ločuje posamezne stadije med seboj (1-4), posebej tiste pri zaraščanju tipa A (zaraščanje z listavci). Druga os dobro loči oba tipa zaraščanja med seboj, deloma pa tudi stadije (npr. stadija 2 in 3 pri zaraščanju B). Razmeroma sorodna so si obravnavanja A1 in B1, kar pomeni da je začetna sestava travnišč pred zaraščanjem dokaj podobna. To kaže, da različna raba travnišč iz tipov A (košnja) in B (paša) ne vpliva močno na sestavo vegetacije.



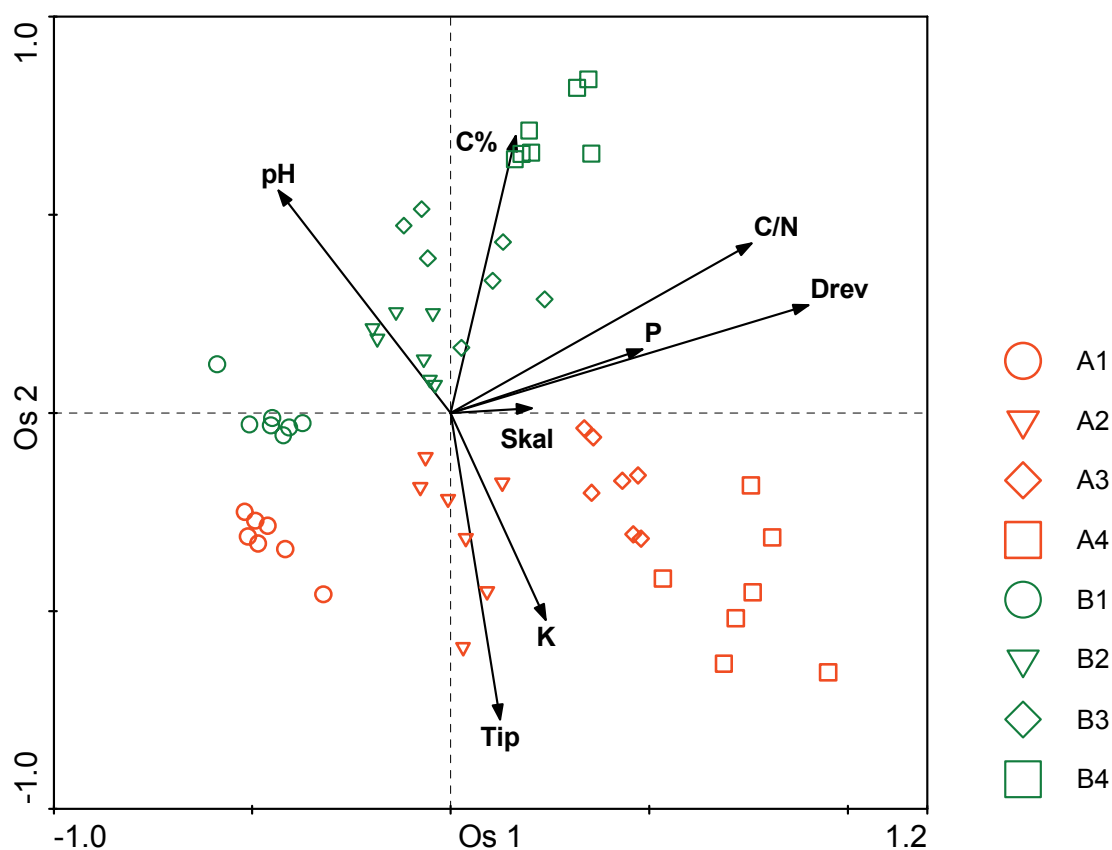
Slika 42: DCA ordinacija 56 popisov iz Podgorskega krasi označenih po obravnavanjih. Puščice označujejo potek sprememb v floristični sestavi pri zaraščanju: polna črta - zaraščanje travnišč z listavci, prekinjena črta - zaraščanje s črnim borom (*Pinus nigra*).

Figure 42: DCA ordination of 56 vegetation samples of different treatments from the Podgorski kras area. The arrows denote changes in the floristic composition due to the grassland afforestation process: solid line - afforestation of grasslands with the deciduous trees, dashed line - afforestation with Austrian pine (*Pinus nigra*).

V nadaljevanju smo floristično sestavo popisov povezali z okoljskimi dejavniki, ki so nam bili razpoložljivi. V CCA analizo smo vključili talne parametre vsake popisne ploskve, tip zaraščanja, ocenjeno skalovitost terena, kot surogat za svetlobne razmere pa smo vzeli ocenjen delež drevesno-grmovne plasti. Pomembnost okoljskih spremenljivk za floristični gradient smo testirali z Monte-Carlo permutacijskim testom, ki je pokazal na značilnost vseh spremenljivk, edino delež dušika v tleh se ni pokazal za povezanega s florističnim gradientom. CCA ordinacijski diagram prikazujeta sliki 43 in 44. Lastne vrednosti prvih štirih osi so naslednje: 0,526, 0,370, 0,253 in 0,172; te po vrsti pojasnjujejo 31,0, 52,8, 67,6 in 77,8% variabilnosti v povezavi med floristično sestavo in v analizo vključenimi dejavniki okolja.

Prva kanonična os podobno kot v DCA ordinaciji najbolje ločuje posamezne sukcesijske stadije med seboj, kar pomeni, da je variabilnost v floristični sestavi popisov največja prav zaradi intenzivnosti zaraščenosti travnišča. Druga os ločuje oba tipa zaraščanja in deloma stadije v zaraščanju tipa B. V smeri sukcesije (od leve proti desni na sliki 43) je floristični gradient predvsem v pozitivni korelaciji s C/N razmerjem, pokrovnostjo drevesno/grmovne plasti, vsebnostjo fosforja in deležem skal na površini tal. Oba tipa zaraščanja sta povezana s pH vrednostjo (višja v tipu B), deležem ogljika v tleh (večja v tipu B zlasti proti B4) in vsebnostjo K v tleh (večja v tipu A).

Ordinacija rastlinskih vrst ne kaže na posebne skupine vrst glede na pojavljanje v popisih in okoljskih dejavnikih. Ugotovljene vrste se pojavljajo precej zvezno v gradientih okoljskih dejavnikov. To tudi kaže, da je zaraščanje zvezen pojav brez abruptnih sprememb v floristični sestavi in drugih parametrih okolja. V tem oziru nekoliko izstopajo le vrste, ki se pojavljajo v popisih obravnavanja A4 (listnati gozd).



Slika 43: CCA ordinacija okoljskih spremenljivk (puščice) in vegetacijskih popisov označenih po obravnavanjih. pH – pH vrednost tal; C% - delež ogljika v tleh; C/N – razmerje med ogljikom in dušikom v tleh; P vsebnost fosforja v tleh; K – vsebnost kalija v tleh; Skal – površinska skalovitost; Drev – pokrovnost drevesno-grmovne plasti; Tip – tip zaraščanja (A in B).

Figure 43: CCA ordination of environmental variables (arrows) and vegetation samples of different treatments. pH – soil pH value; C% - soil carbon concentration; C/N – carbon vs. nitrogen ratio; K – potassium concentration; P – phosphorus concentration; Skal – surface rockiness; Drev – percentage of tree/shrub cover; Tip – type of afforestation (A,B).

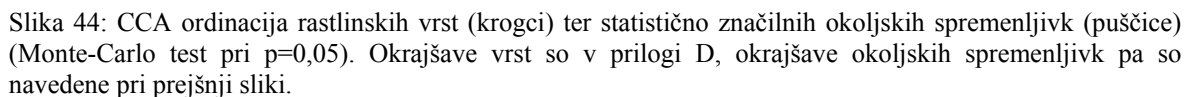
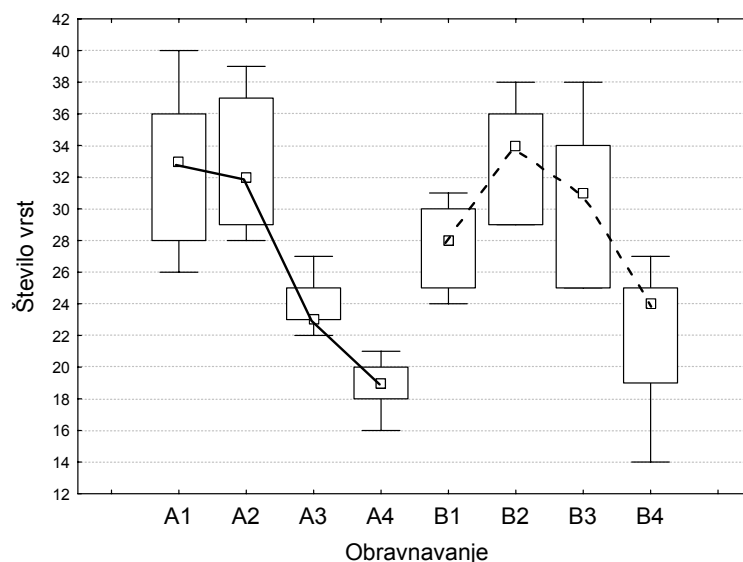


Figure 44: CCA ordination of plant species (circles) and statistically significant environmental variables (arrows) (Monte-Carlo test at $p=0.05$). For abbreviations of plant names see annex D, abbreviations of environmental variables are explained in the previous figure.

Med obravnavanji smo primerjali tudi dva pokazatelja diverzitete: povprečno število vrst na popisno ploskev (3 x 3 m) in povprečno vrednost Shannonovega indeksa. Uporabili smo dvosmerno ANOVA s tipom zaraščanja (A in B) ter stadiji zaraščenosti (1-4) kot dejavnikoma. Testirali smo tudi značilnost interakcije med omenjenima dejavnikoma. Upravičenost ANOVA smo testirali z Levenovim testom. Pri analizi števila vrst smo hipotezo o neenakosti varianc zavrgli pri $p=0,24$, kar pomeni, da je ANOVA upravičena. Med obravnavanji so statistično značilne razlike. Na povprečno število vrst po obravnavanjih vpliva sukcesijski stadij ($F=29,02$; $p=0,000$), kar pomeni, da so med stadiji ne glede na tip zaraščanja, značilne razlike. Tip zaraščanja na število vrst nima vpliva ($F=1,64$; $p=0,210$); posamezni stadiji se po številu vrst ne razlikujejo, ne glede na to ali se travišče zarašča z listavci ali s črnim borom. V grobem je opazno izrazito zmanjšanje števila vrst rastlin pri zaraščanju (v povprečju za 14 vrst (ca. 40 %) pri zaraščanju A in za 11,6 vrst (35%) pri zaraščanju B). Interakcija med proučevanima dejavnikoma je statistično značilna ($F=6,54$; $p=0,001$), saj se število vrst med obema tipoma zaraščanja skozi stadije giblje različno (slika 45). Pri zaraščanju tipa A je število vrst največje v

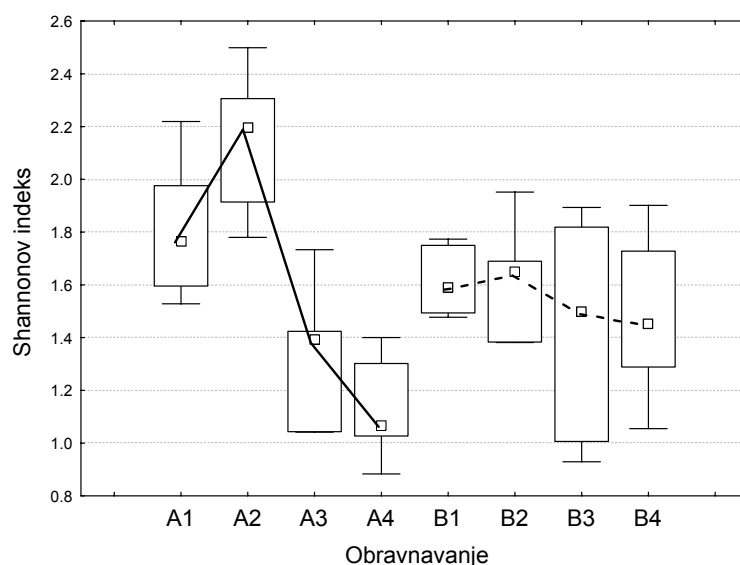
stadiju 1 (košen travnik) (povprečje $32,6 \pm 1,8$ vrst), vendar se ne razlikuje značilno od stadija 2 (povprečje $32,6 \pm 1,6$ vrst), pri zaraščanju tipa B pa je število vrst v stadiju 1 manjše (povprečje $27,4 \pm 1,0$ vrst) od naslednjega stadija 2, kjer je število vrst največje (povprečje $33,0 \pm 1,3$ vrst).



Slika 45: Okvir z ročaji za število vrst rastlin po obravnavanjih. Povezovalni črti označujeta približne trende v številu vrst skozi sukcesijo. Polna črta – gibanje števila vrst pri zaraščanju tipa A (zaraščanje z listavci); prekinjena črta – gibanje števila vrst pri zaraščanju tipa B (zaraščanje s črnim borom).

Figure 45: Box-plot of plant species richness of the investigated treatments. Connecting lines show approximate trends of species richness throughout succession. Full line – trend of species richness in type A afforestation (deciduous tree/shrub species); dashed line – trend of species richness in type B afforestation (Austrian pine).

Podobno smo z ANOVA analizirali tudi razlike v Shannonovem indeksu pestrosti kot pokazatelju izenačenosti vegetacije oz. kazalcu dominanc nekaterih vrst. Podobno kot v primeru števila vrst je značilen vpliv stadija zaraščanja ($F=17,75$; $p=0,000$) in interakcije med stadijem in tipom ($F=6,78$; $p=0,001$), medtem ko je vpliv tipa zaraščanja zopet neznačilen. Vse razlike v Shannonovem indeksu so povezane z obravnavanji tipa A. Med obravnavanji B razlik v Shannonovem indeksu ni. Indeks se pri zaraščanju tipa A zmanjšuje, vendar pa je največja vrednost zabeležena v obravnavanju A2 in ne v A1.



Slika 46: Okvir z ročaji za Shannonov indeks pestrosti po obravnavanjih. Povezovalni črti označujeta približne trende indeksa skozi sukcesijo. Polna črta – gibanje indeksa pri zaraščanju tipa A (zaraščanje z listavci); prekinjena črta – gibanje indeksa pri zaraščanju tipa B (zaraščanje s črnim borom).

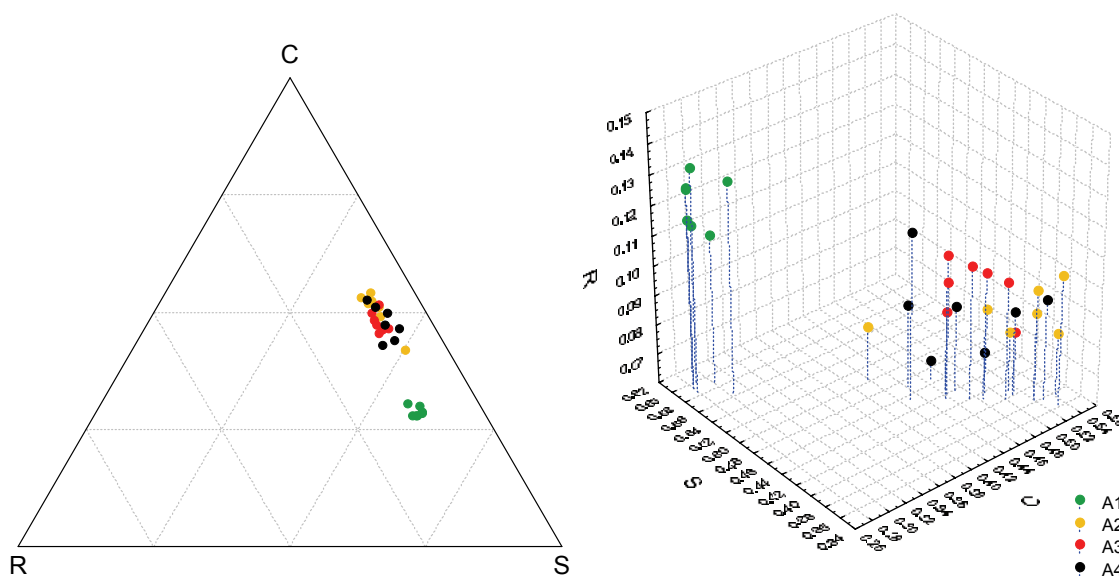
Figure 46: Box-plot of Shannon index of diversity of the investigated treatments. Connecting lines show approximate trends of the index throughout succession. Full line – trend of the index in type A afforestation (deciduous tree/shrub species); dashed line – trend of the index in type B afforestation (Austrian pine).

Če primerjamo skupno število vrst po posameznih obravnavanjih, ugotovljenih na podlagi sedmih popisnih ploskev, pa je slika drugačna (preglednica 22). Največja vrstna pestrost je bila pri zaraščanju tipa A ugotovljena v stadiju 2 (72 vrst), v zaraščanju tipa B pa šele v stadiju 3 (71 vrst), kar kaže na velik pomen prostorske variabilnosti v vrstni pestrosti in pomen heterogenosti okolja, ki jo povzroča zaraščanje, na skupno število vrst.

4.3.2.2 Spremembe v funkcionalni sestavi vegetacije

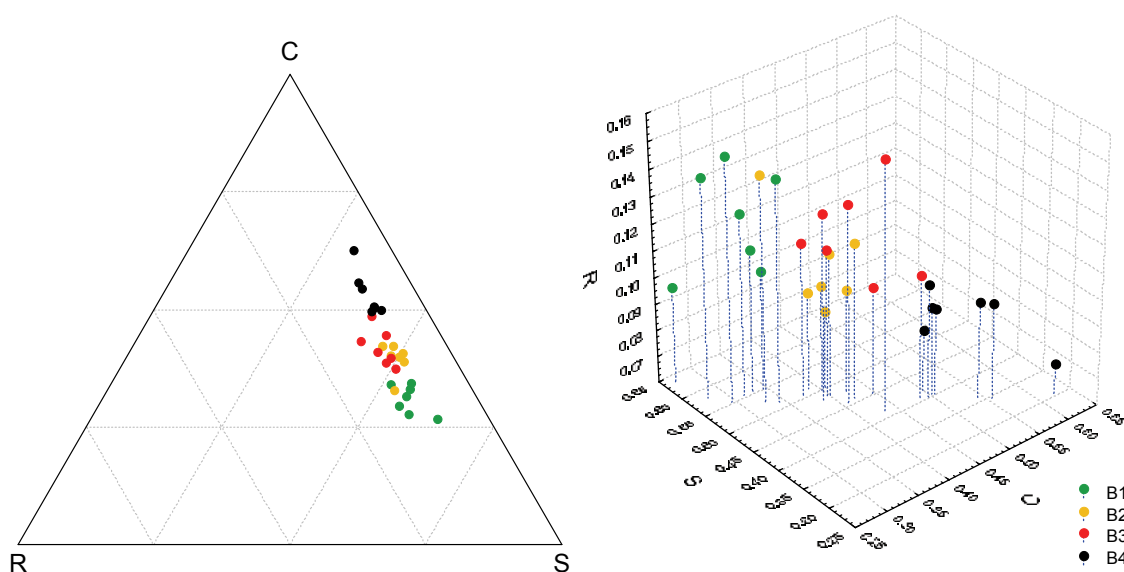
Funkcionalno sestavo v različnih stadijih zaraščanja in obeh tipih zaraščanja smo v tem segmentu raziskave proučevali na nivoju CSR funkcionalnih tipov. 10 vrst od 143 ugotovljenih v tem segmentu raziskave ni bilo razvrščenih v CSR sistem, zato so bile izločene iz analize. Ker smo upoštevali zastopanost vrst v sestojih oz. njihovo pokrovnost in ker so bile vse izločene rastline zgolj sporadičnega pojavljanja, to izločanje ne štejeemo za dejavnik, ki bi pomembno vplival na končni rezultat. Z dvosmerno ANOVA smo proučili vpliv sukcesijskega stadija (1-4) in tipa zaraščanja (A, B) na velikost C, S in R komponent celotnega vegetacijskega vzorca oz. popisa. Statistično značilne razlike v vseh treh komponentah so tako glede stadija zaraščanja ($F=28,16$; $p<0,001$), tipa zaraščanja ($F=6,58$; $p=0,003$) kot tudi njune interakcije ($F=7,20$; $p<0,001$). Značilna interakcija pomeni, da se funkcionalna sestava združb v smislu CSR strategij po stadijih zaraščanja spreminja različno glede na tip zaraščanja. Ob zaraščanju je opaziti povečevanje C komponente oz. povečevanje deleža vrst v sestoji, pri katerih je izražena večja

kompetitivna sposobnost. Nasprotno pomen tolerance na stres ob zaraščanju pojenja. Vendar pa se oba tipa zaraščanja v tem razlikujeta; pri zaraščanju travnišča s črnim borom (tip B) je premik funkcionalni v sestavi združbe počasnejši, tako da se vsi stadiji med seboj v CSR strategijah značilno razlikujejo, pri zaraščanju z listavci pa je sprememba hitrejša in že v stadiju 2 je pomen kompeticije enakovreden kasnejšim stadijem. Na splošno smo s to analizo, podobno kot na primeru zaraščanja na Vremščici, odkrili majhen pomen ruderalne komponente, tudi v obravnavanjih A1 in B1, kjer so združbe podvržene določenim motnjam zaradi košnje ali paše.



Slika 47: Spremembe v funkcionalni sestavi (CSR strategijah) rastlinskih združb pri zaraščanju kraškega travnišča na Podgorskem krasu z listavci (tip zaraščanja A). Pri $p < 0,01$ se ploskve obravnavanja A1 značilno razlikujejo od ploskev preostalih obravnavanj. Obravnavanja A2, A3 in A4 se med seboj ne razlikujejo v pomenu kompeticije, toleriranja motnje in stresa. Na levem delu slike je predstavljena pozicija 56 popisov v CSR trikotniku, na desni pa natančnejša ordinacija teh popisov v CSR prostoru.

Figure 47: Shifts in functional composition (CSR strategies) of plant communities on Podgorski kras region due to the spontaneous grassland afforestation (type A afforestation – deciduous woody species). There were significant differences between the vegetation samples of treatment A1 and samples of the other treatments at $p < 0,01$. Vegetation samples of the treatments A2, A3 and A4 are not significantly different with regards to the importance of competition, stress tolerance and disturbance tolerance. The left part of the figure shows the position of 56 vegetation samples in the standard CSR triangle, right part shows more precise ordination of these samples in the CSR-space.



Slika 48: Spremembe v funkcionalni sestavi (CSR strategijah) rastlinskih združb pri zaraščanju kraškega travnišča na Podgorskem krasu s črnim borom (*Pinus nigra*) (tip zaraščanja B). Obravnavanji B2 in B3 se med seboj ne razlikujeta, ostale primerjave so statistično značilne pri $p > 0,05$. Pri zaraščanju je opazno povečevanje pomena kompeticije za uspešnost rastlinskih vrst v združbi.

Figure 48: Shifts in functional composition (CSR strategies) of plant communities on Podgorski kras region due to spontaneous grassland afforestation (type B afforestation – Austrian pine (*Pinus nigra*)). There were no significant differences in the CSR components between the treatments B2 and B3, other treatments differ significantly at $p < 0,05$. Shift towards increasing importance of competitive ability is noticeable due to the grassland afforestation.

4.3.3 Talne semenske banke

4.3.3.1 Floristična sestava talnih semenskih bank

V dveh terminih vzorčenja talnih semenskih bank, v dveh tipih zaraščanja (z listavci, s črnim borom) ter štirih različnih stadijih zaraščенosti (skupaj 112 vzorcev volumna ca. 1l) smo skupno ugotovili seme 72 rastlinskih vrst. Od tega je bilo 34 vrst ugotovljenih v spomladanskem terminu, 58 pa jeseni. 14 vrst se je pojavilo samo v spomladanskem vzorčenju, 38 samo v jesenskem, 20 vrst pa smo našli v obeh terminih vzorčenja. Pri navajanju vrstne sestave je potrebno omeniti, da nekaterih taksonov nismo uspeli določiti do nivoja vrste in jih zato navajamo z rodovnim imenom. To so naslednji taksoni: *Festuca* sp., *Agrostis* sp. in *Allium* sp.

Skupno je bilo ugotovljenih 1145 kalic na skupno 10763 cm² vzorčene površine oz. 107,6 l volumna zgornjih 10 cm tal. Izraženo na kvadratni meter je bilo v povprečju v tleh 1064 semen rastlin, od tega 450 semen m⁻² spomladi in 1678 semen m⁻² jeseni. Največjo stalnost pojavljanja v vzorcih so imele naslednje vrste: *Bromopsis erecta* (v 33 vzorcih od 112), *Teucrium montanum* (v 28 vzorcih) ter *Verbascum nigrum* in *Allium* sp. (v 19 vzorcih). Po številu kalic je daleč prednjačila vrsta *Bromopsis erecta* (skupno v vseh vzorcih 410 kalic),

z večjimi množinami kalic v vzorcih pa so sledile *Verbascum nigrum* (89 kalic) in *Festuca rupicola* (87 kalic). Vse kalice vrste *Bromopsis erecta* so bile ugotovljene v jesenskem vzorčenju. Spomladi je bilo v vzorcih največkrat najti *Teucrium montanum* (v 20 vzorcih), največ kalic pa je bilo od vrste *Verbascum nigrum*. Velika večina vrst je v semenski banki redkih; več kot 60 % vrst se pojavlja v raziskavi s številom kalic 3 in manj. Podatki o frekvencah kalic posameznih vrst so, združeni po obravnavanjih, za oba termina navedeni v preglednici 19. V tej preglednici in tudi vseh ostalih analizah v nadaljevanju je število kalic prikazano na površino vzorca tal, ki znaša za posamezno ploskev 100 cm², za posamezno obravnavanje pa 700 cm².

Za trajnost semenskih bank posameznih rastlinskih vrst je pomembna primerjava med terminoma vzorčenja. Vrste, ki so bile prisotne le jeseni (marsikatera tudi v večjih množinah) in zato domnevno tvorijo prehodno talno semensko banko, so predvsem naslednje: *Bromopsis erecta*, *Festuca rupicola*, *Allium* sp., *Koeleria lobata*, *Arabis hirsuta*, *Silene vulgaris*, *Eryngium amethystinum*, *Trinia glauca*, *Mycelis muralis*, *Scorzonera villosa*, *Festuca* sp., *Geranium pusillum* in še nekatere redkejšje vrste. Vrste, ki so se pojavljale v večji množini v obeh terminih in zato domnevno tvorijo trajnejše zaloge semen v tleh pa so naslednje: *Verbascum nigrum*, *Teucrium montanum*, *Globularia punctata*, *Satureja montana*, *Cirsium arvense*, *Thymus praecox*, *Potentilla tommasiniana*, *Anthyllis vulneraria*, idr.

Preglednica 1: Število kalic posameznih rastlinskih vrst po obravnavanjih za vsak termin ugotavljanja talnih semenskih bank posebej. Podatki so izraženi v številu kalic na 700 cm².

Table 1: The number of seedlings per plant species per 700 cm² of the sample size of eight treatments. Numbers are represented separately for spring and autumn term of seed bank sampling.

Vrsta	Pomlad									Jesen									Oba termina skupaj
	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4	Skupaj	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4	Skupaj	
Bromopsis erecta	-	-	-	-	-	-	-	-	0	234	26	2	-	115	27	6	-	410	410
Verbascum nigrum	1	14	3	7	10	33	1	1	70	-	-	10	1	1	7	-	-	19	89
Festuca rupicola	-	-	-	-	-	-	-	-	0	56	7	-	-	18	6	-	-	87	87
Allium sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	0	3	-	8	-	23	12	5	2	53	53
Teucrium montanum	6	5	2	-	11	1	7	-	32	4	1	-	-	3	7	4	-	19	51
Globularia punctata	17	4	-	-	-	-	-	-	21	25	3	-	-	-	-	-	-	28	49
Koeleria lobata	-	-	-	-	-	-	-	-	0	24	3	-	-	6	4	-	-	37	37
Arabis hirsuta	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	1	-	-	5	27	1	-	34	34
Satureja montana	-	2	2	-	5	12	2	-	23	-	-	-	-	-	5	-	-	5	28
Silene vulgaris	-	-	2	-	-	-	-	-	2	-	-	2	-	18	-	1	-	21	23
Cirsium arvense	-	2	-	-	-	9	-	5	16	-	-	-	2	-	-	-	4	6	22
Thymus praecox	1	2	1	-	2	1	1	-	8	4	3	-	-	2	3	1	-	13	21
Eryngium amethystinum	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	2	-	1	8	8	-	19	19
Potentilla tommasiniana	-	-	-	-	-	-	6	1	7	8	-	-	-	3	-	-	-	11	18
Galium corrudifolium	-	2	-	-	-	-	-	-	2	4	1	1	-	1	8	-	-	15	17
Trinia glauca	-	-	-	-	-	-	-	-	0	14	1	-	-	1	-	-	-	16	16
Mycelis muralis	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	13	13	13
Clematis vitalba	-	-	-	12	-	-	-	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	0	12
Scorzonera villosa	-	-	-	-	-	-	-	-	0	7	-	-	-	4	-	-	-	11	11
Anthyllis vulneraria	-	-	-	-	1	-	2	-	3	4	-	-	-	1	-	-	-	5	8
Dactylis glomerata	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	1	-	-	5	-	1	7	8
Fragaria vesca	-	-	-	-	-	1	-	7	8	-	-	-	-	-	-	-	-	0	8
Teucrium chamaedrys	1	-	-	-	-	1	-	-	2	1	-	-	-	2	2	1	-	6	8
Festuca sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	1	5	-	6	6
Geranium pusillum	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	1	-	5	-	6	6
Brachypodium rupestre	-	-	-	5	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	0	5
Dorycnium germanicum	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	3	-	-	-	-	1	-	4	4
																			se nadaljuje

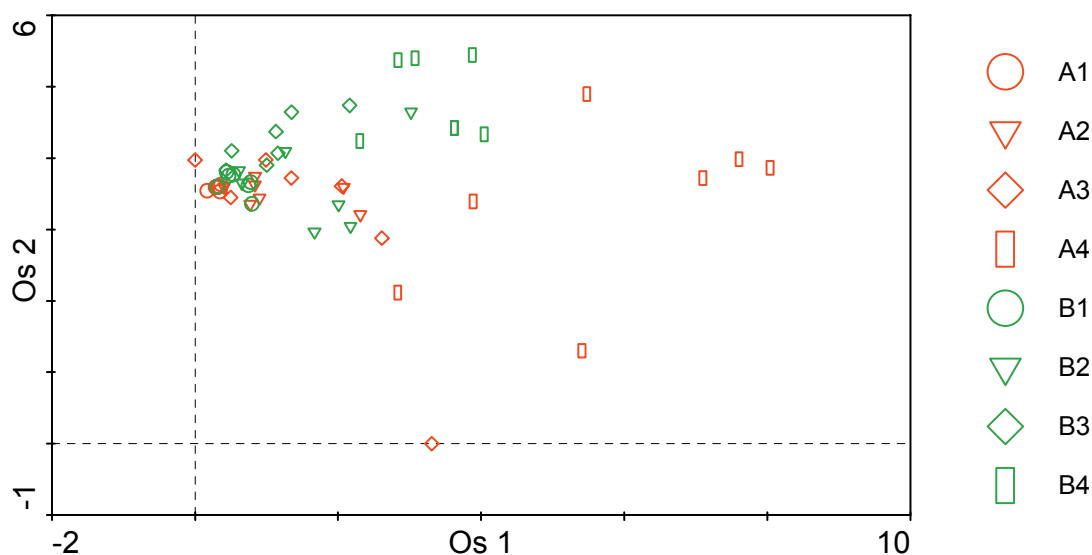
se nadaljuje

Vrsta	Pomlad										Jesen					Oba termina skupaj				
	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4	Skupaj	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4	Skupaj		
<i>Stellaria media</i>	-	-	-	-	3	1	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
<i>Centaurea bracteata</i>	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-	2		
<i>Cirsium vulgare</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	2	-	-	-	1	-	3		
<i>Leucanthemum platylepis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	3	-	-	3		
<i>Ostrya carpinifolia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0	2	-	-	-	1	-	-	-	3		
<i>Potentilla australis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	1	-	1	-	1	-	3		
<i>Salvia pratensis</i>	-	2	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	1	-	-	1		
<i>Sanguisorba muricata</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	1	-	-	-	2		
<i>Sesleria autumnalis</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	2	-	-	-	-	2		
<i>Silene latifolia</i>	-	-	3	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
<i>Viola hirta</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	2	-	-	-	-	-	2		
<i>Astragalus carniolicus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	2	-	-	-	-	-	-	2		
<i>Bupthalmum salicifolium</i>	-	-	1	-	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
<i>Daucus carota</i>	-	-	1	1	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
<i>Erigeron annuus</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	1		
<i>Eupatorium cannabinum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	2	-	-	-	-	2		
<i>Euphorbia verrucosa</i>	-	-	1	-	-	1	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
<i>Helianthemum ovatum</i>	-	-	1	-	-	1	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
<i>Hippocrepis comosa</i>	-	-	1	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	1		
<i>Plantago holosteum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	2	-	-	-	2		
<i>Rubus ulmifolius</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1		
<i>Scabiosa triandra</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1	-	1	-	-	-	-	-	2		
<i>Scorzonera austriaca</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	2	-	-	-	2		
<i>Sedum sexangulare</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	2	-	-	2		
<i>Sonchus oleraceus</i>	-	-	-	-	1	1	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
<i>Agropyron intermedium</i>	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
<i>Agrostis sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	1	-	-	-	1		
<i>Allium senescens</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	1	-	-	-	1		
<i>Asperula cynanchica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	1	-	-	-	1		
<i>Betonica serotina</i>	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
<i>Campanula glomerata</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
<i>Campanula rapunculoides</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	1	-	-	-	-	1		
<i>Carduus nutans</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	1	-	1		

se nadaljuje

Vrsta	Pomlad										Jesen										Oba termina skupaj	
	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4	Skupaj	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4	Skupaj				
Chamaecytisus hirsutus	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	1	-	-	-	-	-	-	1	1			
Hypericum perforatum	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	1	-	-	-	1	1			
Lembotropis nigricans	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	1	-	1	1			
Leontodon hispidus	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	1	-	-	-	-	-	-	1	1			
Lotus corniculatus	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	1	-	-	1	1			
Melica ciliata	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	1	-	-	-	-	-	-	1	1			
Primula vulgaris	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	1	-	-	-	-	1	1			
Prunella grandiflora	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	1	-	-	1	1			
Pseudolysimachion barrelieri	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	1	-	-	1	1			
Sedum album	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1			
Silene nutans	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	1	-	-	-	-	-	1	1			
Veronica officinalis	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1	-	-	-	-	-	-	-	1	1			
Skupna vsota	26	35	18	26	36	65	19	17	242	394	56	33	10	216	130	44	20	903	1145			

Sestavo semenskih bank z upoštevanjem frekvenc semen posameznih vrst smo med obravnavanji primerjali z DCA analizo (slika 49). Ob skupni inerciji analize 10,58 so znašale lastne vrednosti prvih štirih kanoničnih osi 0,926, 0,622, 0,444, 0,345. Kumulativno so te štiri osi po vrsti pojasnile 8,8%, 14,6%, 18,8% in 22,1% variabilnosti v podatkih o frekvencah kalic v vzorcih. Dolžine gradientov so nad 3 (gradient prve osi znaša 8,04), kar pomeni, da je distribucija vrst približno unimodalna, zaradi česar ni upravičena uporaba linearnih metod regresije. Obravnavanja se le deloma ločijo med seboj. Razmeroma dobro je opazna različnost v sestavi semenskih bank obeh kasnih faz zaraščanja (A4 in B4), ki se ločita med seboj in od ostalih obravnavanj. Pri tem se kaže sestava semenskih bank obravnavanja B4 (borov gozd) razmeroma homogena v primerjavi z obravnavanjem A4. Vzorci obravnavanja A4 (listnat gozd) so bili po sestavi zelo različni. Razmeroma slaba ločitev ostalih obravnavanj je posledica zelo variabilne sestave vzorcev.



Slika 49: DCA ordinacijski diagram vzorcev semenskih bank, ki so označeni po obravnavanjih.

Figure 49: DCA ordination plot of the soil seed bank samples of different treatments.

Vpliv tipa zaraščanja in stadija na število vrst v talnih semenskih bankah smo ovrednotili z dvosmerno ANOVA. Rezultati so pokazali, da tip zaraščanja nima vpliva na število vrst v banki ($F=0,54$, $p=0,47$), medtem, ko so med vsemi stadiji zaraščanja statistično značilne razlike ($F=28,63$, $p=0,000$). Interakcija med dejavnikoma ni bila značilna. Ne glede na tip zaraščanja število vrst semen v tleh skozi sukcesijo upada. Na vzorčeno površino 100 cm^2 smo v začetnem stadiju (travišče v rabi oz. stadij 1) našli v povprečju $9,5 \pm 0,7$, v gozdu (stadij 4) pa le še $2,8 \pm 0,8$ vrst. Natančnejši podatki so v preglednici 20.

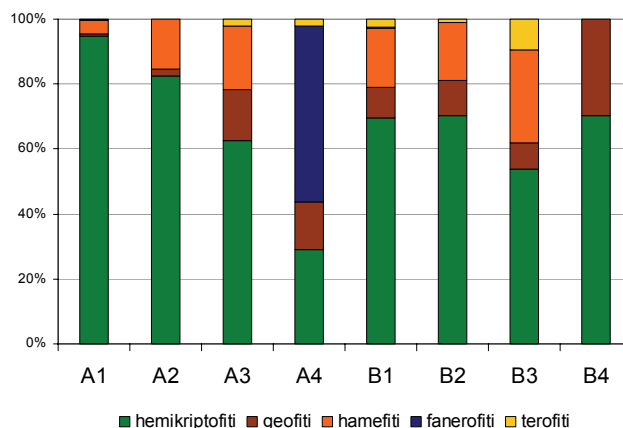
Preglednica 20: Povprečno število vrst rastlin v talni semenski banki na 100 cm² po tipih zaraščanja (A, B), stadijih zaraščanja (1-4) in njuni interakciji.

Table 20: The mean number of plant species in the soil seed bank on 100 cm² sampling area of different types of afforestation (A, B), different stages of afforestation (1-4) and their interaction.

	Dejavnik	n	Povprečje	SN
Tip zaraščanja	A	28	5,96	0,63
	B	28	6,36	0,58
Stadij	1	14	9,50	0,67
	2	14	7,21	0,65
	3	14	5,14	0,51
	4	14	2,79	0,21
interakcija	A1	7	10,00	0,95
	A2	7	6,14	1,01
	A3	7	4,86	0,83
	A4	7	2,86	0,26
	B1	7	9,00	0,98
	B2	7	8,29	0,64
	B3	7	5,43	0,65
	B4	7	2,71	0,36
Skupaj		56	6,16	0,43

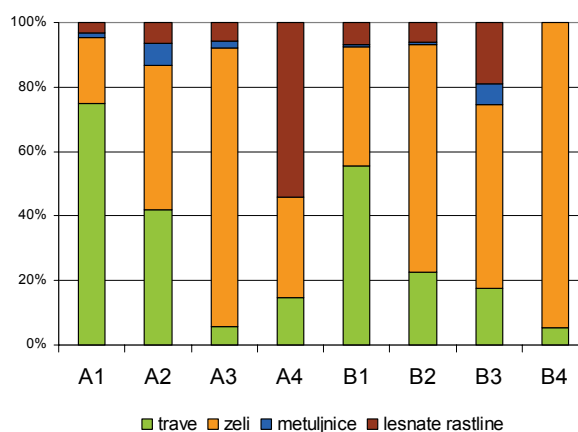
4.3.3.2 Funkcionalna sestava talnih semenskih bank

Na žalost nam za večino rastlinskih vrst, ugotovljenih v tej raziskavi, manjkajo podatki o lastnostih diaspor, kot so masa, velikost, oblika, prisotnost letalnih struktur, ipd. Analizirali smo le znake, ki so nam bili na voljo ali katere smo sami ugotavljali v sklopu te raziskave. Proučili smo funkcionalno sestavo po obravnavanjih in primerjali različne sukcesijske stadije ter oba tipa zaraščanja (A in B). Primerjali smo tudi razlike v funkcionalni sestavi med spomladanskimi in jesenskimi talnimi semenskimi bankami.



Slika 50: Deleži posameznih življenjskih oblik rastlin v talnih semenskih bankah po obravnavanjih.

Figure 50: Percentages of life forms of plants in the soil seed banks of different treatments.



Slika 51: Deleži funkcionalnih skupin rastlin v talnih semenskih bankah po obravnavanjih.

Figure 51: Percentages of functional groups in the soil seed banks of different treatments.

V osnovnih funkcionalnih znakih so opazne določene razlike med obravnavanji. Razlike so večje med sukcesijskimi stadiji kot med tipoma zaraščanja. Značilno je upadanje deleža trav v talnih semenskih bankah pri zaraščanju (slika 51), kar je opazno tako pri zaraščanju tipa A kot B. Največji delež trav v semenski banki je v košenem travnišču, kjer dosega 75% vseh semen v tleh. Delež metuljnic je v vseh obravnavanjih majhen. Nekoliko znaven je trend povečevanja deleža zeli pri zaraščanju. Lesnate rastline so v semenskih bankah prisotne vseskozi, vendar v dokaj nizkih deležih, izjema pri tem je bilo obravnavanje A4 (listnat oz. hrastov gozd). Z deleži funkcionalnih skupin je povezana tudi struktura po življenjskih oblikah, kjer je videti predvsem upad deleža hemikriptofitov skozi zaraščanje, vendar le pri zaraščanju z listavci (tip A).

Preglednica 21: Število in deleži semen posameznih funkcionalnih skupin v jesenskem in spomladanskem vzorčenju talnih semenskih bank na Podgorskem krasu na 700 cm² vzorčene površine tal.

Table 21: The number and percentage of seeds (per 700 cm² of the sampling area) of different functional groups in spring and autumn sampling of the soil seed banks in Podgorski kras.

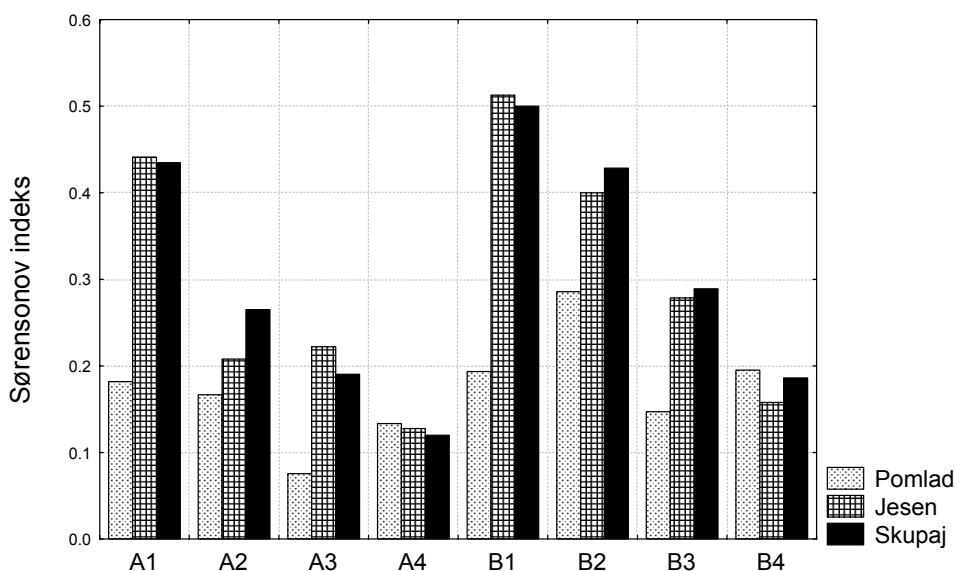
Termin	Funkc. skupina	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4
Pomlad	Zeli	19	29	14	8	24	61	10	16
		73.1%	82.9%	77.8%	21.1%	66.7%	93.8%	52.6%	94.1%
	Trave	0	1		5	0	1	0	1
		0.0%	2.9%	0.0%	13.2%	0.0%	1.5%	0.0%	5.9%
	Metuljnice	0	0	1	0	1	0	2	0
		0.0%	0.0%	5.6%	0.0%	2.8%	0.0%	10.5%	0.0%
	Lesnate rastline	7	5	3	25	11	3	7	0
		26.9%	14.3%	16.7%	65.8%	30.6%	4.6%	36.8%	0.0%
Jesen	Skupaj	26	35	18	38	36	65	19	17
		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Zeli	68	12	30	7	69	77	26	19
		17.3%	21.4%	90.9%	70.0%	31.9%	59.2%	59.1%	95.0%
	Trave	314	37	3	2	140	43	11	1
		79.7%	66.1%	9.1%	20.0%	64.8%	33.1%	25.0%	5.0%
	Metuljnice	5	6	0	0	1	1	2	0
		1.3%	10.7%	0.0%	0.0%	0.5%	0.8%	4.5%	0.0%
Jesen	Lesnate rastline	7	1	0	1	6	9	5	0
		1.8%	1.8%	0.0%	10.0%	2.8%	6.9%	11.4%	0.0%
	Skupaj	394	56	33	10	216	130	44	20
		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Eno najbolj opaznih dejstev pri primerjanju obeh terminov rabe je različna struktura semenskih bank glede na deleže funkcionalnih skupin travniških rastlin (trave, metuljnice, zeli, lesnate rastline), kar prikazuje preglednica 21. Izrazit je predvsem drastično manjši delež trav pri spomladanskem vzorčenju, kar je posebno značilno za stadija 1 in 2 in sicer pri obeh tipih zaraščanja. Na obravnavanih A1 in B1, kjer so v nadzemni vegetaciji trave absolutno dominantna skupina rastlin, v spomladanskem času sploh ni bilo ugotovljenih semen iz te skupine. To nakazuje nekatere biološke lastnosti trav kraških travnišč, ki očitno ne tvorijo trajnih semenskih bank, pač pa kalijo že v istem letu, ko je bilo seme tvorjeno. Zaradi velike hranilne vrednosti (škrob), je seme trav najbrž tudi pogosta tarča plenilcev in parazitov. Deleži drugih skupin kažejo, da so le-te sposobne tvoriti trajnejše semenske banke, vendar kot kaže floristična sestava, le nekatere vrste. V splošnem je tudi pri teh skupinah zaznavna znatna razlika med jesenskim in spomladanskim vzorčenjem.

4.3.4 Primerjava sestave nadzemne vegetacije in talnih semenskih bank

Sestavo nadzemne vegetacije in semenske banke smo primerjali na več načinov. Za primerjavo smo najprej uporabili Sørensenov indeks podobnosti. Ta indeks je razmerje med dvakratnim številom vrst, ki se pojavljajo hkrati v semenski banki in vegetaciji, ter vsoto števila vrst, ki se pojavljajo v semenski banki in števila vrst, ki se pojavljajo v vegetaciji. Zaradi variabilnosti zlasti v sestavi semenskih bank in majhne frekvence semen v vzorcih smo primerjali sestavo na nivoju osmih obravnavanj in ne na nivoju popisnih ploskev. Poleg tega smo izračunali tudi delež in število tistih vrst, ki se pojavljajo izključno v semenski banki oz. izključno v vegetaciji. Rezultati so v preglednici 22. Najbolj vpadljivo je zmanjševanje podobnosti med vegetacijo in semenskimi bankami pri zaraščanju, kar kaže zmanjševanje Sørensenovega indeksa. Podobnost se zmanjšuje tako pri zaraščanju tipa A kot tudi pri tipu B (slika 52). V stadiju 1 je večina vrst, ki so prisotne v semenski banki prisotnih tudi v vegetaciji, proti napredujoči sukcesiji pa je to prekrivanje v vrstni sestavi vse manjše. Zmanjševanje podobnosti je posledica dvojega: vse manjše vrstne pestrosti semen v tleh in vse večjega števila tistih vrst v tleh, ki jih ni v vegetaciji (slika 53). Slednje drži predvsem za zaraščanje z listavci (tip A), medtem ko se pri tipu B delež takih vrst nekoliko zmanjšuje.

Slika 52 kaže tudi na razlike v podobnosti med vegetacijo in talnimi semenskimi bankami po različnih terminih vzorčenja talnih semenskih bank. Večinoma je opazno precejšnje zmanjšanje Sørensenovega indeksa pri spomladanskem vzorčenju. Za proučevanje same podobnosti vegetacije in talnih zalog semen je očitno na krasu bolje izbrati jesensko vzorčenje.



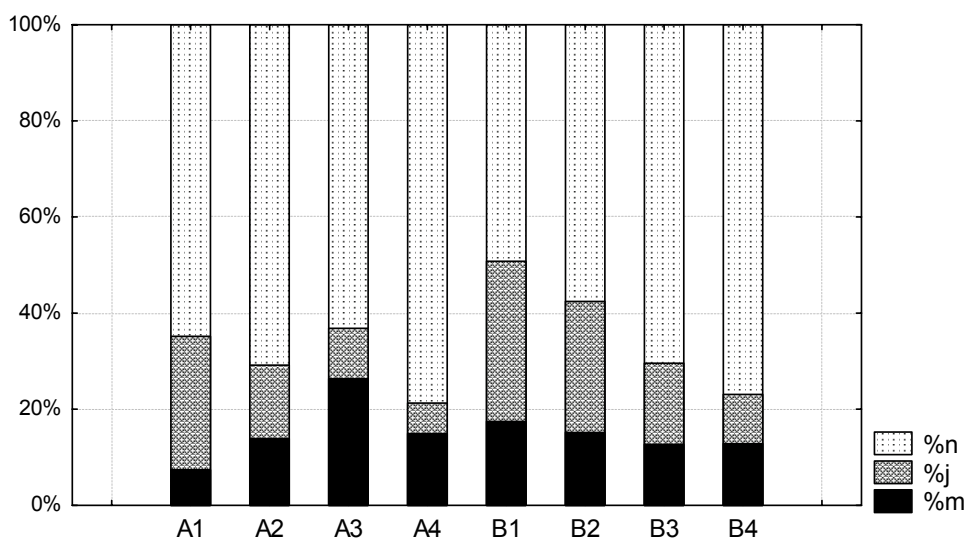
Slika 52: Sørensenovi indeksi podobnosti med vegetacijo in talnimi semenskimi bankami po obravnavanjih. Indeksi so izračunani za skupno sestavo semenskih bank in posebej za oba termina vzorčenja semenske banke; za vegetacijo je uporabljen enkratni termin popisovanja.

Figure 52: Sørensen's indexes of similarity between vegetation and soil seed banks of different treatments. Indexes were calculated for the whole-year composition of the seed bank and separately for spring and autumn term of the soil seed bank sampling.

Preglednica 22: Število vrst v talni semenski banki in nadzemni vegetaciji ter medsebojna primerjava po obravnavanjih. a – število vrst v talni semenski banki; b – število vrst v vegetacijski združbi; j – število vrst, ki so hkrati v vegetaciji in semenski banki; c – skupno število vrst na obravnavanje; m – število vrst najdenih izključno v talni semenski banki; n – število vrst najdenih izključno v vegetaciji; Sør – Sørensenov indeks podobnosti izračunan kot : $Sør = 2j / (a+b)$. %a, %b, %j, % m, %n so deleži od skupnega števila vrst (c). Velja naslednja zveza: $a + b = m + n + j = c$.

Table 22: The number of plant species in soil seed bank and above-ground vegetation and their interrelations. a – the number of plant species present in the soil seed bank; b – number of plant species in the above-ground vegetation; j – the number of plant species present in the soil seed bank and above-ground vegetation simultaneously; c – the cumulative number of plant species; m – the number of plant species in the soil seed bank only; n – the number of plant species in the above-ground vegetation only; Sør – Sørensen's index of similarity, calculated as: $Sør = 2j / (a+b)$. %a, %b, %j, % m, %n are proportions against the cumulative number of species (c). Note the following relation: $a + b = m + n + j = c$.

Obravnavanje	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4
a	19	21	21	10	32	28	21	9
b	50	62	42	40	52	56	62	34
j	15	11	6	3	21	18	12	4
c	54	72	57	47	63	66	71	39
m	4	10	15	7	11	10	9	5
n	35	51	36	37	31	38	50	30
a% (a/c)	35,2	29,2	36,8	21,3	50,8	42,4	29,6	23,1
b% (b/c)	92,6	86,1	73,7	85,1	82,5	84,8	87,3	87,2
j% (j/c)	27,8	15,3	10,5	6,4	33,3	27,3	16,9	10,3
m% (m/c)	7,4	13,9	26,3	14,9	17,5	15,2	12,7	12,8
n% (n/c)	64,8	70,8	63,2	78,7	49,2	57,6	70,4	76,9
Sør	43,5	26,5	19	12	50	42,9	28,9	18,6



Slika 53: Razmerja med številom rastlinskih vrst v talni semenski banki in v nadzemni vegetaciji po obravnavanjih. %n – delež vrst, najdenih izključno v nadzemni vegetaciji; %m – delež vrst izključno v talni semenski banki; %j – delež vrst, ki so hkrati v talni semenski banki in nadzemni vegetaciji.

Figure 53: Ratios between the numbers of plant species found in the soil seed bank and in the above-ground vegetation of different treatments. %n – proportion of species in the above-ground vegetation only; %m – proportion of species in the soil seed bank only; %j – proportion of plant species found simultaneously in the soil seed bank and in the vegetation.

Za dinamiko vegetacije in pomen talnih semenskih bank pri morebitnih motnjah so najpomembnejše vrste, ki so v semenski banki, manjkajo pa v vegetaciji. Seznam teh vrst je po obravnavanjih v preglednici 23, kjer je tudi označeno, ali se dotična vrsta nahaja v vegetaciji prejšnjih stadijev zaraščanja. Opazno je, da določene vrste, ki so bile najdene v nadzemni vegetaciji, v mlajših sukcesijskih stadijih vztrajajo še v semenskih bankah, vendar pa so med posameznimi stadiji precejšnje razlike. Število vrst je relativno majhno, zato je težko izluščiti določene vzorce. Kaže, da se v vsaj deloma še nezaraščenem travnišču (A3 in B3) še ohranjajo v tleh semena nekaterih rastlinskih vrst iz prejšnjih stadijev. V vseh obravnavanjih najdemo tudi določene rastline, ki so nove. Pri stadiju 1 npr. prisotnost semen črnega gabra (*Ostrya carpinifolia*) kaže na potencial, da se ob izostanku rabe tako travnišče zaraste.

Preglednica 23: Rastlinske vrste, prisotne v talnih semenskih bankah, vendar odsotne iz vegetacije, razvrščene po obravnavanjih. Znak * označuje prisotnost vrste v vegetaciji prejšnjega stadija, *** pa prisotnost v prejšnjem stadiju in tudi v izhodiščnem stadiju 1.

Table 23: Plant species present in soil seed banks of the investigated treatments but absent from the above-ground vegetation. * denotes that species is present in the vegetation of the former successional stage, *** denotes that species is present in the vegetation of the former stage and also in the original successional stage 1.

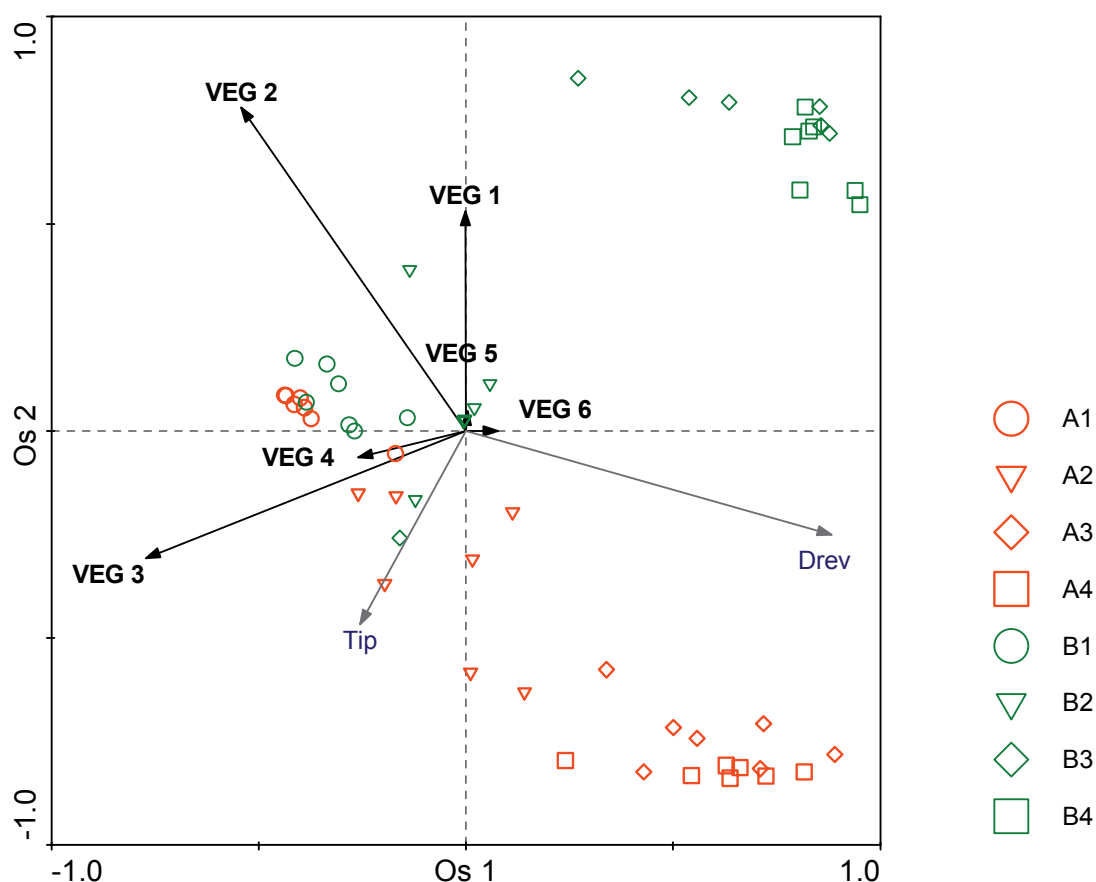
A1	Allium sp. Ostrya carpinifolia Verbascum nigrum Veronica officinalis	B1	Agrostis sp. Erigeron annuus Geranium pusillum Hypericum perforatum Ostrya carpinifolia Potentilla australis Sedum album Silene vulgaris Sonchus oleraceus Stellaria media Verbascum nigrum
A2	Arabis hirsuta Centaurea bracteata Chamaecytisus hirsutus Cirsium arvense Globularia punctata *** Leontodon hispidus Sesleria autumnalis Teucrium montanum *** Thymus praecox *** Trinia glauca ***	B2	Agropyron intermedium Cirsium arvense Euphorbia verrucosa Festuca sp. Leucanthemum platylepis Lotus corniculatus *** Prunella grandiflora Sedum sexangulare Sonchus oleraceus Stellaria media
A3	Allium sp. * Bupthalmum salicifolium * Cirsium vulgare Dactylis glomerata * Daucus carota * Helianthemum ovatum *** Hippocrepis comosa *** Potentilla australis Satureja montana * Scabiosa triandra *** Silene latifolia Silene vulgaris Teucrium montanum *** Thymus praecox *** Verbascum nigrum *	B3	Allium sp. *** Anthyllis vulneraria *** Arabis hirsuta *** Cirsium vulgare Erigeron annuus Festuca sp. Lembotropis nigricans *** Satureja montana *** Silene vulgaris
A4	Campanula rapunculoides Cirsium arvense Clematis vitalba Daucus carota Eupatorium cannabinum Primula vulgaris Verbascum nigrum	B4	Allium sp. *** Bupthalmum salicifolium Cirsium arvense Potentilla tommasiniana *** Verbascum nigrum *

Vrstno sestavo talnih semenskih bank in nadzemne vegetacije po posameznih popisnih ploskvah smo primerjali še s kanonično korespondenčno analizo (CCA). Naredili smo dve analizi: eno na matriki podatkov o semenskih bankah po ploskvah in vegetacijskimi podatki kot pojasnjevalnimi spremenljivkami ter drugo na matriki vegetacijskih podatkov s podatki o semenskih bankah kot pojasnjevalnimi spremenljivkami. Nismo uporabili grobih pojasnjevalnih spremenljivk, pač pa smo te poenostavili z analizo glavnih komponent (PCA); glavne komponente pa so potem služile kot pojasnjevalne spremenljivke.

CCA na matriki podatkov o semenih (slika 54) smo izvedli s šestimi glavnimi komponentami vegetacijskih podatkov (VEG1 do VEG6), ki so skupaj pojasnile 90,6% variabilnosti v teh podatkih. Model je značilen pri $p=0,002$ (Trace = 1,634; F-razmerje = 1,448), vendar pa je pojasnjena variabilnost v podatkih o semenskih bankah z uporabljenimi pojasnjevalnimi spremenljivkami dokaj nizka. Pri skupni inerciji 10,85 te CCA so lastne vrednosti prvih štirih kanoničnih osi 0,460, 0,362, 0,280 in 0,252, ki pojasnjujejo kumulativno po vrsti le 4,3, 7,6, 10,2 in 12,5 % variabilnosti v sestavi semenskih bank. Kljub temu je opaziti določene gradiente v sestavi semenskih bank. Prva os predvsem kaže na gradient v smeri zaraščanja, ki je v negativni korelaciji z vegetacijsko osjo VEG3, druga os ločuje oba tipa zaraščanja (A in B), s čimer sta predvsem povezani pojasnjevalni spremenljivki VEG1 in VEG2.

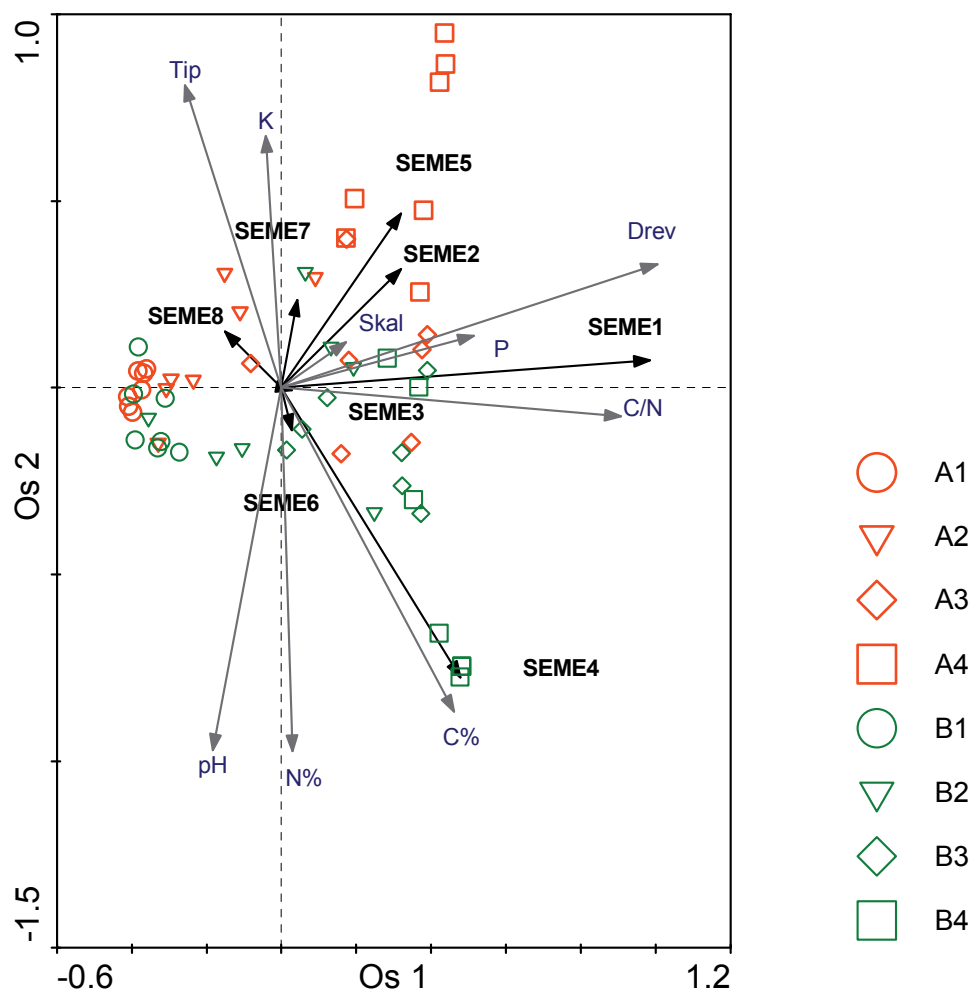
V drugi CCA smo ravnali obratno (slika 55). Na podlagi sestave semenskih bank smo skušali pojasniti sestavo nadzemne vegetacije. Tudi tu smo matriko o talnih semenskih bankah s PCA reducirali na glavne komponente, v tem primeru osem (SEME1 do SEME8), ki so skupaj pojasnile 73,3% variabilnosti v podatkih o semenu v tleh. Povezava med sestavo vegetacije in semenskimi bankami je tudi v tem primeru relativno šibka, vendar prav tako značilna (Trace = 1,386, F-razmerje = 2,135, $p = 0,0020$). Lastne vrednosti prvih štirih os znašajo 0,522, 0,296, 0,216, 0,097, kumulativno pa pojasnjujejo po vrsti 10,0, 15,7, 19,9, 21,7 % vrstne sestave nadzemne vegetacije. Skupna inercija analize znaša 5,20. Gradienti in delitve posameznih obravnavanj so šibkejši kot pri prejšnji analizi. Prva os še zmeraj kaže na šibak gradient v smeri zaraščanja, s čimer je povezana prva glavna komponenta (SEME1) podatkov o semenskih bankah, katera ima tudi največjo pojasnjevalno moč. V smeri druge osi je zaznavna, čeprav dokaj slaba, delitev vegetacijskih popisov na oba tipa zaraščanja, s čimer je povezanih več glavnih komponent SEME.

Skupno obe CCA analizi kažeta na dokaj šibko povezanost med sestavo semenskih bank in sestavo nadzemne vegetacije. Žal ta metoda analize ne omogoča odkrivati, na katerih ploskvah in obravnavanjih je različnost med obema komponentama največja. Na to smo pokazali v prejšnjih analizah, ki kažejo, da se podobnost med semenskimi bankami in vegetacijo zmanjšuje skozi sukcesijo in da je slabo ujemanje predvsem posledica poznih faz zaraščanja oz. vključenosti gozdov v raziskavo, kjer je prekrivanje v sestavi semenskih bank in vegetacije relativno majhno.



Slika 54: CCA ordinacijski diagram vzorcev semenskih bank označenih po obravnavanjih s sestavo nadzemne vegetacije kot pojasnjevalnimi spremenljivkami. Podatki o nadzemni vegetaciji so bili s PCA analizo poenostavljeni na 6 glavnih komponent (VEG1 do VEG6). V diagramu sta kot spremljajoči spremenljivki brez vpliva na analizo dodani še Drev kot pokrovnost drevesno-grmovne plasti in Tip kot tip zaraščanja, ki sta posredno povezani s sestavo semenskih bank.

Figure 54: CCA ordination diagram of soil seed bank samples of different treatments constrained by above-ground vegetation. Above-ground vegetation data were summarized using PCA analysis producing six principal components (VEG1 – VEG6), which were used as constraining variables. Drev (tree/shrub cover) and Tip (type of afforestation) are presented as supplementary variables in the diagram. These two variables are related with the soil seed bank composition.



Slika 55: CCA ordinacijski diagram vegetacijskih popisov označenih po obravnavanjih s sestavo talnih semenskih bank kot pojasnjevalnimi spremenljivkami. Podatki o talnih semenskih bankah so bili s PCA analizo poenostavljeni na 8 glavnih komponent (SEME1 do SEME8). V diagramu so kot spremljajoče spremenljivke brez vpliva na analizo dodani še drugi okoljski dejavniki pomembni za sestavo vegetacije (za opise spremenljivk glej sliko 43).

Figure 55: CCA ordination diagram of vegetation samples of different treatments constrained by soil seed bank samples. Soil seed bank data were summarized using PCA analysis producing eight principal components (SEME1 – SEME8), which were used as constraining variables. Some other environmental factors important for vegetation composition are shown as supplementary variables (for abbreviations see Figure 43).

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

V tej raziskavi smo na treh lokacijah proučevali vegetacijske vzorce in procese, ki spremljajo spremembe v rabi travnišč na Primorskem krasu. Obravnavali smo dvoje sprememb: v poskusu na Vremščici smo proučili vpliv gnojenja oz. evtrofikacije, na vseh treh segmentih pa iz različnih zornih kotov še zaraščanje travnišč. Slednja sprememba je na Primorskem krasu po obsežnosti mnogo pomembnejša. Za intenzifikacijo je na krasu malo možnosti, saj pedološko-geološke razmere tega večinoma ne omogočajo. Določeno nevarnost predstavlja evtrofikacija zaradi daljinskega vnosa hranil in depozicije iz zraka (Bobbink in sod., 2002), kar pa bo potrebno v prihodnje še proučiti in določiti kritične vnose. Pri proučevanju posledic sprememb rabe tal smo pozornost posvetili vrstni pestrosti rastlin in sestavi rastlinskih združb ter proučili, kako se ta dva segmenta spreminjata zaradi spremenjene rabe. Obravnavali smo funkcionalne premike vegetacije in združevali vrste po podobnosti glede pojavljanja v različnih stadijih sukcesije.

Nekatere obrazložitve rezultatov smo navrgli že ob samih analizah, v nadaljevanju pa sledi temeljitejša vsebinska obravnava rezultatov po posameznih segmentih raziskave. Na koncu navajamo še nekaj skupnih ugotovitev.

5.1.1 Proučevanje vplivov gnojenja in paše na travniško združbo na Vremščici

V tem segmentu raziskave smo v zasnovi poskusa s petimi obravnavanji raziskali vpliv treh postopkov gnojenja, paše in opuščanja paše na kraško travnišče, ki je tradicionalno v pašni rabi (največkrat drobnica) in ni gnojeno. Tako gnojenje kot opuščanje rabe znatno vplivata na diverzitetne parametre združbe, njeno floristično in funkcionalno sestavo.

Gnojenje ima znaten vpliv na vrstno pestrost združbe, saj le-ta upade. To je v skladu s številnimi drugimi raziskavami, ki navajajo tak izid manipulacije dostopnosti hranil v ruši (Rajaniemi, 2002; Suding in sod., 2005). V naši raziskavi nismo odkrili razlik med postopki gnojenja, kar je dokaj nenavadno. Predvsem je nenavadno, da ima dodajanje izključno fosforja (obravnavanje C), ki je v ruši Primorskega krasa pogosto v izredno nizkih koncentracijah (Vidrih in Lobnik, 2003), enak pomen za sestavo združbe, kot postopki gnojenja (A in B), kjer smo dodajali tudi dušik. Prav dušik je namreč največkrat gonilo vegetacijskih sprememb pri intenzifikaciji kmetijske pridelave ali tudi ob zračni depoziciji (Chapin in sod., 2002). Povsem teoretsko bi lahko razlogov za to, da razlik med postopki gnojenja ni, bilo lahko več. Če je gnojenje izključno s fosforjem enakovredno NP in NPK gnojenju, to lahko pomeni, da dušik ni omejitveni dejavnik pri rasti rastlin v ruši, kar je malo verjetno, saj nekatere raziskave s krasa (Verbič in sod., 2006; Vidrih, 2006) poročajo o povečanju pridelka ob dodanem dušiku. Enakovrednost P gnojenja proti NP in NPK gnojenju bi bilo možno pojasniti tudi z povečanim deležem metuljnic v ruši, česar pa mi v naši raziskavi nismo zaznali. Vprašanje, zakaj so načini gnojenja enakovredni glede

vpliva na sestavo združbe, ostaja odprto. Zaradi enakovrednosti obravnavanj A, B in C je ta segment raziskave v grobem možno reducirati na troje obravnavanj: pašeno/negnojeno, kar predstavlja tradicionalno rabljen pašnik, pašeno/gnojeno, kar lahko tretiramo, kot intenzifikacijo pridelave in nepašeno/negnojeno, kar ustreza opuščanju rabe. V nadaljevanju zato obravnavamo rezultate z vidika teh treh obravnavanj.

Druga pomembna značilnost, kjer večinoma nismo ugotovili značilnih razlik v sestavi je v terminu vzorčenja. Termin vzorčenja vegetacije sicer pri raziskavah vegetacije največkrat uporabljamo za izpopolnjevanje seznama zabeleženih rastlin, saj z večkratnim popisovanjem v sezoni vegetacijo popišemo temeljiteje in dodamo seznamom popisnih ploskev tudi vrste, katerih fenologija je takšna, da so v polni zrelosti že pred viškom vegetacije, ali pa, kar je redkeje, kasneje. Neobstoječe razlike v popisih različnih terminov popisovanja lahko pripišemo razvoju kraške vegetacije, ki je spomladi precej eksplozivna, kasneje pa so spremembe v deležih vrst relativno majhne. To kaže, da je rast ruše na krasu tudi močno temperaturno pogojena oz. da so zime na visokem krasu dokaj ostre (Vidrih, 2006).

Na gnojenih ploskvah smo našli od 8 do 13 vrst manj. Vendar pa sam upad števila vrst še ne pove vse informacije, saj se temeljito spremeni vrstna sestava združbe nasploh. Relativno malo vrst je skupnih gnojenim in negnojenim obravnavanjem, posebno značilno je izginjevanje tipičnih vrst kraških travnišč (npr. *Carex humilis*, *Knautia illyrica*, *Coronilla vaginalis*, *Hippocrepis comosa*), čeprav, kot je bilo že omenjeno, zaradi severne ekspozicije terena proučevano travnišče ni povsem tipična kraška združba *Carici humilis-Centaureetum rupestris*. Gnojeno travnišče je dobilo še precej bolj mezofilno podobo, čeprav se vodne razmere najbrž ne spremenijo bistveno. Določeno vlogo pri povečani mezofilnosti bi lahko imela povečana gostota zelinja, s čimer je površina tal bolj osenčena, temperatura tal ter evaporacija pa sta manjši. Pašeno/negnojeno in nepašeno/negnojeno travnišče se v številu vrst ne razlikujeta značilno, velika razlika pa je v izenačenosti pokrovnosti posameznih rastlinskih vrst, kar nakazuje Shannonov indeks pestrosti. Tak izid je v skladu s teorijo (Grime, 2001), ki po prenehanju motnje predvideva povečan pojav dominance v združbi, kar nazadnje vodi v kompeticijsko izključevanje inferiornih vrst. Po 11 letih, kolikor je trajala sama manipulacija proučevane ruše, do izključevanja manj kompeticijsko sposobnih vrst še ni prišlo, kar kaže tudi razmeroma velika podobnost v floristični sestavi. Majhna vrednost Shannonovega indeksa v nepašenem obravnavanju vseeno kaže, da se družba razvija v smeri izključevanja vrst, kar bi verjetno sledilo v prihodnjih letih in desetletjih, posebno, ko bi znaten delež pokrovnosti pridobile lesnate vrste. Na podlagi multivariatnih metod obdelave podatkov je očitno, da je imelo gnojenje v primerjavi z opuščanjem rabe pomembnejše vplive na sestavo ruše, saj je v vseh ordinacijah delitev gnojeno/ negnojeno povezano s prvo osjo ordinacije, ki pojasnjuje največ variabilnosti v podatkih.

Na pomembnejši vpliv gnojenja v primerjavi z opuščanjem kaže tudi funkcionalna analiza vegetacijskih podatkov, ki smo jo začeli s primerjavo *a-priori* funkcionalnih tipov oz. strategij po Grimu (1977, 2001). Gnojenje travnišča rezultira v razmeroma velikem premiku v prevladujoči CSR strategiji, ko se v združbi na račun tolerance na stres predvsem poveča pomen ruderalnosti oz. tolerance na motnjo. Le-ta komponenta je v nepašenem in negnojenem obravnavanju D dokaj nepomembna, čeprav je travnišče pašeno. To govori o

tem, da so rastlinske vrste na izvornem travnišču iz obravnavanja D bolj pod vplivom stresa (bodisi pomanjkanja vode bodisi hranil ali obojega), kot pa pod vplivom paše. Povečanje odpornosti na košnjo lahko povežemo s povečanjem krmne vrednosti gnojene ruše in možnim povečanjem obtežbe takega pašnika oz. s pogostejšim zadrževanjem herbivorov na bolj hranljivi ruši (McIntyre in Lavorel, 2001). Opuščanje rabe oz. zgodnja faza sukcesije kraškega pašnika, kar pomeni primerjava obravnavanj D in E, prinaša nekoliko manj obsežne spremembe v CSR strategiji, ki pa so vseeno značilne. Gre za premik v smeri povečane komponente C, torej kompeticije, kar kaže, da je za uspešnost rastlin v ruši pri opustitvi rabe pomembna kompeticijska sposobnost rastlin ob hkratni sposobnosti toleriranja določenih oblik stresa (pomanjkanja vode in (ali) hranil).

Kljub temu, da je izbira funkcionalnih znakov, za katere domnevamo, da se značilno odzivajo na spremembe v okoljskih dejavnikih in da vplivajo na uspešnost rastlin v ruši, do določene mere arbitrarna in tudi pragmatična (Peco in sod., 2005), smo po našem mnenju uspeli zbrati dovolj relevantne znake, ki poleg odziva kažejo tudi na možne posledice za sam travniški ekosistem. Vsaj nekateri od izbranih znakov so tudi znaki z učinkom na travniški ekosistem (Lavorel in Garnier, 2002), o čemer pišemo v nadaljevanju. Z metodološkim pristopom, ki smo se ga poslužili (CCA ordinacija, DCA ordinacija na produktu matrik), je omogočeno povezovanje variabilnosti v florističnih podatkih z zastopanostjo posameznih funkcionalnih znakov ter odkrivanje skupnega pojavljanja znakov po obravnavanjih oz. tako imenovanih sindromov znakov (Gondard in sod., 2003; Landsberg in sod., 1999). Kljub temu da je izbira znakov arbitrarna, vendar priporočena s strani drugih raziskovalcev (Weiher in sod., 1999), domnevamo, da je možno s tako izbiro beležiti funkcionalne premike v vegetaciji. Izbrali smo znake, ki se tičejo kompetitivne sposobnosti rastlin, tolerance na stres in motnjo. V naši izbiri nekoliko primanjkuje znakov, ki se tičejo disperzije rastlin in razmnoževanja (npr. lastnosti semen), od katerih so se v drugih raziskavah (Diaz in sod., 2007; Landsberg in sod., 1999; Westoby, 1998) nekateri pokazali kot primerni indikatorji odziva združbe. Vendar pa so regeneracijski znaki večkrat povezani s posebej močno motenimi habitatmi, kjer poteka intenzivna paša ali pa o večjem pomenu le-teh poročajo iz aridnih območij, kjer na vegetacijski razvoj izrazito vpliva večmesečna poletna suša (npr. v mediteranskih in subtropskih aridnih podnebnih pasovih). Iz bolj mezičnih razmer pogosteje poročajo o pomenu vegetativnega razmnoževanja rastlin kot pomembnejši funkcionalnosti, ki povečuje uspešnost vrst v sestoju. Peco in sod. (2005) tako poročajo o značilno povezanosti med pašenimi obravnavanji in deležem vrst, ki se razmnožujejo nespolno.

Zaradi vpliva gnojenja se je v našem poskusu najbolj spremenila zastopanost naslednjih funkcionalnih znakov v ruši: višina rastlin, vegetativna razrast, anatomija listov, trajnost listov, specifična listna površina in vsebnost suhe snovi v listih. Bolj kot popolno zamenjavo znakov opazamo spremembe v zastopanosti posameznih atributov, o čemer poročajo tudi Landsberg in sod. (1999) ter Peco in sod. (2005). To je domnevno posledica relativno kratkih gradientov v okoljskih dejavnikih, deloma pa tudi časa trajanja eksperimenta.

Višina rastlinskih vrst je enostaven znak, ki pa je izrazito funkcionalen (Weiher in sod. 1999, Grime, 2001), saj je povezan s kompeticijsko sposobnostjo pa tudi odpornostjo na pašo in regeneracijsko sposobnostjo. Višina rastlin, ki smo jo v tem segmentu raziskave

proučevali kot ordinalno spremenljivko s tremi kategorijami, se je značilno povečala tako ob gnojenju, kot tudi ob opuščanju rabe. Podobne rezultate navajajo tudi Peco in sod. (2005), Landsberg in sod. (2005), Veski in sod. (2004), Louault in sod. (2005), Lavorel in sod. (1999), McIntyre in Lavorel (2001) in Diaz in sod. (2004). Spremembe v višini pri obeh tipih obravnavanj pa niso posledica istega mehanizma. Gnojenje zmanjša stres zaradi pomanjkanja hranil, kar omogoči večje priraste biomase. Kljub paši na obravnavanjih A, B in C, se je višina rastlin na teh gnojenih in pašenih obravnavanjih povečala, čeprav paša vpliva na povečanje deleža manjših rastlin v sestoji. To zopet govori o večjem pomenu gnojenja, ki ga le-to ima nasproti paši na oblikovanje proučevane združbe. Višina rastlin je na negnojenih in pašenih ploskvah obravnavanja D v povprečju manjša, saj višje rastline zaradi defoliacije ne uspejo regenerirati izgubljenih delov in na njihovo mesto se razširijo nižje vrste, ki se herbivorom z nizko rastjo in tudi drugimi znaki izogibajo. Na opuščenem travnišču, se je višina rastlin povečala zaradi drugih razlogov. Ko paša izostane, so kljub razmeroma slabi založenosti tal s hranili in vodo, nizke prilegle rastline v slabšem položaju, saj jih preraščajo višje vrste, ki jih je paša prej omejevala. Prihaja do učinkov kompeticije, zlasti kompeticije za prostor in svetlobo (Rajaniemi, 2002) ter zmanjšanja deleža nizkih vrst, ki so naposled tudi izrinjene iz sestoji (Louault in sod. 2005).

Funkcionalni znak, ki se ob gnojenju izrazito spremeni, je anatomija listov. To je bil tudi edini znak, pri katerem sta se dva atributa v svoji zastopanosti zamenjala. Na negnojenih obravnavanjih je delež rastlin z mezomorfni listi okrog 20-25 %, delež rastlin s skleromorfni listi pa 75-80%. Pri gnojenju se delež obeh atributov ravno obrne. Od drugih tipov listov praktično nismo dobili pojavitev v tem segmentu raziskave. Skleromorfni listi, ki so največkrat majhni, debelejši, gostejši (več strukturnih tkiv) in na stebelu gosto skupaj, so največkrat povezani z aridnostjo podnebja (Levitt, 1972, cit. po Fonseca in sod. (2000), vendar pa sklerofilne liste najdemo tudi v vlažnih rastiščih. Bolje pojasnimo pojav skleromorfije s stresnimi razmerami nasploh, posebej s pomanjkanjem vode in hranil. Pomanjkanje svetlobe je v tem nekoliko izjema, saj je pogostejše povezano s pojavom nežnih, higromorfni listov. Fonseca in sod. (2000) navajajo skleromorfijo kot strategijo za povečanje učinkovitosti izrabe hranil iz tal, kaže pa tudi na preudarno in konzervativno rabo pridobljenih virov (zlasti hranil) s strani rastlin.

Z gnojenjem se je v našem poskusu povečala povprečna specifična listna površina (SLA) oz. natančneje, na pokrovnosti so pridobile vrste z večjo vrednostjo SLA. Ta znak se pogosto navaja kot eden centralnih pri funkcionalni označbi rastlinskih vrst, saj je v korelaciji z mnogimi fiziološkimi procesi v rastlini (Diaz in sod., 1999b; Diaz in sod., 2001; Weiher in sod., 1999; Westoby, 1998). Znak je jasno povezan s skleromorfijo, saj so listi, ki imajo manjšo specifično površino (manj asimilacijske površine na maso lista), debelejši oz. gostejši ter imajo več strukturnih tkiv bogatih z celulozo in ligninom. SLA je tako tudi pokazatelj užitnosti rastline oz. njene krmne vrednosti (Duru in sod., 2004). Diaz in sod. (2004) opozarjajo tudi na povezavo SLA s trgljivostjo listov in s tem na odpornost na herbivore. Kljub temu da se SLA pogosto uporablja kot pomemben znak, drugi svarijo pred pretiranim zanašanjem nanj (Grime, 2001; Veski in sod., 2004), saj je znak čisto zelo variabilen in povprečenje zamegli njegov pomen v združbi, včasih pa je tudi nekonsistenten pri korelacijah z intenziteto stresa. Če velja, da se SLA zmanjša v bolj sušnih in s hranili revnih okoljih, je v svetlobno omejenih okoljih zmanjšanje neznatno

(Grime, 2001), saj imajo mnoge sencoljubne vrste veliko vrednost SLA (npr. *Oxalis acetosella*).

Iz podobnih razlogov omenjenih pri SLA naraste pri gnojenju tudi delež vrst z manjšo vsebnostjo suhe snovi v listih (LDMC), kar pomeni, da se oba znaka v naši raziskavi pojavljata povezano. Gnojenje je povezano tudi s trajnostjo listov, saj dodajanje hranil znatno poveča delež rastlinskih vrst z zimzelenimi listi, zaradi česar so bile gnojene površine dokaj zelenega videza tudi izven vegetacijske sezone. Trajnosti oz. prezimnosti listov pa ne smemo zamenjevati z življenjsko dobo posameznega lista. Znano je namreč (Grime 2001), da je le-ta krajša v bolj produktivnih okoljih, kjer hitreje pride do senčenja spodnjih listov, ki postanejo za rastlino nepotreben strošek. V omejujočih razmerah (npr. pomanjkanja hranil) je dolgoživost listov prednost, saj kaže na večjo učinkovitost izrabe redkih virov z okolja. Prezimno zeleni listi rastlin na gnojenih ploskvah omogočajo vrstam hitrejšo rast spomladi. Investicija v zaščitne sekundarne metabolite pred posledicami mraza in UV sevanja pozimi se glede na naše rezultate splača le v produktivnejših razmerah, t.j. na gnojenih obravnavanjih. Na negnojenih je delež takih vrst zmanjšan, naraste pa delež vrst, pri katerih listi pozimi propadejo.

Niti gnojenje niti opuščanje nista bistveno vplivala na zastopanost posameznih skupin rastlin glede na življenjsko dobo. V vseh obravnavanjih so močno prevladovali trajnice. Niti stresne razmere in prisotnost paše ne povečata deleža enoletnic, kot to poročajo iz različnih aridnih in semi-aridnih predelov sveta (De Bello in sod., 2005; Hadar in sod., 1999; McIntyre in Lavorel, 2001). Razmere na našem krasu so torej še vedno preveč humidne in zime dokaj dolge in mrzle, da bi omogočale razvoj efemernih in prezimnih enoletnic kot uspešne strategije preživetja stresnih obdobj. Nekaj več enoletnic smo našli na gnojenih ploskvah, od katerih so bile vse predstavnice bolj ruderalnih rastišč (npr. *Capsella bursa-pastoris*).

V nasprotju z navajjanji drugih raziskav (Peco in sod., 2005) v naši raziskavi nismo opazili povečanega deleža rastlin z rozetasto rastjo v pašenih razmerah, nekoliko se z gnojenjem in tudi opuščanjem delež nerozetastih oz. erozilatnih vrst celo zmanjša.

Po deležu življenjskih oblik se obravnavanje D značilno razlikuje od ostalih predvsem po zmanjšanem deležu hemikriptofitov (ki pa je še zmeraj daleč najpogostejša življenjska oblika proučevanega travnišča) in poveča delež hamefitov. Slednje je povezano s porastom deleža nekaterih plezajočih vrst, ki se lateralno širijo v obliki blazin (npr. *Thymus praecox*). S tem je povezan tudi upad teh nizkih vrst tako pri gnojenju kot tudi opuščanju paše.

Po obravnavanjih smo primerjali tudi dvojne bolj agronomskih lastnosti rastlin, ki pa imata tudi določeno ekološko povednost: odpornost rastlin na pašo in krmno vrednost. Rezultati teh primerjav so v skladu z že omenjenimi izsledki, da rastline gnojenih ploskev gradijo svojo odpornost na pašo na hitri regeneraciji, kar pomeni, da so tudi boljše krmne vrednosti (Duru in sod., 2004). Zanimiva je majhna toleranca vrst iz negnojenih obravnavanj na pašo, posebno majhna je na negnojenih in pašenih ploskvah obravnavanja D. Tradicionalna raba, ki jo ponazarja to obravnavanje je torej povezana s prisotnostjo dokaj občutljivih vrst, kar kaže, kako preudarno je potrebno načrtovati pašo kraških travnišč. Vrste očitno

zahtevajo dokaj nizke obtežbe in kratkotrajno pašo. Še precej raziskav bo potrebnih v tej smeri, da se razišče optimalna obtežba, trajanje paše in začetek paše v sezoni, ki bo trajnostno zagotovilo ugodno sestavo teh travnišč. Proučiti bo potrebno tudi učinke posameznih pašnih živali. V tej raziskavi beležimo zgolj učinke drobnice (ovac), posledice drugih herbivorov na sestavo združbe in tudi talne lastnosti so lahko precej drugačne (Bakker, 1989; Olff in Ritchie, 1998; Milchunas in Laurenroth, 1993).

Odzivi funkcionalnih znakov na opuščanje rabe so nekoliko manj intenzivni, kažejo pa se določeni vzorci, ki nam nakazujejo vegetacijske procese ob tem tipu sprememb v rabi. Nekateri znaki, ki so se glede učinka gnojenja izkazali kot neodzivni, se prav pri opuščanju kažejo za pomembne. Opuščanje tako znatno poveča delež trav v sestoji, medtem ko tega učinka pri gnojenju ni bilo. Povečanje deleža trav je zlasti posledica porasta visokokompetitivnih trav z intenzivno vegetativno razrastjo, od katerih je predvsem pomembna vrsta *Brachypodium rupestre*. Ta vrsta je nasploh pogost znak začetkov procesa zaraščanja na krasu. Že od daleč lahko spoznamo zaplate svetlo zelene trave, ki se naglo širijo (Kaligarič, 1997). O naglem širjenju in ogrožanju diverzitete zaradi bližnje sorodnice *B. pinnatum* poročajo tudi z Nizozemske (Bobbink in Willems, 1987). Porast deleža trav pri opuščanju paše gre predvsem na račun deleža zeli, medtem, ko so ostale funkcionalne skupine slabo zastopane. Nekoliko se v tem relativno zgodnjem procesu zaraščanja že kaže povečana prisotnost lesnatih vrst, katerih pokrovnost pa je še majhna.

Na opuščanje rabe se odzivajo še nekateri funkcionalni znaki. Povprečna SLA na popisno ploskev se nekoliko poveča, LDMC pa upade. Delež rastlin z neprezimnimi listi je še manjši kot na obravnavanju D, kar je povezano z deležem omenjenih kompetitivnih vrst trav v ruši.

Primerjava gnojenih in negnojenih površin obravnavanj A, B, C in D nam v našem poskusu torej razkriva dve strategiji rastlin v zvezi z njihovo odpornostjo na pašo: povečana regeneracijska sposobnost v razmerah, kjer so talne in klimatske razmere dovolj ugodne, ter izogibanje paši oz. herbivorom, kjer je okolje preveč limitirajoče, da bi omogočalo obnovo s pašo odstranjenega tkiva. V tem segmentu raziskave je opazna precejšnja pomembnost različnih funkcionalnih znakov listov. Listi z vso svojo anatomijo in fiziološkim ustrojem so namreč tisti organ, od katerega je najbolj odvisna sposobnost rasti rastline in njena podvrženost herbivorom, posredno pa kaže tudi na kompeticijsko sposobnost in učinkovitost izrabe virov (svetloba, hranila v tleh, voda). List je očitno organ, katerega je nujno vključiti v funkcionalne analize vegetacije (Wright in sod., 2002; Wright in sod., 2004).

Funkcionalni odziv združb na pašo je očitno močno odvisen tudi od drugih okoljskih dejavnikov, ki hkrati opredeljujejo določen travniški ekosistem. Značilne so močne korelacije med učinki paše in hkratnimi drugimi dejavniki okolja (sušnost, dostopnost hranil, toplotne in svetlobne razmere) (De Bello in sod., 2005; Pakeman, 2004). Adler in sod. (2004) tako ugotavljajo, da je odziv združb na pašo v značilni interakciji s sušnostjo podnebja. V primerno vlažnem okolju so uspešnejše vrste, ki pašo tolerirajo in s svojimi znaki kot so hitra rast, večja višina rastlin, relativno velik delež nadzemnih delov, velika SLA, nadomestijo izgubljeno biomaso (Grubb, 1992). V sušnih razmerah je pomembnejša nasprotna strategija – izogibanje herbivorom, saj so razmere preveč omejujoče, da bi

omogočale dovolj hitro regeneracijo. V naši raziskavi se izogibanje paši na obravnavanju D kaže v nižji, velikokrat polegli oz po površini tal plezajoči rasti rastlin, večji vsebnost suhe snovi v listih in manjši specifični listni površini. Drugi raziskovalci poročajo še o veliki vsebnosti sekundarnih metabolitov v rastlini, drobnih listih, trnatosti in dlakavosti, rozetastem habitusu, manjši vsebnosti dušika v listih (glej pregledni članek Diazove in sod. (2007)). De Bello in sod. (2005) ugotavljajo tudi interakcije med pašo in klimatskimi značilnostmi; s spreminjanjem klime vzdolž geografske širine se spreminja tudi odziv rastlinskih vrst na pašo.

Na podlagi analize funkcionalnih znakov in ordinacijskih metod je možno ugotoviti funkcionalne tipe rastlin, ki se najbolj odzivajo bodisi na gnojenje bodisi na opuščanje paše. V preglednici 24 so prikazani takšni deduktivno izpeljani funkcionalni tipi rastlin, ki se kažejo v tem segmentu raziskave kot najbolj odzivni. Poleg teh tipov vsekakor lahko pričakujemo še več drugih funkcionalnih tipov znotraj vsake združbe, ki prispevajo k funkcionalni pestrosti sestoja, česar pa na tem mestu nismo temeljiteje raziskali, saj smo iskali le glavne vzorce dinamike vegetacije. Poleg tega še ni sprejetega dokončnega načina za kvantifikacijo funkcionalne pestrosti (Lepš in sod., 2006; Mason in sod., 2003). Težava je, da postajajo funkcionalni tipi vedno manj ločeni med seboj in vedno večja je kontinuiteta, ko v analizo vključujemo čedalje več funkcionalnih znakov (Pillar in Sosinski, 2003). Celoten smisel funkcionalnih tipov se tako zmanjšuje, saj se izgublja možnost določene generalizacije. Kot ugotavljata Petchey in Gaston (2002), je funkcionalna pestrost združbe pogosto v značilni korelaciji z vrstno pestrostjo; slednjo zato lahko večinoma jemljemo kot surogat funkcionalni pestrosti.

Skupaj s spremembo funkcionalne sestave vegetacije pri gnojenju in opuščanju paše prihaja do določenih ekoloških učinkov, ki so prav tako označeni v preglednici 24 in so zbrani na podlagi različnih že obstoječih raziskav. Funkcionalni tipi, ki smo jih identificirali v tej raziskavi torej niso le odzivni tipi, ampak tudi tipi z ekološkim učinkom (Lavorel in Garnier, 2002). Gnojenje tako pospeši kroženje hranil in dekompozicijo, saj poraste delež vrst z večjo vsebnostjo dušika v listih in manjšim deležem strukturnih snovi (lignina) (Perez-Harguindeguy in sod., 2000). Z opuščanjem rabe prihaja do nasprotnih učinkov: rastlinske vrste zaradi kompeticije za vire le-te čim bolj zadržujejo, kar vpliva na upočasnjevanje mineralizacijskih procesov oz. počasnejše kroženje snovi v takem ekosistemu. Opuščanje tudi poveča količino opada, saj se le-ta zaradi težje mineralizacije kopiči, kar povečuje možnosti požara.

Preglednica 24: Najbolj odzivni funkcionalni tipi rastlin, ugotovljeni na podlagi poskusa na Vremščici, s pripadajočimi funkcionalnimi znaki. Navedeni so tudi ekološki učinki spremenjene rabe in sestave rastlinskih združb

Table 24: The most responsive plant functional types derived from the grassland experiment on the Vremščica mountain with corresponding functional traits. Some ecological effects of changes in land-use and changes in community composition are stated.

	Tip 1	Tip 2	Tip 3
Pojavnost v obravnavanju	Gnojeno / pašeno	Negnojeno/pašeno	Nepašeno/Negnojeno
Tip rabe, sprememba rabe	Intenzifikacija, evtrofikacija	Tradicionalna raba	Opuščanje rabe
Funkc. znaki	Trajno zeleni, mezomorfni listi, velika SLA, majhna LDMC, odpornost na pašo oz. motnje (CSR strategija)	Skleromorfni, neprezimni listi, velika SLA, majhna LDMC, blazinasta in šopasta razrast, nizke rastline, odpornost na stresne razmere (S in S/SC strategija)	Skleromorfni, neprezimni listi, majhna SLA, velika LDMC, višje travnate rastline, rušnata razrast, kompetitivnost in toleranca stresa (CS in C/CS strategija)
Primeri rastlinskih vrst	<i>Poa pratensis</i> , <i>Festuca rubra</i> , <i>Achillea millefolium</i>	<i>Thymus praecox</i> , <i>Festuca rupicola</i> , <i>Koeleria lobata</i> , <i>Hippocrepis comosa</i>	<i>Brachypodium rupestre</i> ,
Ekološki učinki sprememb	Hitrejša kroženja snovi, upad vrstne pestrosti, intenzivnejša motnje zaradi herbivorov		Upočasnjeno kroženje snovi, akumulacija opada, kompetitivno izključevanje,

V tej raziskavi nismo posebne pozornosti namenili variabilnosti posameznim znakom. Literatura navaja različne izkušnje glede tega. V raziskavah, kjer so floristične spremembe relativno majhne, avtorji priporočajo vključitev teh podatkov v obdelavo, da bi tako iskali znotrajpopulacijske razlike na nivoju posamezne vrste (Peco in sod., 2005). Drugi ne poročajo o večjih znotrajpopulacijskih razlikah (Duru in sod., 2004) niti ni opaznih večjih razlik glede na termin meritev in celo glede na vsebnost dušika v tleh (Al Haj Khaled in sod., 2005). Dovolj velike razlike v funkcionalnosti posameznih vrst naj bi v določenem času pripeljale do spremenjene vrstne sestave združb, saj vrste, ki določenega znaka nimajo dovolj izraženega, po nekem obdobju prej ko slej izginejo iz sestoja. Kako hitro je to izginevanje, je odvisno od značilnosti vrste, posebej njene življenjske dobe: enoletnice izginjajo hitreje, drevesne vrste kljubujejo neugodnim razmeram lahko dlje in vrstne transformacije so počasne. To je tudi pomembno dejstvo pri načrtovanju ekoloških poskusov.

5.1.2 Proučevanje zaraščanja travnišč s črnim borom na Vremščici

Na Vremščici smo se posebej posvetili nekaterim zakonitostim vrstne pestrosti in obravnavali njeno prostorsko dimenzijo z uporabo krivulj vrstne gostote. Na ta način smo dodali določeno vrednost golemu podatku o številu vrst, saj smo obravnavali okoljske dejavnike (svetlobo, talne razmere), ki naj bi posebej vplivali na razmerje med številom vrst in površino, na kateri te vrste najdemo. Ugotovili smo, da ima zaraščanje značilne vplive na vrstno pestrost rastlin na različnih prostorskih skalah. Na majhni prostorski skali je število vrst največje v prvem stadiju, ki sledi opustitvi rabe (S2). Tam je gostota vrst na enoto površine največja, kar pomeni, da je združba vrstno determinirana že na dokaj majhni površini in da v medsebojne interakcije v tem stadiju vstopajo številne vrste. Paša in še posebej opuščanje zmanjšata gostoto vrst na majhni prostorski skali, saj se povečuje heterogenost v okoljskih razmerah. Število vrst na majhni skali ob zaraščanju drastično upade; iz povprečno 25 vrst na 1,5 m² v zgodnjih fazah zaraščanja na povprečno 11 vrst v borovem gozdu. Paša povečuje heterogenost zaradi neenakomerne defoliacije oz. selektivnosti živali ter zaradi učinkov neenakomernega odlaganja izločkov (Vidrih, 2005). Opuščanje predvsem poveča heterogenost zaradi neskljenjenega pojavljanja drevesno-grmovne zarasti. Zaradi omenjenega se je pokazalo, da je nagib krivulj gostote vrst največji na najbolj zaraščenih površinah, najmanjši pa v zgodnjih fazah zaraščanja.

Na večjih prostorskih skalah je slika nekoliko drugačna, saj se skupno število vrst na obravnavanju S2, kjer je na majhni skali gostota vrst velika, ne loči značilno od obravnavanja S5, kjer je na majhni skali gostota vrst majhna. Skupno število vrst na 400 m² vzorčene površine se v borovem gozdu torej ni razlikovalo od travnišča, ki je danes pogosto prisposodba za z vrstami bogato kraško travnišče. Seveda pa je sestava (vrstna in funkcionalna) na obeh obravnavanjih zelo različna. Na tej veliki skali je najmanjše število vrst na pašnem obravnavanju S1 (45 vrst v povprečju), kar ne govori v prid paši kot načinu za ohranjanje vrstne pestrosti. Pestrost na veliki skali je največja na močno zaraščenem travnišču, saj je tam zaradi heterogenih razmer v talnih predvsem pa svetlobnih razmerah hkrati omogočeno uspevanje vrst z različnimi ekološkimi zahtevami. Podobno kot Desilets in Houle (2005) tudi v naši raziskavi kaže, da je za prostorsko razporeditev diverzitete pomembna tako razpoložljivost določenega faktorja kot tudi heterogenost tega faktorja znotraj združbe. Neenakomernost zaraščanja, ko med posameznimi drevesi ostajajo večji ali manjši odprti otoki zeliščne vegetacije ugodno vpliva na vrstno pestrost nekega območja, kar govori v prid ohranjanju takih sukcesijskih stadijev v krajini.

Odziv rastlinskih vrst na zaraščanje se je pokazal kot dokaj raznolik. Vrste se razlikujejo tako v optimumu okoljskih dejavnikov, pri katerem je njihovo uspevanje najugodnejše (največja produkcija biomase, največja sposobnost razmnoževanja), kot tudi v razponu teh dejavnikov, v katerem je njihovo preživetje v združbi omogočeno. Na podlagi uspevanja vrst v posameznih sukcesijskih stadijih, ki se razlikujejo v svetlobnih razmerah in deloma talnih parametrih smo ugotovljene vrste razdelili v več skupin. Najštevilčnejša je skupina vrst, ki se pojavljajo v srednjih stadijih sukcesije, kar pomeni, da jih ne najdemo niti na travnišču, ki je še v rabi, niti v gozdu. Glede na svetlobne razmere smo z uporabo logistične regresije ugotovili, da je njihov optimum uspevanja pri ca. 40-60% zastrtosti. Takoj pa je potrebno poudariti, da ne gre za fiziološko pogojeno uspevanje teh vrst v nekoliko

osenčenih rastiščih, pač pa je to bolj v povezavi s časom, ki ga imajo te vrste na razpolago za kolonizacijo po izostanku motnje. Ima pa optimum večji pomen v smeri večje zastrtosti, saj približno pove pri kateri kritični gostoti dreves se pojavnost neke vrste začne zmanjševati oz. kdaj začne določena vrsta izginjati iz zaraščajočega travnišča. Za bolj natančne logistične modele bi bilo potrebno vzorčiti še precej več ploskev, po možnosti na več lokacijah posebej, na katerih bi model preizkusili.

5.1.3 Primerjava zaraščanja na Vremščici in na Podgorskem krasu

Na raziskovalnih ploskvah na Vremščici in tistih na Podgorskem krasu smo zabeležili precej podobne vzorce dinamike vegetacije, tako glede sprememb v sestavi vegetacije kot tudi sprememb vrstne pestrosti in sprememb talnih parametrov. Vrstna pestrost skozi sukcesijo upada; to smo pokazali tako na primeru Vremščice kot tudi nizkega krasa. Če dodamo izsledke gnojilno/pašnega poskusa na Vremščici v zvezi z opuščanjem rabe, pri zaraščanju opazimo najprej razširitev nekaterih vrst, najpogosteje trav, ki se razširijo večinoma vegetativno. Določene vrste rastlin tipične za travnišča v rabi še vztrajajo v tej fazi in vrstna pestrost še ne pade. Mnogokrat v tej fazi dobimo skupaj že tudi vrste srednjih faz sukcesije oz. bolje rečeno vrste gozdnega robu (preglednica 14), zato pogosto opazimo največjo pestrost v teh prvih letih do desetletjih po prekinitvi rabe. Hitrost je odvisna od razmer; bolj ko so le-te stresne za rast rastlin, počasnejše je zaraščanje. Mnogokrat se s to začetno fazo enači tipično podoba kraških travnišč, predvsem pašnikov, kar je nekoliko napačno. V travnišču, ki je v rabi, zlasti če je pašeno, je nerealno pričakovati opaznejše deleže vrst gozdnega robu, posebej če je obtežba nekoliko večja, torej taka, da zavira razširitev lesnatih rastlin. Na to bi morali biti pozorni tudi načrtovalci upravljaljskih ukrepov v zvezi z varovanjem kraških travnišč. Po vdoru lesnatih rastlin v sestoj začne pestrost na manjših prostorskih skalah upadati, kar je večinoma povezano s spremenjenimi svetlobnimi razmerami, do določene mere pa igrajo vlogo tudi drugi dejavniki okolja, npr. spremenjene talne razmere. V zvezi s slednjimi velja omeniti povečan vpliv opada, ki je pri nekaterih drevesnih vrstah tudi alelopatski (npr. pri borih). Za razliko od črnega bora listnatim vrstam mnogokrat določeno senčenje celo koristi (Siemann in Rogers, 2003), kar nakazuje na facilitacijski model sukcesije po Connellu in Slatyeru (1977). V primerjavi zaraščanja travnišč s črnim borom in listavci nismo opazili večjih razlik v vrstni pestrosti. Končna faza zaraščanja (gozd) ni bistveno bogatejša z rastlinskimi vrstami v primeru listavcev, kljub temu pa se črni bor pogosto obravnava kot vrsta, ki zaradi vednozelenih listov in značilnosti opada še posebej izrazito vpliva na padec pestrosti. Na večjih prostorskih skalah (npr. 400 m²) nismo zabeležili značilnega upada vrstne pestrosti, vendar pa je sestava rastlinske združbe v gozdu precej drugačna, saj so razmere bolj mezične.

Tako pri zaraščanju na Vremščici kot tudi na Podgorskem krasu smo ugotovili značilne funkcionalne premike vegetacije. Opažamo velik pomen toleriranja stresa v začetnih fazah, ko je travnišče še v rabi. Kljub rabi (košnji, paši) ne beležimo večjega pomena ruderalne strategije rastlin, kot se to ponavadi navaja za motene habitate (Grime, 2001, 1977). Pri zaraščanju se giblje vegetacija v smeri večjega pomena kompeticije, torej narašča delež rastlin s poudarjeno kompeticijsko sposobnostjo. To je v nasprotju s teorijo sukcesije, ki jo predvideva Grime (2001: 246) (glej tudi sliko 6), po kateri gre sukcesija od pretežno z

ruderalnimi vrstami zaznamovanih sestojev, preko kompetitorskih vrst v srednjih fazah do na stres tolerantnih kompetitorjev v poznih fazah. Kje so razlogi za to neskladje? Sukcesija je močno odvisna od tipa in intenzivnosti predhodne motnje oz. prejšnjega načina rabe tal (Chapin in sod. 2002). Spontano zaraščanje na poprej košenih in pašenih površinah je precej drugačno od sukcesije na golih, npr. njivskih tleh in vprašanje je, kako ustrezni so za take primere teoretski modeli. Gostota rastlin je na pašnikih in travnikih za razliko od njiv ali požarišč, ki jih ti modeli dobro pojasnjujejo, že relativno velika in kolonizacija s strani drugih vrst je počasna. Faza, kjer bi prevladovale ruderalne vrste, celo popolnoma izostane. Vzrok je v tem, da pri zaraščanju ni intenzivnejše motnje (požar, vetrolom, poseka), ki bi po delovanju dekompozitorjev sprostila določene vire iz biomase ali tal (Chapin in sod., 2002: 295), pač pa gre zgolj za prenehanje prej stalno trajajoče in v intervalih pojavljajoče se motnje. Nasploh je potek sukcesije v grobem tem počasnejši, v čim kasnejši sukcesijski fazi je vegetacija (Drury in Nisbet, 1973). Zaraščanje lahko v tem pogledu pojmuje kot sukcesijo, kjer manjkajo kratkotrajni, a zelo burni začetni stadiji.

Na Vremščici in na Podgorskem krasu smo opravili tudi raziskave nekaterih osnovnih talnih parametrov in jih ovrednotili po posameznih stadijih zaraščanja. Na obeh lokacijah raziskovanja zaraščanja se kaže, da se vsaj nekateri parametri tal, ki smo jih ugotavljali v tej raziskavi, po stadijih sicer razlikujejo, vendar ni opaznega posebnega trenda. Variabilnost podatkov je relativno velika, oz. je razpon vrednosti parametrov relativno majhen, kar kaže na razmeroma homogena tla. V grobem so tla na obeh lokacijah precej organska, še posebno na Vremščici. Na Podgorskem krasu je bil delež organskega ogljika v povprečju 8,9%, na Vremščici pa 15,8%. Večji delež organskega ogljika oz. organske snovi na Vremščici je možno pripisati hladnejšemu podnebj, ki zmanjšuje hitrost mineralizacije. Skozi sukcesijo opazamo edino povečevanje C/N razmerja, ki je pokazatelj kvalitete opada (Chapin in sod., 2002: 165). Ob zaraščanju se namreč povečuje pokrovnost vrst, katerih organi vsebujejo večji delež organske snovi (povečevanje LDMC), vse več pa je tudi strukturnih snovi (lignina in drugih kompleksnih spojin), ki se težje razgrajujejo (Kazakou in sod., 2006; Perez-Harguindeguy in sod., 2000). Opad se zato v kasnejših fazah zaraščanja kopiči. Na površinah zaraščanja tipa B (zaraščanje s črnim borom) ugotavljamo nekoliko višje pH vrednosti, kar je možna posledica plitvejših tal na pašnikih in nekdanjih pašnikih v primerjavi s površinami tipa A, kjer so pod travniki tla ponavadi nekoliko globlja (Kaligarič, 1997). Z našo metodo vzorčenja smo dejansko zajeli le tisti del organske snovi, ki je v tleh v obliki humusa in določen del mikrofavne. Odstranili smo vse koreninske preplete, ki močno vplivajo na meritve tega talnega parametra. S tako metodo dokazujemo, da se z zaraščanjem organska snov oz. konkretno humus v tleh ne povečuje. Glede na naše podatke tla niso potencialno skladišče ogljika, pač pa se ogljik pri zaraščanju očitno pretežno skladišči v obliki nadzemne in podzemne lesne mase ter v določeni meri v obliki težje razkrojljivega opada.

5.1.4 Talne semenske banke in njih povezava z nadzemno vegetacijo

Talne semenske banke smo v tej raziskavi raziskovali na istih površinah, kjer smo proučevali tudi nadzemno vegetacijo, s čimer so bile mogoče primerjave vrstne sestave obeh komponent vegetacije. Po našem vedenju gre za prvo raziskavo talnih semenskih

bank na travniščih Slovenije. Nekatere raziskave na njivskih površinah je opravil avtor tega dela (Eler, 2002). V tej raziskavi smo uporabili redko uporabljen pristop, ko ugotavljamo semenske banke v dveh terminih t.j. pred glavnim obdobjem kalitve, kar je na krasu jeseni, in po obdobju kalitve in po preteku zime. Na ta način je omogočeno izluščiti mnogo več informacij o pomenu semenskih bank in predvsem o trajnosti semen posameznih vrst v tleh. Nekoliko podobno raziskavo so opravili Traba in sod. (2006), ki so vzorčili tla tik po proizvodnji semen in tik pred kalitvijo, ter tako skušali oceniti smrtnost semen oz. pomen plenilcev. Opazili so značilno povezavo z morfološkimi lastnostmi semena; najbolj je število semen v proučevanem obdobju padlo pri vrstah z večjimi semeni.

Velike razlike med spomladanskim in jesenskim vzorčenjem beležimo tudi v naši raziskavi, čeprav je potrebno nekaj previdnosti pri interpretaciji rezultatov, ker vzorci obeh terminov ne izhajajo iz istega leta proizvodnje semena. Pri jesenskem vzorčenju leta 2006, dobimo semena iz leta 2006 in prejšnjih let, pri vzorčenju spomladi 2006 pa semena iz let 2005 in nazaj. Kljub temu da verjetno proizvodnja semena pri različnih vrstah niha v določenem intervalu med leti (Fenner in Thompson, 2005), predvidevamo, da vsaj pri dominantnih vrstah proizvodnja ni tako variabilna. Prav dominantnim vrstam smo tudi posvetili največ pozornosti, podatke pa interpretiramo čimbolj kvalitativno. Pri jesenskem vzorčenju smo našli 58 vrst rastlin, pri spomladanskem pa le 34 vrst, kar kaže lahko na dvojje: da ima večina vrst kraških travnišč prehodno semensko banko in kalijo že isto leto, ko je bilo seme tvorjeno ali pa, da je veliko semena podvrženega plenilstvu in patogenom, ter da ga torej veliko preko zime propade. Najbolj značilna je razlika v deležu trav med spomladanskim in jesenskim terminom, katerih število preko zime drastično upade. Vrsta trave *Bromopsis erecta*, ki je dominantna vrsta na kraških travniščih in tvori tudi dokaj veliko semena, je bila zabeležena na primer le v jesenskem terminu. Enako velja za travi *Festuca rupicola* in *Koeleria lobata*; tudi ti dve se pri spomladanskem vzorčenju sploh nista pojavili. O trajnosti semen trav v tleh piše Roberts (1986), ki ugotavlja tri skupine vrst. V prvi skupini, kjer so mnoge vrste trajnih trav iz travniških habitatov (npr. *Arrhenatherum elatius*, *Lolium perenne*, *Alopecurus pratensis*), so vrste, ki kalijo v enem zamahu takoj, ko razmere postanejo ugodne, kar je večinoma ob jesenskem deževju ali pa že prej. Te vrste ne tvorijo večjih zalog semena v tleh, zato je tudi seme pretežno skoncentrirano na površini tal (Fenner in Thompson, 2005). Drugo skupino predstavlja manjši delež vrst, ki tvorijo kratkotrajne semenke banke in kalijo večinoma v drugem letu (*Poa pratensis*, *Deschampsia cespitosa*, *Holcus lanatus*). Najbolj trajne so semenske banke plevelnih vrst trav, saj je to v motenih habitatih, kjer je nevarnost popolnega izpada tvorbe semen, konkurenčna prednost; take vrste so npr. *Avena fatua*, *Avena sterilis*, *Digitaria sanguinalis*. Vrste trav iz naše raziskave očitno tvorijo zgolj prehodno semensko banko. Podobno navajajo tudi Augusto in sod. (2001), Bekker in sod. (1997), Handlova in Münzbergova (2006) in Bakker in sod. (2006). Nasploh je pomen semenskih bank manjši za trajne vrste rastlin (Bakker in sod., 1996), posebej tiste, ki se razmnožujejo tudi vegetativno; med njimi je veliko trav. V naših vzorcih tako nismo v večjem deležu ugotovili vrst kot npr. *Brachypodium rupestre* ali *Sesleria autumnalis*, ki sta bili v sukcesijskih stadijih 2, 3 in 4 (predvsem pri tipu zaraščanja A) dominantni vrsti v zeliščni plasti. V vegetaciji, kjer prevladujejo enoletne vrste, je pomen semenskih bank večji. Takšen tip vegetacije poznamo v Sredozemlju (Osem in sod., 2006; Sternberg in sod., 2003; Traba in sod., 2006).

Opazamo relativno malo rastlinskih vrst, ki so se v večjem deležu kazale tako pri spomladanskem kot pri jesenskem vzorčenju tal in za katere bi lahko domnevali, da tvorijo talne semenke banke. Vse te vrste (npr. *Verbascum nigrum*, *Teucrium montanum*, *Globularia punctata*, *Satureja montana*, *Thymus praecox*, *Potentilla tommasiniana*, *Anthyllis vulneraria*) so zeli ali metuljnice, trav med njimi ne najdemo. Žal za vse prej našteje vrste nimamo na voljo podatkov o nekaterih funkcionalnih znakih, povezanih s semeni (masa semen, oblika, množina semen tvorjena v enem letu), da bi lahko zaključili kake splošne zakonitosti v zvezi s trajnostjo. Primerjave sorodnih vrst iz nekaterih baz podatkov (Kleyer, 2000; Garnier, 2000), pa nakazujejo, da imajo omenjene vrste večinoma dokaj drobno seme, ki je okroglaste oblike. Za vrsto *Thymus serpyllum* je podatek o masi semena 0,2 do 0,5 mg, za vrsto *Teucrium chamaedrys*, ki je sorodna vrsti *Teucrium montanum*, pa ca. 1 mg. To je v skladu z navedbami drugih avtorjev (npr. Baskin in Basin, 2001; Fenner in Thompson, 2005), ki prav tako poročajo, da trajne semenke banke tvorijo predvsem vrste z drobnim in okroglim semenom. Kot navajata Fenner in Thompson (2005) je to v povezavi z lažjim prodiranjem takega semena v tla, kjer je bolj zaščiteno pred plenilci.

Podobno kot tudi druge raziskave ugotavljamo precejšnjo prostorsko variabilnost talnih semenskih bank, kar nas opozarja na pazljivost pri vzorčenju semen. Še večjo variabilnost opazajo raziskovalci, ki so vzorčili večje površine tal in z manj ponovitvami (npr. Osem in sod., 2006; Luzuriaga, 2005). To je posledica neenakomerne razpršitve seme po površini, posebej pri tistih vrstah, za katere je značilna barohorija (ni posebnega širjenja semena, seme le pade iz rastline).

Primerjava talnih semenskih bank in nadzemne vegetacije kaže na sorazmerno majhno prekrivanje med obema komponentama vegetacije. Če je to prekrivanje še razmeroma močno v zgodnjih fazah sukcesije, zlasti pa še na rabljenih površinah stadija 1, ob napredujoči sukcesiji prekrivanje slabi. V stadiju 1 je tako 28% oz. 33% vrst prisotnih v obeh komponentah vegetacije, z zaraščanjem pa ta delež pada, tako da je v stadiju 4 le še 6% oz. 10% takih vrst. Majhno prekrivanje je lahko posledica več vzrokov. Prvič je skupno število vrst v poznih sukcesijskih stadijih manjše, drugič je v poznejši fazah vse več vrst, ki se množijo vegetativno in tvorijo manj semena in tretjič določena motnja zaradi paše in košnje v stadiju 1 po teoriji lahko prispeva k večjemu pomenu semenskih bank, saj se povečuje delež vrst, ki se razmnožujejo le na spolni način (Peco in sod., 1998; Thompson in Grime, 1979).

V vseh stadijih zaraščanja smo našli tudi nekaj rastlin, ki jih v nadzemni vegetaciji ni bilo opaziti. Gre za vrste navedene v preglednici 23. Od teh je določen del vrst iz prejšnjih sukcesijskih stadijev (npr. *Anthyllis vulneraria*, *Staureja montana*, *Potentilla tommasiniana*); to so vrste, ki glede na funkcionalne znake semen najbrž tvorijo trajne semenke banke. Drugi del vrst je takšnih, ki niso bile ugotovljene v nadzemni vegetaciji ne proučevanega stadija niti ne prejšnjih stadijev, ampak so prišle od drugod z disperzijo semena. Takšne vrste so npr. *Cirsium arvense*, *Cirsium vulgare*, *Verbascum nigrum*, *Clematis vitalba*, *Ostrya carpinifolia*, *Eupatorium cannabinum*. Te vrste lahko označimo kot pionirske, saj imajo potencial, da zaradi razširjanja in tudi trajnejših semenskih bank, ob morebitnih motnjah hitro kolonizirajo nastali prostor.

Zanimiv je tudi podatek, da v nobenem vzorcu tal nismo odkrili semen črnega bora, s katerim se zarašča mnogo travnišč na Primorskem krasu (Accetto, 1999; Kaligarič, 1997). Znano je, da črni bor oblikuje nadzemne semenske banke, ko semena v zaprtih storžih na drevesu čakajo na določene motnje, najpogosteje požar, ki te storže odpre in semena izsuje (Schwilk in Ackerly, 2001). V sedanjih razmerah vegetacije na Primorskem krasu je pri kolonizaciji travnišč uspešnejša listopadna drevnina, saj je večina teh vrst bolj tolerantnih na pomanjkanje svetlobe. Pri zaraščanju na Vremščici smo ugotovili številne listopadne drevesne vrste v podrasti borovih gozdov, ki bodo sčasoma najbrž zamenjale črni bor. Nasploh na podlagi okvirnega poznavanja kraške vegetacije in pregleda širšega terena po Primorskem krasu ugotavljamo upočasnjevanje širjenja črnega bora. Kot večina borov je tudi ta vrsta predvsem vezana na rastišča, ki jih je prizadela intenzivnejša motnja (požar, odstranjevanje tal, intenzivna paša v preteklosti v kombinaciji z erozijo tal) in na rastišča, kjer so razmere zelo neugodne za uspevanje drugih rastlin. Črni bor je torej pionirska vrsta, ki ji ekološko najbolj ustrezajo suha, kamnita rastišča. Opažamo, da se bori intenzivneje širijo npr. po cestnih usekih, kjer uspevajo skoraj v živi skali. Od tod tudi uspešnost črnega bora pri ozelenjevanju popolnoma erodiranih travnišč na Primorskem krasu v preteklosti (Sever, 2006). Vsekakor je črni bor mnogo prispeval k izboljšanju rastišnih razmer za večino drugih vrst rastlin, tudi za takšne, ki jih danes obravnavamo kot tipično kraške. Skozi leta se je nakopičilo dovolj biomase in debelina tal je narasla, kar je zgostilo vegetacijo, ki je sicer na zelo kamnitih rastiščih redka. V zgoščeni vegetaciji, kjer predvsem prevladujejo določene vrste trav, je regeneracija črnega bora močno zmanjšana (Škulj, 1988). Poleg kompeticijske šibkosti črnega bora v juvenilni fazi ugotavljajo v zadnjih letih še razširitev določenih bolezni in škodljivcev na tej drevesni vrsti, ki najbrž prav tako prispevajo k zmanjšanju invazivnosti in tudi produkcije semen (Jurc in Jurc, 1998). Prihodnja usoda črnega bora na Primorskem krasu je torej negotova in zdi se, da je opravič svojo vlogo pri revegetaciji skoraj popolnoma opustošenega Primorskega krasa. Morda bi lahko imel v prihodnje določeno vlogo pri napovedovanih podnebnih spremembah, v sklopu katerih se na krasu napovedujejo intenzivnejše suše in zato tudi obsežnejši požari. Po požariščih bi se lahko razmeroma hitro razširil (De las Heras in sod., 2002), vendar bi takšna vegetacija pripeljala do še večje požarne ogroženosti.

Kot praktičen pomen semenskih bank se velikokrat navaja njihova morebitna vloga pri restavracijskih posegih, ko proučujemo, koliko vrst še v vztraja v obliki semen v tleh, iz nadzemne vegetacije pa so zaradi degradacije (npr. zaraščanja) že izginile (Godefroid in sod., 2006; Hölzel in Otte, 2001; Bakker in sod., 2005; Bekker in sod., 1997). V tem pogledu je raziskovanje semenskih bank pomembno tudi za kraško vegetacijo, saj so v zadnjem času težnje, ki jih stimulirajo subvencije kmetijskega ministrstva, po izsekavanju že zaraščenih travnikov in pašnikov ter po vzpostavitvi njihove ponovne rabe. Zaradi vrstne osiromašenosti, posebej v poznih stadijih, je zato ocenitev pomena semenskih bank za obnovo značilnih travniških združb izrednega pomena. Na podlagi naših rezultatov je očitno, da je malo verjetno, da bi semenske banke lahko igrale pomembnejšo vlogo pri teh aktivnostih, saj večina vrst tvori le prehodne semenske banke. Veliko takih vrst, ki so bile ugotovljene v nadzemni vegetaciji pa v tleh sploh nismo našli. Le nekaj vrst je sposobnih tvoriti trajnejše semenske banke, vse so vrste nižje rasti z drobnejšim semenom. Obnova vegetacije na Primorskem krasu je torej bolj vezana na disperzijo semen iz okolice, kar daje velik pomen mozaičnosti krajine, katera pospeši pretok semen med posameznimi fragmenti krajine. Podobno majhen pomen semenskih bank s našli tudi Bekker in sod.

(1997), Bakker in sod. (1996) ter Hölzel in Otte (2001). Določen pomen pri obnovi vegetacije predstavljajo tudi nekatere vrste oz. osebki, ki vztrajajo še dolga leta v že dokaj zaraščenem travnišču. Takih vrst na krasu ni tako malo, kar smo pokazali v segmentu raziskave iz Vremščice.

5.1.5 Splošna razprava

Pričujoča raziskava je pokazala na izredno kompleksne mehanizme in procese, ki obvladujejo pojavljanje vegetacijskih oz. ekoloških vzorcev nasploh. Nepreštene interakcije, pozitivne in negativne povratne zveze med vsemi gradniki žive in nežive narave otežkočajo napredek v ekološki znanosti, ki je pred večno dilemo generalizirati ali detajlirati. Poseben problem je tudi variabilnost v prostoru in času. Tudi spremembe rabe tal v slovenskem Submediteranu so fenomen, ki se ga je treba lotiti izrazito multidisciplinarno in procesno. Po našem mnenju je pristop, ki smo se ga poslužili v tej raziskavi in ki nadgrajuje obstoječo vegetacijsko znanost v Sloveniji, ustrezen. Da bi predvideli ekološke in druge učinke sprememb rabe tal oz. še pravočasno ukrepali, bo potrebnih še več raziskav, ki morajo biti usmerjene v uravnoteženo zadovoljevanje potreb po ohranjanju narave, poseljenosti podeželja in tudi določenih ekonomskih interesov. Ugotovili smo, da je trenutno najbolj razširjena sprememba rabe tal na Primorskem krasu zaraščanje, ki poteka že od začetka prejšnjega stoletja. Čeprav je ta pojav marsikje pozitivno prispeval k vnovični vzpostavitvi bolj "zdravih" ekoloških procesov, pa se v določenih segmentih danes že kažejo nekatere negativne plati tega procesa, kot so padanje krajinske pestrosti in biodiverzitete, spremenjen vodni režim, povečevanje pogostnosti požarov, ipd. Pristojne institucije so se problema v določeni meri že zavedle in spodbujajo k vnovični rabi že opuščenih travnišč. Tu pa nastopi problem, da je kraški teren skrajno občutljiv za morebitne napake pri vzdrževanju habitata. Primanjkuje nam raziskav, ki bi odgovorile na nekatera zelo aplikativna vprašanja, kot na primer, kako izkrčiti zarasel pašnik in potem vzdrževati trajno travnišče, ki bo služilo svojemu namenu. Nujne bodo v prihodnje raziskave, ki bodo proučile učinke različnih obtežb domačih živali, učinke različnih vrst domačih živali in trajanja obdobja paše, da bi preprečili morebitne negativne učinke tega na Primorskem krasu v preteklosti najpogostejšega načina rabe, ki še zmeraj ostaja v veliki meri edina alternativa zaraščanju. Morda bo v prihodnje potrebno, predvsem v gozdarskih krogih, spremeniti tudi pogled na gozdne požare. Ti so ena od poti za povečevanje izginjajoče krajinske mozaičnosti in s tem biodiverzitete, so pa v koliziji z napori človeške družbe za zmanjševanje koncentracije CO₂ v atmosferi.

5.2 SKLEPI

Raziskavo lahko strnemo v naslednje sklepe:

Tako opuščanje rabe kot intenzifikacija oz. evtrofikacija značilno vplivata na sestavo travniščne združbe na Primorskem krasu. Pri tem so učinki intenzifikacije, ki smo jo simulirali z vnosi gnojil, v primerjavi s posledicami opuščanja rabe znatnejši tako za vrstno pestrost, vrstno sestavo in funkcionalno sestavo rastlinskih združb.

Pri gnojenju smo zaznali značilne funkcionalne premike v rastlinskih strategijah (CSR strategijah) rastlin tradicionalno pašenega in negnojenega kraškega travnišča v smeri povečevanja ruderalnosti oz. padca deleža vrst, pri katerih je za uspešnost v združbi pomembno toleriranje stresa. Opazne so spremembe v zastopanosti nekaterih funkcionalnih znakov rastlin: pri gnojenju se poveča zastopanost višjih rastlin z mezomorfni listi, ki so sposobni prezimiti, poveča se delež vrst z večjo specifično listno površino in zmanjša delež tistih z večjo vsebnostjo suhe snovi v listih. Rastline gnojenih površin so odpornejše na pašo in so boljše krmne vrednosti. Gnojenje značilno zmanjša vrstno pestrost združbe vpliva pa tudi na precejšnjo vrstno transformacijo te združbe.

Prva faza opuščanja, kjer še ni vdora lesnatih rastlin, v smislu CSR strategij vodi do povečanja deleža vrst z bolj izraženo kompetitivnostjo, ki so bile pri paši zavirane. Večjega upada vrstne pestrosti v tej fazi še ni bilo zaznati, močno pa se poveča dominanca nekaterih vrst trav (zlasti *Brachypodium rupestre*), ki napovedujejo kompetitivno izključevanje nekaterih redkih vrst. Ob opuščanju izginjajo nizke vrste rastlin, ki so blazinaste rasti, povečuje se zastopanost vrst, sposobnih hitre vegetativne razrasti.

V kasnejših fazah zaraščanja se vrstna pestrost pogosto najprej poveča, saj okolje postane bolj heterogeno in omogoča soobstoj funkcionalno različnim vrstam. Posebej izrazito vpliva heterogenost v svetlobnih razmerah, ki je posledica neenakomerne pokritosti zaraščajoče površine z zarastjo. Ob napredujoči sukcesiji pestrost rastlin upada na manjših prostorskih skalah, ob vzorčenju večjih pa ni zaznati večjega upada. Nagib krivulj gostote vrst se zato pri sukcesiji povečuje.

Ob zaraščanju opazamo funkcionalni premik vegetacije od prevladujoče tolerance na stres (sušo, pomanjkanje hranil) do povečane kompetitivne strategije, kar je v nasprotju s teorijami, predlaganimi za sekundarno sukcesijo. To kaže na specifičnost zaraščanja kot ene od sukcesijskih oblik. To je povezano z dejstvom, da pri zaraščanju ni predhodne sprostitve določenih virov (svetlobe, prostora, hranil), kar je sicer značilno za sukcesijo po nekaterih intenzivnejših motnjah (požarih, poseku, vetrolomih, napadih patogenov in škodljivcev).

O zaraščanju nismo ugotovili opaznejših trendov v spremembah talnih parametrov, izjema je C/N razmerje, ki se ob zaraščanju travnišč širi. To je povezano predvsem s spremembo kvalitete opada (lesnate vrste kasnejših sukcesijskih stadijev imajo večinoma v svojih organih širše razmerje C/N, vsebujejo pa tudi več kompleksnih organskih spojin).

V primerjavi zaraščanja travnišč z listavci in zaraščanja s črnim borom smo opazili določene razlike v vrstni sestavi; te razlike se ob napredujoči sukcesiji povečujejo. Večjih razlik v funkcionalni sestavi (CSR strategijah) med obema tipoma zaraščanja nismo odkrili.

Za kraška travnišča je značilen dokaj omejen pomen talnih semenskih bank, ob napredujoči sukcesiji pa se ta pomen še zmanjšuje, tako da se morebitna obnova travnišč na že zaraščenih površinah ne more zanašati na talne semenske banke, pač pa mora seme priti na tako površino na drug način. Večina vrst na krasu tvori prehodne semenske banke, med njimi skoraj vse vrste trav, ki so sicer dominantna skupina v nadzemni zeliščni vegetaciji.

6 POVZETEK (SUMMARY)

6.1 POVZETEK

Spremembe rabe tal so med najizrazitejšimi okoljskimi procesi na planetu z daljnosežnimi posledicami za naravo in družbo. V Sloveniji sta, podobno kot drugod v razvitejšem delu sveta, zlasti izrazita dva procesa: intenzifikacija kmetijskih zemljišč in opuščanje rabe. Da bi predvideli možne posledice teh procesov in učinkovito načrtovali ukrepe za preprečitev ali ublažitev le-teh je potrebno detajlno poznavanje ekoloških procesov in mehanizmov. Vegetacija je ključna sestavina vseh kopenskih ekosistemov, zato je razumevanje procesov in dejavnikov, kot so sukcesija, motnje, kompeticija rastlin, limitacija v okolju idr., ključno tako s praktičnega kot teoretičnega vidika. Velik pomen pri vegetacijskih raziskavah v zadnjih letih pridobiva t.i. funkcionalni pristop, ki je bolj procesno naravnan kot pa do sedaj uveljavljeni floristični pristop. Ker slednji ne omogoča generalizacije in primerjav širših geografskih enot, se je pojavila ideja, da bi se osredotočili na lastnosti rastlinskih vrst (funkcionalne znake), ki tem rastlinam omogočajo preživetje v združbi in ki tudi vplivajo na ekosistemsko delovanje.

V tej raziskavi smo na dveh lokacijah v submediteranskem območju Slovenije (na Vremščici in na Podgorskem krasu) raziskovali dinamiko vegetacije kraških travnišč, ki so pod vplivom sprememb v rabi tal. Z vidika vrstne pestrosti ter floristične in funkcionalne sestave vegetacije smo ovrednotili učinke zaraščanja in v manjši meri intenzifikacije.

Na poskusu na Vremščici smo raziskali učinke gnojenja in opuščanja pašne. Gnojenje je izrazito spremenilo vrstno sestavo in povzročilo padec vrstne pestrosti. Povečal se je pomen ruderalne strategije v smislu Grime-ovega CSR modela. Zaznaven je bil porast rastlin višje rasti z mezomorfniimi, zimzelenimi listi z večjo specifično listno površino in manjšo vsebnostjo suhe snovi (npr. *Poa pratensis*, *Festuca rubra*, *Achillea millefolium*). V ekološkem smislu gnojenje pospešuje kroženje snovi v ekosistemu, saj vnosi hranil pozitivno vplivajo na razgradnjo opada in tudi na dovzetnost ruše za herbivore. Prva faza opuščanja ni kazala bistvenega padca vrstne pestrosti, znatno pa se je povečal delež močno kompetitivnih, rušnato razraščajočih se trav, posebej vrste *Brachypodium rupestre*, kar na nakazuje prihajajoče kompetitivno izključevanje inferiornih vrst iz združbe. Opuščanje rabe je predvsem prizadelo manjše, blazinasto ali šopasto rase vrste rastlin (npr. *Thymus praecox*, *Hippocrepis comosa*, *Festuca rupicola*), ki so kljub pojavljanju v pašeni rabi dokaj neodporne na to motnjo oz. se z načinom rasti in manjšo hranilno vrednostjo izogibajo herbivorom.

Kasnejše stadije opuščanja rabe in zaraščanja travnišč smo raziskovali v nadaljnjih dveh segmentih raziskave. Na zaraščajočih travniščih na Vremščici smo obravnavali krivulje gostote vrst in njihove spremembe pri zaraščanju, kjer je bilo ugotovljeno značilno povečevanje nagiba krivulj ob napredujoči sukcesiji. To je posledica povečevanja heterogenosti okoljskih, predvsem svetlobnih razmer. Na majhni prostorski skali (1,5 m²) smo največje število vrst ugotovili v zgodnjih fazah zaraščanja, na veliki prostorski skali (400 m²) pa v močno zaraščenem travnišču, kjer so v združbi hkrati uspevale vrste travnišč, gozdnih robov in tudi že gozdov. Na vrstno pestrost na večji prostorski skali je vplivala

tako razpoložljiva svetloba kot tudi variabilnost te svetlobe znotraj popisne ploskve. Ugotovili smo več skupin rastlinskih vrst glede na to, v kako intenzivno zaraščenem rastišču je njihov optimum uspevanja. Mnogo vrst je vezanih na opuščena travnišča, ki so od 40 do 60 % zastrta z drevjem ali grmovjem.

Na Podgorskem krasu smo primerjali dva tipa zaraščanja - zaraščanje z listavci in zaraščanje s črnim borom (*Pinus nigra*). Ugotovljene so bile razlike v vrstni sestavi med obema tipoma zaraščanja, ki so se ob napredujoči sukcesiji še povečevale. V funkcionalnem smislu je bila vegetacija obeh tipov zaraščanja dokaj podobna. Zaznaven je bil premik od prevladujoče S strategije po Grime-u proti C strategiji, kar je v nasprotju z obstoječimi teorijami sekundarne sukcesije. To kaže, da je zaraščanje v funkcionalnem smislu poseben tip sekundarne sukcesije. Podobne vzorce v pojavljanju osnovnih rastlinskih strategij po sukcesijskih stadijih smo odkrili tudi v raziskavi na Vremščici.

Poleg ugotavljanja sprememb na vegetaciji smo na zaraščajočih površinah hkrati vzorčili tudi tla do globine 10 cm, da bi ugotovili morebitne spremembe osnovnih talnih parametrov (skupni C in N, pH vrednost, P, K, C/N razmerje). Razlike med obravnavami v omenjenih parametrih so bile večkrat statistično značilne, trendov ob napredujočem zaraščanju pa nismo odkrili. Izjema pri tem je bilo večanje C/N razmerja, kar povezujemo s kvaliteto opada; pri napredujoči sukcesiji se namreč v sestoji povečuje delež rastlinskih vrst z večjo vsebnostjo suhe snovi v listih, kar je ponavadi povezano s pojavljanjem na razgradnjo bolj odpornimi organskimi snovmi v rastlini (lignin, idr.).

Na Podgorskem krasu smo ugotavljali tudi pomen talnih semenskih bank za dinamiko vegetacije na krasu. Uporabili smo metodo kalitve, pri čemer smo na vsaki lokaciji vzorčili tla dvakrat: jeseni po semenjenju in pred kalitvijo večine vrst ter spomladi. S tem smo želeli oceniti, koliko in katere vrste potencialno gradijo trajne semenske banke na travniških Primorskega krasa. Velika večina ugotovljenih vrst gradi zgolj prehodne semenske banke, le majhen del vrst (npr. *Verbascum nigrum*, *Thymus praecox*, *Teucrium montanum*, *Satureja montana*), ki so vse vrste z relativno drobnim, okroglim semenom, domnevno tvori trajnejše semenske banke v tleh. Za dominantne vrste trav (*Bromopsis erecta*, *Brachypodium rupestre*, *Festuca rupicola*, *Koeleria lobata*) smo ugotovili izrazito sezonsko kalitev jeseni in slabo sposobnost prezimitev, kar je domnevno povezano z veliko smrtnostjo semen zaradi plenilcev in patogenov. Sestavo talnih semenskih bank smo primerjali tudi z nadzemno vegetacijo. Ugotovili smo relativno šibko ujemanje v sestavi, saj je mnogo vrst rastlin v talnih semenskih bankah manjkalo. Razlike med obema komponentama vegetacije se skozi sukcesijo še povečujejo, kar kaže na dokaj omejen pomen talnih semenskih bank za morebitno obnovo zaraščajočih se travnišč.

Na Primorskem krasu je zaraščanje trenutno najizrazitejša sprememba rabe tal. Še več raziskav bo potrebnih, da bomo celostno raziskali posledice tega pojava npr. na hidrološke in klimatske značilnosti proučevanega območja. Za intenzifikacijo je zaradi talnih značilnosti na krasu dokaj malo možnosti. Nekoliko podobne učinke bi lahko imela eutrofikacija zaradi depozicije dušika iz zraka, kar bo potrebno v nadaljnjih raziskavah še proučiti. Ovrednotiti bo potrebno tudi reintrodukcijo paše na že zarasla območja Primorskega krasa in določiti primerne obtežbe živali ter trajanje obdobja paše.

6.2 SUMMARY

Land use changes are among the most distinctive environmental processes on the planet with far-reaching consequences for the nature and society. In Slovenia, similarly as in other developed countries, two forms of land use changes are especially pronounced: intensification of farmlands and abandonment of agricultural areas. To predict eventual consequences of these phenomena and to effectively design proper measures to prevent or to mitigate the effects of land use changes, in-depth understanding of ecological processes and mechanisms is needed. Vegetation is the key component of the terrestrial ecosystems, which makes the understanding of ecological succession, disturbances, competition among plant species, limitation in the environment, etc. crucial for applied and theoretical work. In the area of vegetation research the functional approach to study vegetation dynamics has gained considerable attention in recent years, since it is much more process-oriented comparing to the floristic approach. Because the latter approach does not enable us to make any generalizations across scales, the idea has emerged to focus on plant properties (plant functional traits), that are responsible for the survival of the plant species in the community and also influence some ecosystem processes.

In this study vegetation dynamics of dry calcareous grasslands, influenced by different types of land-use change, was studied in two locations in the submediterranean region of Slovenia (Vremščica mountain and Podgorski kras plateau). Effects of spontaneous grassland afforestation and grassland intensification on species richness, floristic and functional composition of plant communities were studied.

On Vremščica mountain the grassland experiment was conducted to study the influence of fertilizer addition and grazing abandonment on grassland community. Fertilization drastically changed floristic structure of the community and caused decrease in plant species richness. The importance of ruderal strategy *sensu* Grime increased. The abundance of higher plants with mesomorphic, persistent green leaves with higher specific leaf area and lower leaf dry matter content (e.g. *Poa pratensis*, *Festuca rubra*, *Achillea millefolium*) increased. Fertilization is related with the acceleration of the nutrient cycling, since the fertilizer addition positively influence the quality of the litter and the susceptibility of the sward for herbivores. No particular decrease in plant species richness was observed in the initial phase of succession, however the abundance of competitive grass species, capable of intensive lateral spread (e.g. *Brachypodium rupestre*) increased, predicting the competitive exclusion of inferior species. Smaller, tufted or densely growing plant species (e.g. *Thymus praecox*, *Hippocrepis comosa*, *Festuca rupicola*) were greatly suppressed due to abandonment. Despite their low grazing tolerance these species were promoted by grazing since they successfully avoid herbivores by their canopy structure and low forage value.

Later stages of succession were studied in two subsequent segments of the research. On grasslands subjected to afforestation on the Vremščica mountain species-area curves and changes in their parameters in progressing succession were investigated. Increase in the slope of the curves was observed showing the increase of the heterogeneity of the environment, especially the heterogeneity of light conditions. On the small spatial scales

(1.5 m²) the early stages of succession supported the higher number of plant species. On contrary, on large spatial scales (400 m²) species richness was the highest in the later stages of succession due to concurrence of grassland species, forest edge species and forest species. Species richness on the large spatial scale was influenced by both light availability and heterogeneity of light conditions within the plot. Considering the maximal abundance, the species were grouped with respect to the degree of tree cover.

On lowland (Podgorski kras plateau) two types of grassland afforestation were studied - deciduous tree species dominated afforestation and Austrian pine (*Pinus nigra*) dominated afforestation. Differences in the floristic structure of the communities of the two afforestation types were significant and these differences were increasing in the progressing succession. The shifts in functional composition among the two afforestation types were similar. Increase in C strategy according to Grime and decrease of S strategy were observed. This is in contrast to the existing theories of secondary succession and shows that spontaneous afforestation is a special case of secondary succession. Similar functional shifts were observed on Vremščica mountain.

Besides from evaluating the effects of afforestation on vegetation, soil was sampled to discover eventual changes in some basic soil parameters (total C, total N, pH value, P concentration, K concentration, C/N ratio). No particular trend in these parameters was observed due to afforestation effects, despite some statistical differences between successional stages in some of the soil parameters. The only exception was the increase in the C/N ratio, which is related to the changes of litter quality in the later stages of succession. Progressing succession is associated with the increased abundance of plant species with higher leaf dry matter content which is often related with the increase in the concentration of decomposition resistant organic substances (e.g. lignin).

The importance of soil seed banks for the dynamics of the investigated vegetation was also studied. The germination method was used to assess the seed bank composition. Soil was sampled in two terms: in autumn after the shedding and before the first rains and in spring. This sampling procedure enabled us to evaluate the number and identity of the species potentially capable of forming persistent soil seed banks. The majority of discovered species build transient soil seed banks, only a small percentage of species is supposed to form persistent seed banks (e.g. *Verbascum nigrum*, *Thymus praecox*, *Teucrium montanum*, *Satureja montana*), all of them are species with small, globular seeds. Dominant grass species of the above ground vegetation (*Bromopsis erecta*, *Brachypodium rupestre*, *Festuca rupicola*, *Koeleria lobata*) were only present in autumn soil samples, which shows their low capability of overwintering and their subjection to seed predators and pathogens. Additionally, the composition of soil seed banks was compared with the above ground vegetation. Relatively low accordance was observed, since large degree of plant species present in the above ground vegetation were missing in the soil seed banks. The differences between the two components of vegetation even increased in progressing succession which shows relatively low potential of soil seed banks for restoration of afforested grasslands.

The spontaneous afforestation is currently the most pronounced type of land use change on the study area. Additional research is needed to discover all the consequences of this

phenomenon. For intensification there are hardly any chances on this area, which is related with the soil properties. The eutrophication caused by nitrogen deposition from the atmosphere might have similar effects, but this still needs to be evaluated. Reintroduction of grazing on already afforested areas should also be evaluated and proper stocking rates and duration of grazing defined.

7 LITERATURA

- Accetto M. 1999. Rastlina meseca januarja: črni bor (*Pinus nigra*). Proteus, 61, 5: 233-236
- Adler P. B., Milchunas D. G., Lauenroth W. K., Sala O. E., Burke I. C. 2004. Functional traits of graminoids in semi-arid steppes: a test of grazing histories. Journal of Applied Ecology, 41, 4: 653-663
- Akatov V., Chefranov S., Akatova T. 2005. The relationship between local species richness and species pool: a case study from the high mountains of the Greater Caucasus. Plant Ecology, 181, 1: 9-22
- Al Haj Khaled R., Duru M., Theau J. P., Plantureux S., Cruz P. 2005. Variation in leaf traits through seasons and N-availability levels and its consequences for ranking grassland species. Journal of Vegetation Science, 16, 4: 391-398
- Al-Mufti M. M., Sydes C. L., Furness S. B., Grime J. P., Band S. R. 1977. Quantitative-Analysis of Shoot Phenology and Dominance in Herbaceous Vegetation. Journal of Ecology, 65, 3: 759-791
- Asman W. A. H., Sutton M. A., Schjorring J. K. 1998. Ammonia: Emission, Atmospheric Transport and Deposition . New Phytologist, 139, 1: 27-48
- Augusto L., Dupouey J. L., Picard J. F., Ranger J. 2001. Potential contribution of the seed bank in coniferous plantations to the restoration of native deciduous forest vegetation. Acta Oecologica-International Journal of Ecology, 22, 2: 87-98
- Austrheim G., Eriksson O. 2001. Plant species diversity and grazing in the Scandinavian mountains - patterns and processes at different spatial scales. Ecography, 24, 6: 683-695
- Baeza M. J., Raventos J., Escarre A., Vallejo V. R. 2006. Fire risk and vegetation structural dynamics in Mediterranean shrubland. Plant Ecology, 187, 2: 189-201
- Bakker C., de Graaf H. F., Ernst W. H. O., van Bodegom P. M. 2005. Does the seed bank contribute to the restoration of species- rich vegetation in wet dune slacks? Applied Vegetation Science, 8, 1: 39-48
- Bakker E. S., Olff H. 2003. Impact of different-sized herbivores on recruitment opportunities for subordinate herbs in grasslands. Journal of Vegetation Science, 14, 4: 465-474
- Bakker E. S., Olff H., Boekhoff M., Gleichman J. M., Berendse F. 2004. Impact of herbivores on nitrogen cycling: contrasting effects of small and large species. Oecologia, 138, 1: 91-101

- Bakker J. P. 1989. *Nature Management by Grazing and Cutting*. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers: 440 str.
- Bakker J. P., Bakker E. S., Rosen E., Verweij G. L., Bekker R. M. 1996a. Soil seed bank composition along a gradient from dry alvar grassland to *Juniperus* shrubland. *Journal of Vegetation Science*, 7, 2: 165-176
- Bakker J. P., Elzinga J. A., de Vries Y. 2002a. Effects of long-term cutting in a grassland system: perspectives for restoration of plant communities on nutrient-poor soils. *Applied Vegetation Science*, 5, 1: 107-120
- Bakker J. P., Marrs R. H., Pakeman R. J. 2002b. Long-term vegetation dynamics: Successional patterns and processes. Introduction. *Applied Vegetation Science*, 5, 1: 2-6
- Bakker J. P., Olff H., Willems J. H., Zobel M. 1996b. Why we do need permanent plots in the study of long-term vegetation dynamics. *Journal of Vegetation Science*, 7, 2: 147-156
- Barot S. 2004. Mechanisms promoting plant coexistence: can all the proposed processes be reconciled? *Oikos*, 106, 1: 185-192
- Baskin C. C., J. M. Baskin. 2001. *Seeds: Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination*. San Diego, Academic Press: 666 str.
- Bazzaz F. A. 1996. *Plants in changing environment: Linking physiological, population, and community ecology*. Cambridge, Cambridge university press: 320 str.
- Bekker R. M., Bakker J. P., Grandin U., Kalamees R., Milberg P., Poschlod P., Thompson K., Willems J. H. 1998. Seed size, shape and vertical distribution in the soil: indicators of seed longevity. *Functional Ecology*, 12, 5: 834-842
- Bekker R. M., Verweij G. L., Smith R. E. N., Reine R., Bakker J. P., Schneider S. 1997. Soil seed banks in European grasslands: does land use affect regeneration perspectives? *Journal of Applied Ecology*, 34, 5: 1293-1310
- Bellot J., Maestre F. T., Chirino E., Hernandez N., de Urbina J. O. 2004. Afforestation with *Pinus halepensis* reduces native shrub performance in a Mediterranean semiarid area. *Acta Oecologica-International Journal of Ecology*, 25, 1-2: 7-15
- Bellot J., Sanchez J. R., Chirino E., Hernandez N., Abdelli F., Martinez J. M. 1999. Effect of different vegetation type cover on the soil water balance in semi-arid areas of south eastern Spain. *Physics and Chemistry of the Earth Part B-Hydrology Oceans and Atmosphere*, 24, 4: 353-357
- Bisteau E., Mahy G. 2005b. Vegetation and seed bank in a calcareous grassland restored from a *Pinus* forest. *Applied Vegetation Science*, 8, 167-174

- Bobbink, R., M. Ashmore, S. Braun, W. Flückiger, and I. J. J. Van den Wyngaert. 2002. Empirical nitrogen critical loads for natural and semi-natural ecosystems: 2002 update. V: Empirical critical loads for nitrogen, Expert Workshop, Berne, 11-11-2002 Achermann, B., and R. Bobbink editors. (ur.). Berne, Swiss Agency for the Environment, Forests and Landscape (SAEFL): 43-170
- Bobbink R., Willems J. H. 1987. Increasing dominance of *Brachypodium pinnatum* (L.) Beauv. in chalk grasslands: a threat to a species-rich ecosystem. *Biological Conservation*, 40, 301-314
- Bobbink R., Willems J. H. 1993. Restoration management of abandoned chalk grassland in the Netherlands. *Biological Conservation*, 2, 616-626
- Boer M., Smith M. S. 2003. A plant functional approach to the prediction of changes in Australian rangeland vegetation under grazing and fire. *Journal of Vegetation Science*, 14, 3: 333-344
- Bonanomi G., Caporaso S., Allegranza M. 2006. Short-term effects of nitrogen enrichment, litter removal and cutting on a Mediterranean grassland. *Acta Oecologica-International Journal of Ecology*, 30, 3: 419-425
- Bond W. J., B. W. van Wilgen. 1996. *Fire and Plants*. London, UK, Chapman & Hall: 263 str.
- Borec A., Pažek K., Flambard A. 2005. Relations between land-use and socio-economic structure on farms with and without agricultural land abandonment. *Annales.Series historia naturalis*, 15, 1: 91-100
- Bossuyt B., De Fre B., Hoffmann M. 2005. Abundance and flowering success patterns in a short-term grazed grassland: early evidence of facilitation. *Journal of Ecology*, 93, 6: 1104-1114
- Boutin C., Keddy P. A. 1993. A functional classification of wetland plants. *Journal of Vegetation Science*, 4, 5: 591-600
- Box E. O. 1996. Plant functional types and climate at the global scale. *Journal of Vegetation Science*, 7, 3: 309-320
- Braun-Blanquet J. 1964. *Pflanzensoziologie : Grundzüge der Vegetationskunde*. 3. izd. Wien, New York, Springer: 865 str.
- Bruun H. H., Fritzboeger B., Rindel P. O., Hansen U. L. 2001. Plant species richness in grasslands: the relative importance of contemporary environment and land-use history since the Iron Age. *Ecography*, 24, 5: 569-578
- Bullock J. M., Franklin J., Stevenson M. J., Silvertown J., Coulson S. J., Gregory S. J., Tofts R. 2001. A plant trait analysis of responses to grazing in a long-term experiment. *Journal of Applied Ecology*, 38, 2: 253-267

- Caccianiga M., Luzzaro A., Pierce S., Ceriani R. M., Cerabolini B. 2006. The functional basis of a primary succession resolved by CSR classification. *Oikos*, 112, 1: 10-20
- Castro J., Zamora R., Hodar J. A., Gomez J. M. 2002. Use of Shrubs as Nurse Plants: A New Technique for Reforestation in Mediterranean Mountains. *Restoration Ecology*, 10, 2: 297-305
- Chandler D. G. 2006. Reversibility of forest conversion impacts on water budgets in tropical karst terrain. *Forest Ecology and Management*, 224, 1-2: 95-103
- Chang E. R., Jefferies R. L., Carleton T. J. 2001. Relationship between vegetation and soil seed banks in an arctic coastal marsh. *Journal of Ecology*, 89, 3: 367-384
- Chapin F. S., P. A. Matson, H. A. Mooney. 2002. *Principles of terrestrial ecosystem ecology*. New York, Springer: 436 str.
- Chapin F. S., Torn M. S., Tatenno M. 1996. Principles of ecosystem sustainability. *American Naturalist*, 148, 6: 1016-1037
- Chapin F. S., Zavaleta E. S., Eviner V. T., Naylor R. L., Vitousek P. M., Reynolds H. L., Hooper D. U., Lavorel S., Sala O. E., Hobbie S. E., Mack M. C., Diaz S. 2000. Consequences of changing biodiversity. *Nature*, 405, 6783: 234-242
- Chase J. M. 2005. Towards a really unified theory for metacommunities. *Functional Ecology*, 19, 1: 182-186
- Chauchard S., Pille G., Carcaillet C. 2006. Large herbivores control the invasive potential of nonnative Austrian black pine in a mixed deciduous Mediterranean forest. *Canadian Journal of Forest Research-Revue Canadienne de Recherche Forestiere*, 36, 4: 1047-1053
- Chytrý M., Tichý L., Roleček J. 2003. Local and regional patterns of species richness in central European vegetation types along the pH/calcium gradient. *Folia Geobotanica*, 38, 4: 429-442
- Clements F. E. 1936. Nature and the Structure of the Climax. *Journal of Ecology*, 24, 1: 252-284
- Connell J. H., Slatyer R. O. 1977. Mechanisms of Succession in Natural Communities and Their Role in Community Stability and Organization. *American Naturalist*, 111, 982: 1119-1144
- Cornelissen J. H. C., Cerabolini B., Castro-Diez P., Villar-Salvador P., Montserrat-Marti G., Puyravaud J. P., Maestro M., Werger M. J. A., Aerts R. 2003a. Functional traits of woody plants: correspondence of species rankings between field adults and laboratory-grown seedlings? *Journal of Vegetation Science*, 14, 3: 311-322
- Cornelissen J. H. C., Lavorel S., Garnier E., Diaz S., Buchmann N., Gurvich D. E., Reich P. B., ter Steege H., Morgan H. D., van der Heijden M. G. A., Pausas J. G., Poorter

- H. 2003b. A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany*, 51, 4: 335-380
- Cornwell W. K., Grubb P. J. 2003. Regional and local patterns in plant species richness with respect to resource availability. *Oikos*, 100, 3: 417-428
- De Bello F., Lepš J., Sebastia M. T. 2005. Predictive value of plant traits to grazing along a climatic gradient in the Mediterranean. *Journal of Applied Ecology*, 42, 5: 824-833
- De Bello F., Lepš J., Sebastia M. T. 2007. Grazing effects on the species-area relationship: Variation along a climatic gradient in NE Spain. *Journal of Vegetation Science*, 18, 6: 25-34
- De las Heras J., Martinez-Sanchez J. J., Gonzalez-Ochoa A. I., Ferrandis P., Herranz J. M. 2002. Establishment of *Pinus halepensis* Mill. saplings following fire: effects of competition with shrub species. *Acta Oecologica-International Journal of Ecology*, 23, 2: 91-97
- De Luis M., Raventos J., Gonzales-Hidalgo J. C. 2006. Post-fire vegetation succession in Mediterranean gorse shrublands. *Acta Oecologica-International Journal of Ecology*, 30, 1: 54-61
- Desilets P., Houle G. 2005. Effects of resource availability and heterogeneity on the slope of the species-area curve along a floodplain-upland gradient. *Journal of Vegetation Science*, 16, 5: 487-496
- Diaci J. 1999. Meritve sončnega sevanja v gozdu - II. Metode na osnovi projekcij hemisfere neba in krošenj. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 60, 1: 177-210
- Diaz B. M. C., Zunzunegui M., Tirado R., Ain-Lhout F., Novo G. 1999a. Plant functional types and ecosystem function in Mediterranean shrubland. *Journal of Vegetation Science*, 10, 5: 709-716
- Diaz S., Cabido M. 2001. Vive la difference: plant functional diversity matters to ecosystem processes. *Trends in Ecology & Evolution*, 16, 11: 646-655
- Diaz S., Cabido M., Zak M., Carretero E. M., Aranibar J. 1999b. Plant functional traits, ecosystem structure and land-use history along a climatic gradient in central-western Argentina. *Journal of Vegetation Science*, 10, 5: 651-660
- Diaz S., Lavorel S., McIntyre S., Falczuk V., Casanoves F., Milchunas D. G., Skarpe C., Rusch G. M., Sternberg M., Noy-Meir I., Landsberg J., Zhang W., Clark H., Campbell B. D. 2007. Plant trait responses to grazing - a global synthesis. *Global Change Biology*, 13, 2: 313-341
- Diaz S., Noy-Meir I., Cabido M. 2001. Can grazing response of herbaceous plants be predicted from simple vegetative traits? *Journal of Applied Ecology*, 38, 3: 497-508

- Diaz S., Symstad A. J., Chapin F. S., Wardle D. A., Huenneke L. F. 2003. Functional diversity revealed by removal experiments. *Trends in Ecology & Evolution*, 18, 3: 140-146
- Dierschke H. 1994. *Pflanzensoziologie*. Stuttgart, Ulmer: 683 str.
- Doledec S., Chessel D., terBraak C. J. F., Champely S. 1996. Matching species traits to environmental variables: A new three-table ordination method. *Environmental and Ecological Statistics*, 3, 2: 143-166
- Drury W. H., Nisbet I. C. T. 1973. Succession. *Journal of the Arnold Arboretum*, 54, 3: 331-368
- Dupre C., Ehrlén J. 2002. Habitat configuration, species traits and plant distributions. *Journal of Ecology*, 90, 5: 796-805
- Duru M., Cruz P., Magda D. 2004. Using plant traits to compare sward structure and composition of grass species across environmental gradients. *Applied Vegetation Science*, 7, 1: 11-18
- Eler, K. 2002. Fitocenološka in agronomska opredelitev plevelne vegetacije na intenzivno rabljenih njivah Kranjskega in Sorškega polja. Diplomsko delo. Ljubljana, BF, Oddelek za agronomijo: 70 str.
- Eler K., Vidrih M., Batič F. 2005. Vegetation characteristics in relation to different management regimes of calcareous grassland: A functional analysis using plant traits. *Phyton-Annales Rei Botanicae*, 45, 3: 417-426
- Čop J., Sinkovič T., Vidrih M., Hacin J. 2004. Vpliv košnje in gnojenja na botanično sestavo dveh različnih travnikov na Ljubljanskem barju. *Acta Agriculturae Slovenica*, 83, 1: 157-169
- Eriksson O. 1993. The Species-Pool Hypothesis and Plant Community Diversity. *Oikos*, 68, 2: 371-374
- Ewald J. 2003b. The calcareous riddle: Why are there so many calciphilous species in the Central European flora? *Folia Geobotanica*, 38, 44: 357-366
- Ewald J. 2003a. A critique for phytosociology. *Journal of Vegetation Science*, 14, 2: 291-296
- Fargione J., Brown C. S., Tilman D. 2003. Community assembly and invasion: An experimental test of neutral versus niche processes. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 100, 15: 8916-8920
- Favretto D., Poldini L. 1986. Extinction time of a sample of karst pastures due to bush encroachment. *Ecological Modelling*, 33, 2-4: 85-88

- Fenner M., K. Thompson. 2005. The ecology of seeds. Cambridge, Cambridge University Press: 250 str.
- Fischer M., Wipf S. 2002. Effect of low-intensity grazing on the species-rich vegetation of traditionally mown subalpine meadows. *Biological Conservation*, 104, 1: 1-11
- Fischer S. F., Poschlod P., Beinlich B. 1996. Experimental studies on the dispersal of plants and animals on sheep in calcareous grasslands. *Journal of Applied Ecology*, 33, 5: 1206-1222
- Fonseca C. R., Overton J. M., Collins B., Westoby M. 2000. Shifts in trait-combinations along rainfall and phosphorus gradients. *Journal of Ecology*, 88, 6: 964-977
- Franzen D., Eriksson O. 2001. Small-scale patterns of species richness in Swedish semi-natural grasslands: the effects of community species pools. *Ecography*, 24, 5: 505-510
- Fraterrigo J. M., Turner M. G., Pearson S. M. 2006. Interactions between past land use, life-history traits and understory spatial heterogeneity. *Landscape Ecology*, 21, 5: 777-790
- Gallet S., Roze F. 2001. Conservation of heathland by sheep grazing in Brittany (France): Importance of grazing period on dry and mesophilous heathlands. *Ecological Engineering*, 17, 4: 333-344
- Garnier E., Lavorel S., Ansquer P., Castro H., Cruz P., Dolezal J., Eriksson O., Fortunel C., Freitas H., Golodets C., Grigulis K., Jouany C., Kazakou E., Kigel J., Kleyer M., Lehsten V., Lepš J., Meier T., Pakeman R. J., Papadimitriou M., Papanastasis V. P., Quested H., Quetier F., Robson M., Roumet C., Rusch G. M., Skarpe C., Sternberg M., Theau P., Thebault A., Vile D., Zarovali M. P. 2007. Assessing the effects of land-use change on plant traits, communities and ecosystem functioning in grasslands: a standardized methodology and lessons from an application to 11 European sites. *Annals of Botany*, 99, 5: 967-985
- Gaston K. J., Chown S. L. 2005. Neutrality and the niche. *Functional Ecology*, 19, 1: 1-6
- Gaucherand S., Liancourt P., Lavorel S. 2006. Importance and intensity of competition along a fertility gradient and across species. *Journal of Vegetation Science*, 17, 4: 455-464
- Ghorbani J., Le Duc M. G., McAllister H. A., Pakeman R. J., Marrs R. H. 2006. Effects of the litter layer of *Pteridium aquilinum* on seed banks under experimental restoration. *Applied Vegetation Science*, 9, 1: 127-136
- Gitay, H., Noble I. R. 1997. What are functional types and how should we seek them? V: Plant Functional Types: their relevance to ecosystem properties and global change. Smith T. M., Shugart H. H., Woodward F. I. (ur.). Cambridge, Cambridge University Press: 3-19

- Gitay H., Noble I. R., Connell J. H. 1999. Deriving functional types for rain-forest trees. *Journal of Vegetation Science*, 10, 5: 641-650
- Giupponi C., Ramanzin M., Sturaro E., Fuser S. 2006. Climate and land use changes, biodiversity and agri-environmental measures in the Belluno province, Italy. *Environmental Science & Policy*, 9, 2: 163-173
- Gleason H. A. 1924. The Individualistic Concept of the Plant Association. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 53, 1: 7-26
- Godefroid S., Phartyal S. S., Koedam N. 2006. Depth distribution and composition of seed banks under different tree layers in a managed temperate forest ecosystem. *Acta Oecologica-International Journal of Ecology*, 29, 3: 283-292
- Gondard H., Sandrine J., Aronson J., Lavorel S. 2003. Plant functional types: a promising tool for management and restoration of degraded lands. *Applied Vegetation Science*, 6, 2: 223-234
- Gotelli N. J., McGill B. J. 2006. Null versus neutral models: what's the difference? *Ecography*, 29, 5: 793-800
- Grime J. P. 2002. Declining plant diversity: empty niches or functional shifts? *Journal of Vegetation Science*, 13, 4: 457-460
- Grime J. P. 2006. Trait convergence and trait divergence in herbaceous plant communities: Mechanisms and consequences. *Journal of Vegetation Science*, 17, 2: 255-260
- Grime J. P. 1998. Benefits of plant diversity to ecosystems: immediate, filter and founder effects. *Journal of Ecology*, 86, 6: 902-910
- Grime J. P. 2001. Plant strategies, vegetation processes and ecosystem properties. 2. izd. Chichester, J. Wiley & Sons: 417 str.
- Grime J. P., J. G. Hodgson, L. P. Hunt. 1988. Comparative plant ecology: a functional approach to common British species. London, Chapman & Hall: 742 str.
- Grime, J. P., Hodgson J. G., Hunt L. P., Thompson K., Hendry G. A. F., Campbell B. D., Jalili A., Hillier S. H., Diaz S., Burke M. J. W. 1997a. Functional types: testing the concept in Northern England. V: Plant Functional Types: their relevance to ecosystem properties and global change. Smith T. M., Shugart H. H., Woodward F. I. (ur.). Cambridge, Cambridge University Press: 122-150
- Grime J. P., Thompson K., Hunt R., Hodgson J. G., Cornelissen J. H. C., Rorison I. H., Hendry G. A. F., Ashenden T. W., Askew A. P., Band S. R., Booth R. E., Bossard C. C., Campbell B. D., Cooper J. E. L., Davison A. W., Gupta P. L., Hall W., Hand D. W., Hannah M. A., Hillier S. H., Hodgkinson D. J., Jalili A., Liu Z., Mackey J. M. L., Matthews N., Mowforth M. A., Neal A. M., Reader R. J., Reiling K., RossFraser W., Spencer R. E., Sutton F., Tasker D. E., Thorpe P. C., Whitehouse J.

- 1997b. Integrated screening validates primary axes of specialisation in plants. *Oikos*, 79, 2: 259-281
- Gross K. L. 1990. A Comparison of Methods for Estimating Seed Numbers in the Soil. *Journal of Ecology*, 78, 4: 1079-1093
- Grubb P. J. 1977. The maintenance of species-richness in plant communities: the importance of the regeneration niche. *Biological Reviews*, 52, 1: 107-145
- Grubb P. J. 1992. A Positive Distrust in Simplicity - Lessons from Plant Defenses and from Competition Among Plants and Among Animals. *Journal of Ecology*, 80, 4: 585-610
- Gurevitch J., Unnasch R. S. 1989. Experimental removal of a dominant species at two levels of soil fertility. *Canadian Journal of Botany*, 67, 3470-3477
- Güsewell S., Jewell P. L., Edwards P. J. 2005. Effects of heterogeneous habitat use by cattle on nutrient availability and litter decomposition in soils of an Alpine pasture. *Plant and Soil*, 268, 1-2: 135-149
- Hadar L., Noy-Meir I., Perevolotsky A. 1999. The effect of shrub clearing and grazing on the composition of a Mediterranean plant community: functional groups versus species. *Journal of Vegetation Science*, 10, 5: 673-682
- Hadjigeorgiou I., Osoro K., de Almeida J. P. F., Molle G. 2005. Southern European grazing lands: Production, environmental and landscape management aspects. *Livestock Production Science*, 96, 1: 51-59
- Halassy M., Campetella G., Canullo R., Mucina L. 2005. Patterns of functional clonal traits and clonal growth modes in contrasting grasslands in the central Apennines, Italy. *Journal of Vegetation Science*, 16, 1: 29-36
- Handlova V., Münzbergova Z. 2006. Seed banks of managed and degraded grasslands in the Krkonose Mts., Czech Republic. *Folia Geobotanica*, 41, 3: 275-288
- Harpole W. S., Tilman D. 2006. Non-neutral patterns of species abundance in grassland communities. *Ecology Letters*, 9, 1: 15-23
- Hartley S. E., Mitchell R. J. 2005. Manipulation of nutrients and grazing levels on heather moorland: changes in *Calluna* dominance and consequences for community composition. *Journal of Ecology*, 93, 5: 990-1004
- Hayes G. F., Holl K. D. 2003. Cattle grazing impacts on annual forbs and vegetation composition of mesic grasslands in California. *Conservation Biology*, 17, 6: 1694-1702
- Hedlund K., Regina I. S., Van der Putten W. H., Lepš J., Diaz T., Korthals G. W., Lavorel S., Brown V. K., Gormsen D., Mortimer S. R., Barrueco C. R., Roy J., Šmilauer P., Šmilauerova M., Van Dijk C. 2003. Plant species diversity, plant biomass and

- responses of the soil community on abandoned land across Europe: idiosyncrasy or above-belowground time lags. *Oikos*, 103, 1: 45-58
- Henkin Z., Sternberg M., Seligman N. G., Noy-Meir I. 2006. Species richness in relation to phosphorus and competition in a Mediterranean dwarf-shrub community. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 113, 1-4: 277-283
- Herben T. 2000. Correlation between richness per unit area and the species pool cannot be used to demonstrate the species pool effect. *Journal of Vegetation Science*, 11, 123-126
- Herbert D. A., Rastetter E. B., Gough L., Shaver G. R. 2004. Species diversity across nutrient gradients: An analysis of resource competition in model ecosystems. *Ecosystems*, 7, 3: 296-310
- Hodgson J. G., Montserrat-Marti G., Cerabolini B., Ceriani R. M., Maestro-Martinez M., Peco B., Wilson P. J., Thompson K., Grime J. P., Band S. R. 2005. A functional method for classifying European grasslands for use in joint ecological and economic studies. *Basic and Applied Ecology*, 6, 2: 119-131
- Hodgson J. G., Wilson P. J., Hunt R., Grime J. P., Thompson K. 1999. Allocating C-S-R plant functional types: a soft approach to a hard problem. *Oikos*, 85, 2: 282-294
- Hodkinson D. J., Askew A. P., Thompson K., Hodgson J. G., Bakker J. P., Bekker R. M. 1998. Ecological correlates of seed size in the British flora. *Functional Ecology*, 12, 5: 762-766
- Hočevar M., Kušar G., Cunder T. 2004. Monitoring in analiza zaraščanja kraške krajine v GIS okolju. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 75, 21-52
- Hölzel N., Otte A. 2001. The impact of flooding regime on the soil seed bank of flood-meadows. *Journal of Vegetation Science*, 12, 2: 209-218
- Hölzel N., Otte A. 2004. Assessing soil seed bank persistence in flood-meadows: The search for reliable traits. *Journal of Vegetation Science*, 15, 1: 93-100
- Hooper D. U., Chapin F. S., Ewel J. J., Hector A., Inchausti P., Lavorel S., Lawton J. H., Lodge D. M., Loreau M., Naeem S., Schmid B., Setälä H., Symstad A. J., Vandermeer J., Wardle D. A. 2005. Effects of biodiversity on ecosystem functioning: A consensus of current knowledge. *Ecological Monographs*, 75, 1: 3-35
- Hooper D. U., Vitousek P. M. 1997. The Effects of Plant Composition and Diversity on Ecosystem Processes. *Science*, 277, 5330: 1302-1305
- Hubbell S. P. 2005. Neutral theory in community ecology and the hypothesis of functional equivalence. *Functional Ecology*, 19, 1: 166-172

- Hunt R., Hodgson J. G., Thompson K., Bungener P., Dunnett N. P., Askew A. P. 2004. A new practical tool for deriving a functional signature for herbaceous vegetation. *Applied Vegetation Science*, 7, 2: 163-170
- Huntly N. 1991. Herbivores and the dynamics of communities and ecosystems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 22, 477-503
- Intergovernmental panel for climate change. 2001. IPCC Third assessment report: climate change. The scientific basis. Cambridge, Cambridge University Press: 873 str.
- Ishikawa-Goto M., Tsuyuzaki S. 2004. Methods of estimating seed banks with reference to long-term seed burial. *Journal of Plant Research*, 117, 3: 245-248
- Jewell P. L., Gusewell S., Berry N. R., Kauferle D., Kreuzer M., Edwards P. J. 2005. Vegetation patterns maintained by cattle grazing on a degraded mountain pasture. *Botanica Helvetica*, 115, 2: 109-124
- Jones M. B., Donnelly A. 2004. Carbon sequestration in temperate grassland ecosystems and the influence of management, climate and elevated CO₂. *New Phytologist*, 164, 3: 423-439
- Jurc, D., Jurc M. 1998. Bolezni in škodljivci črnega bora in njihov vpliv na gospodarjenje z gozdovi na Krasu. V: *Gozdna rastišča in razvoj sestojev na (Sežansko-Komenskem) Krasu*. Ferlin F. (ur.). Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, Zavod za gozdove Slovenije: 1-35 str.
- Kahmen S., Poschlod P. 2004. Plant functional trait responses to grassland succession over 25 years. *Journal of Vegetation Science*, 15, 1: 21-32
- Kahmen S., Poschlod P., Schreiber K. F. 2002. Conservation management of calcareous grasslands. Changes in plant species composition and response of functional traits during 25 years. *Biological Conservation*, 104, 3: 319-328
- Kaligarič M. 1997. *Rastlinstvo primorskega Krasa in slovenske Istre: travniki in pašniki*. Koper, Zgodovinsko društvo za južno Primorsko: 111 str.
- Kaligarič M., Culiberg M., Kramberger B. 2006. Recent vegetation history of the North Adriatic grasslands: expansion and decay of an anthropogenic habitat. *Folia Geobotanica*, 41, 241-258
- Kausrud K., Myrnerud A., Rekdal Y., Holand O., Austrheim G. 2006. Density-dependent foraging behavior of sheep on alpine pastures: effects of scale. *Journal of Zoology*, 270, 63-71
- Kazakou E., Vile D., Shipley B., Gallet C., Garnier E. 2006. Co-variations in litter decomposition, leaf traits and plant growth in species from a Mediterranean old-field succession. *Functional Ecology*, 20, 1: 21-30

- Keddy P. A. 2001. Competition. 2. izd. Dordrecht, Boston, London, Kluwer Academic Publishers: 553 str.
- Kenkel N. C., Derksen D. A., Thomas A. G., Watson P. R. 2002. Multivariate analysis in weed science research. *Weed Science*, 50, 3: 281-292
- Kennedy T. A., Naeem S., Howe K. M., Knops J. M. H., Tilman D., Reich P. 2002. Biodiversity as a barrier to ecological invasion. *Nature*, 417, 6889: 636-638
- Kerven G. L., Menzies N. W., Geyer M. D. 2000. Soil carbon determination by high temperature combustion a comparison with dichromate oxidation procedures and the influence of charcoal and carbonate carbon on the measured value. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 31, 11-14: 1935-1939
- Kladnik, D., Rejec-Brancelj I. 1999. Družbenogeografski oris. V: Kras: pokrajina-življenje-ljudje. Kranjc A. (ur.). Ljubljana, Založba ZRC: 191-215
- Kleyer M. 1999. Distribution of plant functional types along gradients of disturbance intensity and resource supply in an agricultural landscape. *Journal of Vegetation Science*, 10, 5: 697-708
- Klotz S., I. Kühn, W. Durka. 2002. BIOLFLOR - Eine Datenbank mit biologisch-ökologischen Merkmalen zur Flora von Deutschland. Bonn, Bundesamt für Naturschutz: 334 str.
- Knevel I. C., Bekker R. M., Bakker J. P., Kleyer M. 2003. Life-history traits of the northwest European flora: The LEDA database. *Journal of Vegetation Science*, 14, 4: 611-614
- Kobler, A. 2001. Sprejemljivost zaraščanja kot funkcija kakovosti kulturne krajine : prostorski model: magistrsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 187 str.
- Kohler F., Hamelin J., Gillet F., Gobat J. M., Buttler A. 2005. Soil microbial community changes in wooded mountain pastures due to simulated effects of cattle grazing. *Plant and Soil*, 278, 1-2: 327-340
- Kooijman A. M., Smit A. 2001. Grazing as a measure to reduce nutrient availability and plant productivity in acid dune grasslands and pine forests in The Netherlands. *Ecological Engineering*, 17, 1: 63-77
- Körner C. 2003. Alpine Plant Life - Functional Plant Ecology of High Mountain Ecosystems. 2. izd. Heidelberg, Springer: 344 str.
- Krahulec F., Skalova H., Herben T., Hadincova V., Wildova R., Pechackova S. 2001. Vegetation changes following sheep grazing in abandoned mountain meadows. *Applied Vegetation Science*, 4, 1: 97-102

- Landsberg J., Lavorel S., Stol J. 1999. Grazing response groups among understorey plants in arid rangelands. *Journal of Vegetation Science*, 10, 5: 683-696
- Lanta V., Lepš J. 2006. Effect of functional group richness and species richness in manipulated productivity-diversity studies: a glasshouse pot experiment. *Acta Oecologica-International Journal of Ecology*, 29, 1: 85-96
- Larcher W. 2003. *Physiological plant ecology : ecophysiology and stress physiology of functional groups*. 4. izd. Berlin, Heidelberg, New York, Springer: 513 str.
- Laurent J. M., Bar-Hen A., Francois L., Ghislain M., Cheddadi R. 2004. Refining vegetation simulation models: From plant functional types to bioclimatic affinity groups of plants. *Journal of Vegetation Science*, 15, 6: 739-746
- Lavorel S., Garnier E. 2001. *Aardvarck to Zyzyxia* - functional groups across kingdoms. *New Phytologist*, 419, 3: 360-364
- Lavorel S., Garnier E. 2002. Predicting changes in community composition and ecosystem functioning from plant traits: revisiting the Holy Grail. *Functional Ecology*, 16, 5: 545-556
- Lavorel S., McIntyre S., Landsberg J., Forbes T. D. A. 1997. Plant functional classifications: from general groups to specific groups based on response to disturbance. *Trends in Ecology & Evolution*, 12, 12: 474-478
- Lavorel S., Touzard B., Lebreton J. D., Clement B. 1998. Identifying functional groups for response to disturbance in an abandoned pasture. *Acta Oecologica-International Journal of Ecology*, 19, 3: 227-240
- Legendre P., L. Legendre. 1998. *Numerical Ecology*. Amsterdam, Boston, London, etc., Elsevier: 853 str.
- Leimu R., Koricheva J. 2006. A meta-analysis of tradeoffs between plant tolerance and resistance to herbivores: combining the evidence from ecological and agricultural studies. *Oikos*, 112, 1: 1-9
- Lepš J. 1999. Nutrient status, disturbance and competition: an experimental test of relationships in a wet meadow copy. *Journal of Vegetation Science*, 10, 2: 219-230
- Lepš J. 2001. Species-pool hypothesis: Limits to its testing. *Folia Geobotanica*, 36, 1: 45-52
- Lepš J. 2004. What do the biodiversity experiments tell us about consequences of plant species loss in the real world? *Basic and Applied Ecology*, 5, 6: 529-534
- Lepš J., De Bello F., Lavorel S., Berman S. 2006. Quantifying and interpreting functional diversity of natural communities: practical considerations matter. *Preslia*, 78, 4: 481-501

- Lepš J., Michalek J., Kulisek P., Uhlik P. 1995. Use of Paired Plots and Multivariate-Analysis for the Determination of Goat Grazing Preference. *Journal of Vegetation Science*, 6, 1: 37-42
- Lepš J., Štursa J. 1989. Species-Area Curve, Life-History Strategies, and Succession - A Field-Test of Relationships. *Vegetatio*, 83, 1-2: 249-257
- Lett M. S., Knapp A. K. 2003. Consequences of shrub expansion in mesic grassland: Resource alterations and graminoid responses. *Journal of Vegetation Science*, 14, 4: 487-496
- Liebig M. A., Gross J., Kronberg S. L., Hanson J. D., Frank A. B., Phillips R. L. 2006. Soil response to long-term grazing in the northern Great Plains of North America. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 115, 1-4: 270-276
- Lobnik F., M. Šporar, A. Hodnik, B. Vrščaj. 2002. Pedološke raziskave območja Vremščice. CRP projekt: Zaraščanje kmetijskih površin v Sloveniji. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 8 str.
- Loreau M., Naeem S., Inchausti P., Bengtsson J., Grime J. P., Hector A., Hooper D. U., Huston M. A., Raffaelli D., Schmid B., Tilman D., Wardle D. A. 2001. Ecology - Biodiversity and ecosystem functioning: Current knowledge and future challenges. *Science*, 294, 5543: 804-808
- Louault F., Pillar V. D., Aufrere J., Garnier E., Soussana J. F. 2005. Plant traits and functional types in response to reduced disturbance in a semi-natural grassland. *Journal of Vegetation Science*, 16, 2: 151-160
- Luzuriaga A. L., Escudero A., Olano J. M., Loidi J. 2005. Regenerative role of seed banks following an intense soil disturbance. *Acta Oecologica-International Journal of Ecology*, 27, 1: 57-66
- Martinčič A., T. Wraber, N. Jogan, A. Podobnik, V. Ravnik, B. Turk, B. Vreš. 1999. Mala flora Slovenije: ključ za določanje praprotnic in semenk. 3. izdaja. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 845 str.
- Mason N. W. H., MacGillivray K., Steel J. B., Wilson J. B. 2003. An index of functional diversity. *Journal of Vegetation Science*, 14, 4: 571-578
- Maurer B. A., McGill B. J. 2004. Neutral and non-neutral macroecology. *Basic and Applied Ecology*, 5, 5: 413-422
- McIntyre S., Diaz S., Lavorel S., Cramer W. 1999a. Plant functional types and disturbance dynamics - Introduction. *Journal of Vegetation Science*, 10, 5: 604-608
- McIntyre S., Lavorel S. 2001. Livestock grazing in subtropical pastures: steps in the analysis of attribute response and plant functional types. *Journal of Ecology*, 89, 2: 209-226

- McIntyre S., Lavorel S., Landsberg J., Forbes T. D. A. 1999b. Disturbance response in vegetation towards a global perspective on functional traits. *Journal of Vegetation Science*, 10, 5: 621-630
- McIntyre S., Lavorel S., Tremont R. M. 1995. Plant life-history attributes - their relationship to disturbance responses in herbaceous vegetation. *Journal of Ecology*, 83, 1: 31-44
- Milchunas D. G., Lauenroth W. K. 1993. Quantitative effects of grazing on vegetation and soils over a global range of environment. *Ecological Monographs*, 63, 4: 327-366
- MKGP. 2003. Raba kmetijskih zemljišč v Sloveniji. Kartografsko gradivo v digitalni obliki.
- Moog D., Poschlod P., Kahmen S., Schreiber K. 2002. Comparison of species composition between different grassland management treatments after 25 years. *Applied Vegetation Science*, 5, 1: 99-106
- Moog D., Kahmen S., Poschlod P. 2005. Application of CSR- and LHS-strategies for the distinction of differently managed grasslands. *Basic and Applied Ecology*, 6, 2: 133-143
- Moore P. D. 2000. Plant ecology - Alien invaders. *Nature*, 403, 6769: 492-493
- Mottet A., Ladet S., Coque N., Gibon A. 2006. Agricultural land-use change and its drivers in mountain landscapes: A case study in the Pyrenees. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 114, 2-4: 296-310
- Mysterud A. 2006. The concept of overgrazing and its role in management of large herbivores. *Wildlife Biology*, 12, 2: 129-141
- Navas M. L., Moreau-Richard J. 2005. Can traits predict the competitive response of herbaceous Mediterranean species? *Acta Oecologica-International Journal of Ecology*, 27, 2: 107-114
- Ney-Nifle M., Mangel M. 2000. Habitat loss and changes in the species-area relationship. *Conservation Biology*, 14, 3: 893-898
- Norris S. 2003. Neutral Theory: A new, unified model for ecology. *BioScience*, 53, 2
- Nygaard B., Ejrnaes R. 2004. A new approach to functional interpretation of vegetation data. *Journal of Vegetation Science*, 15, 1: 49-56
- Olf H., Ritchie M. E. 1998. Effects of herbivores on grassland plant diversity. *Trends in Ecology & Evolution*, 13, 7: 261-265
- Osem Y., Perevolotsky A., Kigel J. 2006. Similarity between seed bank and vegetation in a semi-arid annual plant community: The role of productivity and grazing. *Journal of Vegetation Science*, 17, 1: 29-36

- Pakeman R. J. 2004. Consistency of plant species and trait responses to grazing along a productivity gradient: a multi-site analysis. *Journal of Ecology*, 92, 5: 893-905
- Palmborg C., Scherer-Lorenzen M., Jumpponen A., Carlsson G., Huss-Danell K., Hogberg P. 2005. Inorganic soil nitrogen under grassland plant communities of different species composition and diversity. *Oikos*, 110, 2: 271-282
- Palmer M. W. 2007. Ordination methods for ecologists. <http://ordination.okstate.edu/> (10.4.2007)
- Partel M., Zobel M., Zobel K., Vandermaarel E. 1996. The species pool and its relation to species richness: Evidence from Estonian plant communities. *Oikos*, 75, 1: 111-117
- Pausas J. G. 2003. The effect of landscape pattern on Mediterranean vegetation dynamics: A modelling approach using functional types. *Journal of Vegetation Science*, 14, 3: 365-374
- Pausas J. G. 1999. Response of plant functional types to changes in the fire regime in Mediterranean ecosystems: A simulation approach. *Journal of Vegetation Science*, 10, 5: 717-722
- Pausas J. G. 2006. Simulating Mediterranean landscape pattern and vegetation dynamics under different fire regimes. *Plant Ecology*, 187, 2: 249-259
- Pausas J. G., Austin M. P. 2001. Patterns of plant species richness in relation to different environments: An appraisal. *Journal of Vegetation Science*, 12, 2: 153-166
- Pausas J. G., Lavorel S. 2003. A hierarchical deductive approach for functional types in disturbed ecosystems. *Journal of Vegetation Science*, 14, 3: 409-416
- Peco B., Ortega M., Levassor C. 1998. Similarity between seed bank and vegetation in Mediterranean grassland: a predictive model. *Journal of Vegetation Science*, 9, 6: 815-828
- Peco B., Sanchez A. M., Azcarate F. M. 2006. Abandonment in grazing systems: Consequences for vegetation and soil. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 113, 1-4: 284-294
- Peco B., de Pablos I., Traba J., Levassor C. 2005. The effect of grazing abandonment on species composition and functional traits: the case of dehesa grasslands. *Basic and Applied Ecology*, 6, 2: 175-183
- Pennings S. C., Clark C. M., Cleland E. E., Collins S. L., Gough L., Gross K. L., Milchunas D. G., Suding K. N. 2005. Do individual plant species show predictable responses to nitrogen addition across multiple experiments? *Oikos*, 110, 3: 547-555
- Perez-Harguindeguy N., Diaz S., Cornelissen J. H. C., Vendramini F., Cabido M., Castellanos A. 2000. Chemistry and toughness predict leaf litter decomposition

- rates over a wide spectrum of functional types and taxa in central Argentina. *Plant and Soil*, 218, 1-2: 21-30
- Perpar A. 2002. Stanje in procesi v kmetijstvu v različnih tipih podeželskih območij v Sloveniji. Zbornik Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. *Kmetijstvo.*, 97, 1: 281-300
- Petchey O. L., Gaston K. J. 2002. Functional diversity (FD), species richness and community composition. *Ecology Letters*, 5, 3: 402-411
- Petek F. 2005. Spreembe rabe tal v slovenskem alpskem svetu. Ljubljana, Založba ZRC: 216 str.
- Peterlin S., Gorkič M. 1998. Je paša rešitev za kraška travnišča : primer Vremščice. *Proteus*, 60, 9-10: 452-455
- Pickett, S. T. A., Cadenasso M. L. 2005. Vegetation dynamics. V: *Vegetation Ecology*. van der Maarel E. (ur.). Malden, Oxford, Carlton, Blackwell Publishing: 172-198
- Pillar V. D. 1999. On the identification of optimal plant functional types. *Journal of Vegetation Science*, 10, 5: 631-640
- Pillar V. D., Sosinski E. E. 2003. An improved method for searching plant functional types by numerical analysis. *Journal of Vegetation Science*, 14, 3: 323-332
- Pinto-Correia T. 1993. Land abandonment: changes in the land use patterns around Mediterranean basin. *Ciheam - Options Mediterraneennes*, 1, 2: 97-112
- Poorter H., Evans J. R. 1998. Photosynthetic nitrogen-use efficiency of species that differ inherently in specific leaf area. *Oecologia*, 116, 1-2: 26-37
- Poschlod P., Bakker J. P., Kahmen S. 2005. Changing land use and its impact on biodiversity. *Basic and Applied Ecology*, 6, 2: 93-98
- Poschlod P., Kleyer M., Jackel A. K., Dannemann A., Tackenberg O. 2003. BIOPOP - a database of plant traits and Internet application for nature conservation. *Folia Geobotanica*, 38, 3: 263-271
- Post W. M., Kwon K. C. 2000. Soil carbon sequestration and land-use change: processes and potential. *Global Change Biology*, 6, 3: 317-327
- Power M. E., Tilman D., Estes J. A., Menge B. A., Bond W. J., Mills M. H., Daily G., Castilla J. G., Lubchencho J., Paine R. T. 1996. Challenges for the quest for keystones. *BioScience*, 46, 8: 609-620
- Prach K., Lepš J., Michalek J. 1996. Establishment of *Picea abies* seedlings in a central European mountain grassland: An experimental study. *Journal of Vegetation Science*, 7, 5: 681-684

- Prach K., Pyšek P. 1999. How do species dominating in succession differ from others? *Journal of Vegetation Science*, 10, 3: 383-392
- Prach K., Pyšek P., Šmilauer P. 1997. Changes in species traits during succession: A search for pattern. *Oikos*, 79, 1: 201-205
- Prentice I. C. 1977. Nonmetric Ordination Methods in Ecology. *Journal of Ecology*, 65, 1: 85-94
- Pykälä J. 2003. Effects of restoration with cattle grazing on plant species composition and richness of semi-natural grasslands. *Biodiversity and Conservation*, 12, 11: 2211-2226
- Pywell R. F., Bullock J. M., Roy D. B., Warman L. I. Z., Walker K. J., Rothery P. 2003. Plant traits as predictors of performance in ecological restoration. *Journal of Applied Ecology*, 40, 1: 65-77
- Rajaniemi T. K. 2002. Why does fertilization reduce plant species diversity? Testing three competition-based hypotheses. *Journal of Ecology*, 90, 2: 316-324
- Raunkiaer C. 1934. The life-forms of plants and statistical plant geography. Oxford, Clarendon Press: 632 str.
- Reeder J. D., Schuman G. E. 2002. Influence of livestock grazing on C sequestration in semi-arid mixed-grass and short-grass rangelands. *Environmental Pollution*, 116, 3: 457-463
- Reeder J. D., Schuman G. E., Morgan J. A., Lecain D. R. 2004. Response of organic and inorganic carbon and nitrogen to long-term grazing of the shortgrass steppe. *Environmental Management*, 33, 4: 485-495
- Rees M., Condit R., Crawley M., Pacala S., Tilman D. 2001. Long-term studies of vegetation dynamics. *Science*, 293, 5530: 650-655
- Reich P. B., Knops J., Tilman D., Craine J., Ellsworth D., Tjoelker M., Lee T., Wedin D., Naeem S., Bahaeddin D., Hendrey G., Jose S., Wrage K., Goth J., Bengston W. 2001. Plant diversity enhances ecosystem responses to elevated CO₂ and nitrogen deposition. *Nature*, 411, 6839: 809-812
- Reine R., Chocarro C., Fillat F. 2006. Spatial patterns in seed bank and vegetation of semi-natural mountain meadows. *Plant Ecology*, 186, 2: 151-160
- Repolusk, P. 1998. Podgorski kras, Čičarija in Podgrajsko podolje. V: Slovenija - pokrajina in ljudje. Perko D., Orožen Adamič M. (ur.). Ljubljana, Mladinska knjiga: 258-267
- Roberts H. A. 1986. Seed persistence in soil and seasonal emergence in plant species from different habitats. *Journal of Applied Ecology*, 23, 2: 639-656

- Sala O. E., Chapin F. S., Armesto J. J., Berlow E., Bloomfield J., Dirzo R., Huber-Sanwald E., Huenneke L. F., Jackson R. B., Kinzig A., Leemans R., Lodge D. M., Mooney H. A., Oesterheld M., Poff N. L., Sykes M. T., Walker B. H., Walker M., Wall D. H. 2000. Biodiversity - Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science*, 287, 5459: 1770-1774
- Scheiner S. M. 2003. Six types of species-area curves. *Global Ecology and Biogeography*, 12, 6: 441-447
- Schipper L. A., Baisden W. T., Parfitt R. L., Ross C., Claydon J. J., Arnold G. 2007. Large losses of soil C and N from soil profiles under pasture in New Zealand during the past 20 years. *Global Change Biology*, (v tisku),
- Schippers P., van Groenendael J. M., Vleeshouwers L. M., Hunt R. 2001. Herbaceous plant strategies in disturbed habitats. *Oikos*, 95, 2: 198-210
- Schlesinger W. H., Reynolds J. F., Cunningham G. L., Huenneke L. F., Jarrell W. M., Virginia R. A., Whitford W. G. 1990. Biological Feedbacks in Global Desertification. *Science*, 247, 4946: 1043-1048
- Schwarz M. W., Brigham C. A., Hoeksema J. D., Lyons K. G., Mills M. H., van Mantgem P. J. 2000. Linking biodiversity to ecosystem function: implications for conservation ecology. *OECOLOGIA*, 122, 3: 297-305
- Schwilk D. W., Ackerly D. D. 2001. Flammability and serotiny as strategies: correlated evolution in pines. *Oikos*, 94, 2: 326-336
- Sever, V. 2006. Pogoždovanje Krasa v postojnskem okrajnem glavarstvu: diplomsko delo. Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta: 106 str.
- Siemann E., Rogers W. E. 2003. Changes in light and nitrogen availability under pioneer trees may indirectly facilitate tree invasions of grasslands. *Journal of Ecology*, 91, 6: 923-931
- Silvertown J. 2004. Plant coexistence and the niche. *Trends in Ecology & Evolution*, 19, 11: 605-611
- Sinkovič T. 2006. Vpliv rabe tal na botanično sestavo travne ruše v različnih talnih razmerah Ljubljanskega barja. *Acta Agriculturae Slovenica*, 87, 2: 225-233
- Skjemstad J. O., Taylor J. A. 1999. Does the Walkley-Black method determine soil charcoal? *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 30, 15-16: 2299-2310
- Skjemstad J. O., Taylor J. A., Smernik R. J. 1999. Estimation of charcoal (char) in soils. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 30, 15-16: 2283-2298

- Škulj, M. 1988. Pomlajevanje in kalitev črnega bora (*Pinus nigra* Arn.) na slovenskem Krasu : magistrsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo: 137 str.
- Smith M. D., Knapp A. K. 2003. Dominant species maintain ecosystem function with non-random species loss. *Ecology Letters*, 6, 6: 509-517
- Smith R. L., T. M. Smith. 2001. *Ecology and Field Biology*. 6. izd. San Francisco, idr., Addison Wesley Longman: Benjamin Cummings: 771 str.
- Soft Imaging System GmbH. 2003. *analySIS*. Münster, Nemčija.
- Sommer U. 1999. Ecology - Competition and coexistence. *Nature*, 402, 6760: 366-367
- Sternberg M., Gutman M., Perevolotsky A., Kigel J. 2003. Effects of grazing on soil seed bank dynamics: An approach with functional groups. *Journal of Vegetation Science*, 14, 3: 375-386
- Sternberg M., Gutman M., Perevolotsky A., Ungar E. D., Kigel J. 2000. Vegetation response to grazing management in a Mediterranean herbaceous community: a functional group approach. *Journal of Applied Ecology*, 37, 2: 224-237
- Stevens C. J., Dise N. B., Mountford J. O., Gowing D. J. 2004. Impact of nitrogen deposition on the species richness of grasslands. *Science*, 303, 5665: 1876-1879
- Strijker D. 2005. Marginal lands in Europe--causes of decline. *Basic and Applied Ecology*, 6, 2: 99-106
- Suding K. N., Collins S. L., Gough L., Clark C., Cleland E. E., Gross K. L., Milchunas D. G., Pennings S. 2005. Functional- and abundance-based mechanisms explain diversity loss due to N fertilization. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 102, 12: 4387-4392
- ter Braak, C. J. F., Looman C. W. N. 1995. *Regression. V: Data analysis in community and landscape ecology*. Jongman R. H. G., ter Braak C. J. F., Van Tongeren O. F. R. (ur.). Cambridge, Cambridge University Press: 29-77
- ter Braak C.J.F., Šmilauer P. 2002a. *CANOCO 4.5 for Windows - Software for canonical community ordination*.
- ter Braak C. J. F., P. Šmilauer. 2002b. *CANOCO reference manual and CanoDraw for Windows user's guide : software for Canonical Community Ordination (version 4.5)* . Wageningen, České Budějovice, Biometris: 500 str.
- ter Heerdt G. N. J., Verweij G. L., Bekker R. M., Bakker J. P. 1996. An improved method for seed-bank analysis: seedling emergence after removing the soil by sieving. *Functional Ecology*, 10, 1: 144-151

- Theis N., Lerdau M. 2003. The evolution of function in plant secondary metabolites. *International Journal of Plant Sciences*, 164, 3: S93-S102
- Thompson K., J. P. Bakker, R. M. Bekker. 1997. The soil seed banks of north west Europe: methodology, density nad longevity. Cambridge, Cambridge University Press: 121 str.
- Thompson K., Grime J. P. 1979. Seasonal variation in the seed banks of herbaceous species in ten contrasting habitats. *Journal of Ecology*, 66, 3: 893-921
- Thuiller W., Lavorel S., Midgley G., Lavergne S., Rebelo T. 2004. Relating plant traits and species distributions along bioclimatic gradients for 88 *Leucadendron* taxa. *Ecology*, 85, 6: 1688-1699
- Tilman D. 1988. *Plant Strategies and the Dynamics and Structure of Plant Communities*. Chichester, Princeton University Press: 376 str.
- Tilman D. 2004. Niche tradeoffs, neutrality, and community structure: A stochastic theory of resource competition, invasion, and community assembly. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101, 30: 10854-10861
- Tilman D., Knops J., Wedin D., Reich P., Ritchie M., Siemann E. 1997. The influence of functional diversity and composition on ecosystem processes. *Science*, 277, 5330: 1300-1302
- Tilman D., Reich P. B., Knops J., Wedin D., Mielke T., Lehman C. 2001. Diversity and productivity in a long-term grassland experiment. *Science*, 294, 5543: 843-845
- Traba J., Azcarate F. M., Peco B. 2006. The fate of seeds in Mediterranean soil seed banks in relation to their traits. *Journal of Vegetation Science*, 17, 1: 5-10
- van der Maarel, E. 2005. *Vegetation ecology - an overview*. V: *Vegetation ecology*. van der Maarel E. (ur.). Malden, Oxford, Carlton, Blackwell Publishing: 1-51
- Vandvik V., Birks H. J. B. 2002. Pattern and process in Norwegian upland grasslands: a functional analysis. *Journal of Vegetation Science*, 13, 1: 123-134
- Verbič J. 2006. Dolgoletni gnojilni poskus na kraškem travniku v Rožicah. *Naše travinje*, 2, 1: 13-14
- Verbič J., Verbič J., Babnik D. 2000. Učinek gnojenja na hranilno vrednost krme s trajnega kraškega travnika : 1. botanična in kemična sestava, in vitro prebavljivost in vsebnost neto energije za laktacijo . Zbornik Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. *Kmetijstvo. Zootehnika.*, 76, 1: 83-93
- Verheyen K., Honnay O., Motzkin G., Hermy M., Foster D. R. 2003. Response of forest plant species to land-use change: a life- history trait-based approach. *Journal of Ecology*, 91, 4: 563-577

- Vesk P. A., Leishman M. R., Westoby M. 2004. Simple traits do not predict grazing response in Australian dry shrublands and woodlands. *Journal of Applied Ecology*, 41, 1: 22-31
- Vidrih A. 2005. Pašnik: najboljše za živali, zemljo in ljudi. Slovenj Gradec, Kmetijska založba: 172 str.
- Vidrih, M. 2006. Vezava ogljika v pašeni ruši visokega krasa: doktorska disertacija. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 102 str. str.
- Vidrih A., Lobnik F. 2003. The use and improvement of karst grassland. Research reports of the Biotechnical Faculty, University of Ljubljana, Agricultural issue, 81, 1: 179-190
- Vilhar, U. 2006. Vodna bilanca dinarskega jelovo-bukovega gozda v Kočevskem Rogu: doktorska disertacija. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije: 196 str.
- Walker, B. H. 1997. Functional types in non-equilibrium ecosystems. V: *Plant Functional Types: their relevance to ecosystem properties and global change*. Smith T. M., Shugart H. H., Woodward F. I. (ur.). Cambridge, Cambridge University Press: 91-103
- Wassen M. J., Venterink H. O., Lapshina E. D., Tanneberger F. 2005. Endangered plants persist under phosphorus limitation. *Nature*, 437, 7058: 547-550
- Weiher E., Clarke G. D. P., Keddy P. A. 1998. Community assembly rules, morphological dispersion, and the coexistence of plant species. *Oikos*, 81, 2: 309-322
- Weiher E., Keddy P. A. 1995. Assembly Rules, Null Models, and Trait Dispersion - New Questions Front Old Patterns. *Oikos*, 74, 1: 159-164
- Weiher E., van der Werf A., Thompson K., Roderick M., Garnier E., Eriksson O. 1999. Challenging Theophrastus: A common core list of plant traits for functional ecology. *Journal of Vegetation Science*, 10, 5: 609-620
- Welden C. W., Slauson W. L. 1986. The Intensity of Competition Versus Its Importance - An Overlooked Distinction and Some Implications. *Quarterly Review of Biology*, 61, 1: 23-44
- Westoby M. 1998. A leaf-height-seed (LHS) plant ecology strategy scheme. *Plant and Soil*, 199, 2: 213-227
- Westoby, M., Leishman M. R. 1997. Categorizing plant species into functional types. V: *Plant Functional Types: their relevance to ecosystem properties and global change*. Smith T. M., Shugart H. H., Woodward F. I. (ur.). Cambridge, Cambridge University Press: 104-121
- White P. S. 1979. Pattern, process, and natural disturbance in vegetation. *Botanical Review*, 45, 3: 229-299

- Whitfield J. 2002. Ecology: Neutrality versus the niche. *Nature*, 417, 6888: 480-481
- Williamson M., Gaston K. J., Lonsdale W. M. 2001. The species-area relationship does not have an asymptote! *Journal of Biogeography*, 28, 7: 827-830
- Woodward F. I., Cramer W. 1996. Plant functional types and climatic changes: Introduction. *Journal of Vegetation Science*, 7, 3: 306-308
- Woodward, F. I., Kelly C. K. 1997. Plant functional types: towards a definition by environmental constraints. V: *Plant Functional Types: their relevance to ecosystem properties and global change*. Smith T. M., Shugart H. H., Woodward F. I. (ur.). Cambridge, Cambridge University Press: 47-65
- Wright I. J., Reich P. B., Cornelissen J. H. C., Falster D. S., Garnier E., Hikosaka K., Lamont B. B., Lee W., Oleksyn J., Osada N., Poorter H., Villar R., Warton D. I., Westoby M. 2005. Assessing the generality of global leaf trait relationships. *New Phytologist*, 166, 2: 485-496
- Wright I. J., Reich P. B., Westoby M., Ackerly D. D., Baruch Z., Bongers F., Cavender-Bares J., Chapin T., Cornelissen J. H. C., Diemer M., Flexas J., Garnier E., Groom P. K., Gulias J., Hikosaka K., Lamont B. B., Lee T., Lee W., Lusk C., Midgley J. J., Navas M. L., Niinemets U., Oleksyn J., Osada N., Poorter H., Poot P., Prior L., Pyankov V. I., Roumet C., Thomas S. C., Tjoelker M. G., Veneklaas E. J., Villar R. 2004. The worldwide leaf economics spectrum. *Nature*, 428, 6985: 821-827
- Wright I. J., Westoby M., Reich P. B. 2002. Convergence towards higher leaf mass per area in dry and nutrient-poor habitats has different consequences for leaf life span. *Journal of Ecology*, 90, 3: 534-543
- Zackrisson O., Nilsson M.-C., Wardle D. A. 1996. Key ecological function of charcoal from wildfire in the Boreal forest. *Oikos*, 77, 1: 10-19
- Zhou Z. Y., Sun O. J., Huang J. H., Li L. H., Liu P., Han X. G. 2007. Soil carbon and nitrogen stores and storage potential as affected by land-use in an agro-pastoral ecotone of northern China. *Biogeochemistry*, 82, 2: 127-138
- Zobel M. 1997. The relative role of species pools in determining plant species richness. An alternative explanation of species coexistence? *Trends in Ecology & Evolution*, 12, 7: 266-269

ZAHVALA

V prvi vrsti se najlepše zahvaljujem mentorju prof. dr. Francu Batiču za zaupanje in vsestransko podporo v času doktorskega študija. Izredno sem mu hvaležen za to, da mi je omogočil vstop v znanstvene vode.

Najlepša hvala obema članoma komisije za oceno in zagovor disertacije, prof. dr. Francu Lobniku in prof. dr. Mitji Kaligariču za ekspeditivnost pri pregledu naloge. Prof. Kaligariču gre velika zahvala tudi za nekatere nasvete in ideje že v času raziskave; veselim se nadaljnega sodelovanja.

Iskreno se zahvaljujem dr. Mateju Vidrihu za možnost sodelovanja na raziskovalnih ploskvah na Vremščici ter za različne tehtne debate v zvezi s stroko in še čim.

Zahvaljujem se dr. Matjažu Čatru z Gozdarskega inštituta za izredno hitro opravljene meritve in izračune svetlobnih razmer na Vremščici.

Hvala Andreji Hodnik in vsem laborantkam Centra za pedologijo in varstvo okolja za kvalitetno opravljene analize številnih talnih vzorcev.

Hvala Agenciji za raziskovalno dejavnost RS za triinpolletno financiranje mojega statusa mladega raziskovalca.

Velika zahvala gre vsem sodelavcem in prijateljem Katedre za aplikativno botaniko, ekologijo in fiziologijo rastlin za sproščeno vzdušje in številne zanimive znanstvene (in malo manj znanstvene) razprave. Heleni in Bojki hvala za bolj ali manj stalno zvočno ozadje v naši skupni pisarni.

Hvala družini za vso podporo v času študija in tudi sicer na moji življenjski poti.

PRILOGA A

Vegetacijski popisi iz proučevanja učinkov gnojenja in paše na Vremščici. Prikazane so pokrovne vrednosti po Braun-Blanquetu po posameznih popisnih ploskvah. A-E so oznake obravnavanj, 1-12 pa številke popisa znotraj obravnavanja.

[illegible]

PRILOGA B1

Analitski podatki o talnih vzorcih iz proučevanja zaraščanja travnišč s črnim borom na Vremščici. Vsako obravnavanje je imelo 5 ploskev, znotraj vsake ploskve so bila tla vzorčena po dvakrat.

Succ. stadij	Ploskev	Ponovitev	Skupni N (%)	Skupni C (%)	C/N razmerje	pH vrednost	Vsebnost P (mg 100g tal ⁻¹)	Vsebnost K (mg 100g tal ⁻¹)
S1	S1-1	1	1,52	16,69	10,95	5,30	3,00	17,5
S1	S1-1	2	1,40	15,26	10,91	6,32	1,80	13,8
S1	S1-2	1	2,06	22,41	10,87	5,37	3,10	16,3
S1	S1-2	2	2,10	23,01	10,96	5,37	6,50	16,8
S1	S1-3	1	0,98	11,25	11,53	5,87	2,90	10,3
S1	S1-3	2	1,03	11,59	11,24	5,79	2,70	11,2
S1	S1-4	1	1,41	15,20	10,81	5,33	2,10	11,4
S1	S1-4	2	1,53	16,80	10,95	5,26	4,00	16,2
S1	S1-5	1	1,14	12,54	11,04	5,26	2,30	18,8
S1	S1-5	2	1,05	12,21	11,68	5,13	2,70	30,5
S2	S2-1	1	1,68	18,03	10,73	5,94	1,70	17,5
S2	S2-1	2	1,60	17,63	11,00	5,55	1,80	15,4
S2	S2-2	1	1,44	15,82	10,95	6,75	5,50	13,1
S2	S2-2	2	1,36	15,12	11,11	6,35	6,40	13,9
S2	S2-3	1	1,31	14,01	10,69	5,80	2,40	12,3
S2	S2-3	2	1,35	14,84	11,02	5,50	6,20	13,3
S2	S2-4	1	1,28	13,95	10,89	6,36	1,60	17,6
S2	S2-4	2	1,39	15,83	11,42	6,08	1,70	17,8
S2	S2-5	1	1,39	14,59	10,47	6,17	3,10	11,8
S2	S2-5	2	1,64	18,13	11,04	5,91	4,00	14,7
S3	S3-1	1	1,16	13,38	11,55	5,75	1,30	13,2
S3	S3-1	2	1,23	14,30	11,67	5,81	1,60	13,9
S3	S3-2	1	1,19	13,92	11,66	5,83	1,80	12,3
S3	S3-2	2	1,21	14,15	11,69	5,66	1,60	14,6
S3	S3-3	1	1,52	16,64	10,95	5,77	1,90	13,0
S3	S3-3	2	1,64	17,99	11,00	6,15	1,70	16,3
S3	S3-4	1	1,44	15,60	10,83	5,60	1,40	10,8
S3	S3-4	2	1,58	16,44	10,39	5,60	1,70	11,6
S3	S3-5	1	1,64	17,53	10,72	6,50	1,70	14,0
S3	S3-5	2	1,22	13,90	11,38	5,78	1,50	10,2
S4	S4-1	1	1,17	13,53	11,58	5,64	1,90	11,6
S4	S4-1	2	1,26	13,96	11,11	5,56	2,50	8,9
S4	S4-2	1	1,30	14,64	11,29	5,51	2,80	10,0
S4	S4-2	2	1,24	14,40	11,65	5,47	6,90	10,9
S4	S4-3	1	1,12	13,32	11,88	5,37	2,40	10,9
S4	S4-3	2	1,16	13,33	11,49	5,73	1,70	11,3
S4	S4-4	1	1,33	15,46	11,64	5,09	2,50	13,4

se nadaljuje

Sukc. stadij	Ploskev	Ponovitev	Skupni N (%)	Skupni C (%)	C/N razmerje	pH vrednost	Vsebnost P (mg 100g tal ⁻¹)	Vsebnost K (mg 100g tal ⁻¹)
S4	S4-4	2	1,28	14,07	11,01	5,97	1,80	16,8
S4	S4-5	1	1,66	20,03	12,08	6,14	3,00	16,8
S4	S4-5	2	1,46	19,37	13,23	5,54	3,90	14,8
S5	S5-1	1	1,28	16,47	12,84	4,78	2,50	12,1
S5	S5-1	2	1,33	17,04	12,80	5,00	2,80	11,0
S5	S5-2	1	1,56	20,97	13,42	5,31	3,20	17,1
S5	S5-2	2	1,19	17,36	14,57	4,95	3,00	12,1
S5	S5-3	1	1,29	17,79	13,83	4,62	2,40	14,8
S5	S5-3	2	1,14	15,70	13,82	5,03	2,00	11,5
S5	S5-4	1	1,01	13,64	13,45	5,35	1,60	14,9
S5	S5-4	2	1,06	14,60	13,83	4,73	2,10	14,5
S5	S5-5	1	1,33	16,52	12,39	4,91	2,00	11,8
S5	S5-5	2	1,39	17,25	12,43	5,08	2,30	15,1

PRILOGA B2

Podatki o meritvah svetlobnih razmer z metodo hemisferične fotografije iz zaraščajočih travniških površin na Vremščici. Na vsaki ploskvi (5 ploskev na obravnavanje) so bile svetlobne razmere ugotavljane štirikrat.

Succ. stadij	Ploskev	Ponovitev	Odpriost neba (%)	Direktno sončno obsevanje pod zastorom (Mmol m ⁻² dan ⁻¹)	Difuzno sončno obsevanje pod zastorom (Mmol m ⁻² dan ⁻¹)	Skupno sončno obsevanje pod zastorom (Mmol m ⁻² dan ⁻¹)
S1	S1-1	1	100,00	36,45	5,47	41,92
S1	S1-1	2	99,96	36,45	5,47	41,92
S1	S1-1	3	99,99	36,45	5,47	41,92
S1	S1-1	4	99,66	36,45	5,47	41,91
S1	S1-2	1	99,81	36,45	5,47	41,92
S1	S1-2	2	99,81	36,45	5,47	41,92
S1	S1-2	3	99,95	36,45	5,47	41,92
S1	S1-2	4	99,97	36,45	5,47	41,92
S1	S1-3	1	100,00	36,45	5,47	41,92
S1	S1-3	2	99,96	36,45	5,47	41,92
S1	S1-3	3	99,99	36,45	5,47	41,92
S1	S1-3	4	99,66	36,45	5,47	41,91
S1	S1-4	1	95,59	36,43	5,44	41,87
S1	S1-4	2	95,81	36,44	5,44	41,88
S1	S1-4	3	98,95	36,45	5,46	41,91
S1	S1-4	4	99,69	36,45	5,47	41,91
S1	S1-5	1	99,81	36,45	5,47	41,92
S1	S1-5	2	99,81	36,45	5,47	41,92
S1	S1-5	3	99,95	36,45	5,47	41,92
S1	S1-5	4	99,97	36,45	5,47	41,92
S2	S2-1	1	92,72	36,40	5,40	41,80
S2	S2-1	2	93,21	36,42	5,40	41,82
S2	S2-1	3	93,62	36,41	5,41	41,81
S2	S2-1	4	93,29	36,38	5,41	41,79
S2	S2-2	1	94,21	36,42	5,42	41,84
S2	S2-2	2	92,96	36,43	5,40	41,83
S2	S2-2	3	92,93	36,41	5,41	41,82
S2	S2-2	4	93,37	36,35	5,41	41,76
S2	S2-3	1	91,23	36,44	5,36	41,80
S2	S2-3	2	81,10	36,35	5,03	41,38
S2	S2-3	3	84,94	36,31	5,21	41,51
S2	S2-3	4	92,35	36,44	5,38	41,82
S2	S2-4	1	90,44	36,38	5,36	41,74
S2	S2-4	2	90,38	36,38	5,36	41,74
S2	S2-4	3	90,75	36,38	5,37	41,74
S2	S2-4	4	90,61	36,37	5,36	41,73

se nadaljuje

Succ. stadij	Ploskev	Ponovitev	Odprtost neba (%)	Direktno sončno obsevanje pod zastorom (Mmol m ⁻² dan ⁻¹)	Difuzno sončno obsevanje pod zastorom (Mmol m ⁻² dan ⁻¹)	Skupno sončno obsevanje pod zastorom (Mmol m ⁻² dan ⁻¹)
S2	S2-5	1	91,78	36,39	5,37	41,76
S2	S2-5	2	92,19	36,36	5,38	41,74
S2	S2-5	3	93,06	36,39	5,39	41,78
S2	S2-5	4	91,41	36,37	5,36	41,73
S3	S3-1	1	81,31	35,14	5,12	40,25
S3	S3-1	2	82,27	36,05	5,11	41,16
S3	S3-1	3	68,78	29,12	4,58	33,70
S3	S3-1	4	76,75	34,07	5,01	39,08
S3	S3-2	1	62,19	35,70	3,52	39,23
S3	S3-2	2	75,40	31,31	4,90	36,21
S3	S3-2	3	87,45	36,07	5,29	41,36
S3	S3-2	4	66,56	29,47	4,31	33,78
S3	S3-3	1	83,17	36,37	5,17	41,54
S3	S3-3	2	71,42	35,00	4,59	39,59
S3	S3-3	3	71,47	35,72	4,59	40,30
S3	S3-3	4	80,23	35,52	5,11	40,62
S3	S3-4	1	73,22	31,64	4,85	36,50
S3	S3-4	2	65,70	34,54	4,59	39,13
S3	S3-4	3	72,94	35,77	4,79	40,56
S3	S3-4	4	54,67	22,23	3,84	26,07
S3	S3-5	1	71,02	33,88	4,40	38,28
S3	S3-5	2	75,56	33,54	4,83	38,37
S3	S3-5	3	80,19	35,75	5,17	40,92
S3	S3-5	4	79,15	34,95	5,14	40,09
S4	S4-1	1	36,79	21,63	3,21	24,84
S4	S4-1	2	38,82	25,24	2,98	28,23
S4	S4-1	3	50,31	28,60	3,28	31,87
S4	S4-1	4	40,36	18,39	3,31	21,70
S4	S4-2	1	36,32	23,29	2,78	26,07
S4	S4-2	2	20,35	9,95	1,23	11,18
S4	S4-2	3	24,44	9,81	1,33	11,14
S4	S4-2	4	29,78	14,26	1,98	16,24
S4	S4-3	1	15,66	11,28	1,23	12,51
S4	S4-3	2	30,02	11,20	2,48	13,68
S4	S4-3	3	32,59	20,36	2,79	23,15
S4	S4-3	4	24,50	8,24	1,74	9,98
S4	S4-4	1	18,34	10,54	1,16	11,70
S4	S4-4	2	21,71	12,82	1,70	14,53
S4	S4-4	3	64,28	31,43	4,63	36,06
S4	S4-4	4	59,01	27,02	4,03	31,05
S4	S4-5	1	22,75	10,81	1,35	12,17
S4	S4-5	2	28,86	13,73	2,19	15,92
S4	S4-5	3	31,16	20,74	2,77	23,50

se nadaljuje

Succ. stadij	Ploskev	Ponovitev	Odpprtost neba (%)	Direktno sončno obsevanje pod zastorom (Mmol m ⁻² dan ⁻¹)	Difuzno sončno obsevanje pod zastorom (Mmol m ⁻² dan ⁻¹)	Skupno sončno obsevanje pod zastorom (Mmol m ⁻² dan ⁻¹)
S4	S4-5	4	50,25	28,73	3,90	32,63
S5	S5-1	1	21,29	11,50	1,69	13,19
S5	S5-1	2	20,98	14,51	1,76	16,27
S5	S5-1	3	21,53	13,14	1,76	14,90
S5	S5-1	4	22,43	11,80	1,67	13,47
S5	S5-2	1	20,93	12,40	1,73	14,12
S5	S5-2	2	20,28	10,34	1,74	12,09
S5	S5-2	3	20,21	13,26	1,73	14,99
S5	S5-2	4	18,77	13,53	1,57	15,10
S5	S5-3	1	17,15	8,48	1,53	10,01
S5	S5-3	2	18,48	12,00	1,59	13,59
S5	S5-3	3	19,77	12,56	1,71	14,28
S5	S5-3	4	19,48	13,60	1,65	15,25
S5	S5-4	1	18,88	13,61	1,63	15,24
S5	S5-4	2	21,82	15,76	1,74	17,50
S5	S5-4	3	18,71	12,82	1,63	14,46
S5	S5-4	4	18,33	11,17	1,64	12,81
S5	S5-5	1	22,00	10,84	1,77	12,62
S5	S5-5	2	21,36	14,87	1,74	16,61
S5	S5-5	3	21,21	12,02	1,72	13,74
S5	S5-5	4	23,36	11,11	1,83	12,94

PRILOGA B3

Floristični podatki iz zaraščajočih površin na Vremščici po obravnavanjih, ploskvah in vgnzdenih kvadratih.

Sukc. Stadij	Ploskev	Vgnezdjeni kvadrat	Dolžina stranice vgnezd. kvadrata (cm)	Vrsta	Sukc. Stadij	Ploskev	Vgnezdjeni kvadrat	Dolžina stranice vgnezd. kvadrata (cm)	Vrsta
S1	S1-1	S1-1-A	62,5	Allium senescens	S1	S1-2	S1-2-B	125	Coronilla vaginalis
S1	S1-1	S1-1-A	62,5	Anthyllis montana	S1	S1-2	S1-2-B	125	Festuca rupicola
S1	S1-1	S1-1-A	62,5	Bromopsis erecta	S1	S1-2	S1-2-B	125	Scorzonera austriaca
S1	S1-1	S1-1-A	62,5	Carex humilis	S1	S1-2	S1-2-C	250	Betonica serotina
S1	S1-1	S1-1-A	62,5	Festuca rupicola	S1	S1-2	S1-2-C	250	Filipendula vulgaris
S1	S1-1	S1-1-A	62,5	Genista sericea	S1	S1-2	S1-2-C	250	Inula hirta
S1	S1-1	S1-1-A	62,5	Koeleria lobata	S1	S1-2	S1-2-C	250	Leontodon crispus
S1	S1-1	S1-1-A	62,5	Potentilla tommasiniana	S1	S1-2	S1-2-C	250	Leucanthemum liburnicum
S1	S1-1	S1-1-A	62,5	Pseudolysimachion barrelieri	S1	S1-2	S1-2-C	250	Lotus corniculatus
S1	S1-1	S1-1-A	62,5	Taraxacum officinale	S1	S1-2	S1-2-C	250	Plantago argentea
S1	S1-1	S1-1-A	62,5	Thymus serpyllum	S1	S1-2	S1-2-C	250	Teucrium montanum
S1	S1-1	S1-1-B	125	Anthericum ramosum	S1	S1-2	S1-2-C	250	Thalictrum minus
S1	S1-1	S1-1-B	125	Galium corrudifolium	S1	S1-2	S1-2-D	500	Campanula glomerata
S1	S1-1	S1-1-B	125	Plantago holostium	S1	S1-2	S1-2-D	500	Genista sericea
S1	S1-1	S1-1-B	125	Scabiosa triandra	S1	S1-2	S1-2-D	500	Ranunculus bulbosus
S1	S1-1	S1-1-B	125	Thalictrum minus	S1	S1-2	S1-2-E	1000	Geranium sanguineum
S1	S1-1	S1-1-B	125	Thesium linophyllum	S1	S1-2	S1-2-E	1000	Satureja subspicata
S1	S1-1	S1-1-B	125	Trinia glauca	S1	S1-2	S1-2-E	1000	Sonchus asper
S1	S1-1	S1-1-C	250	Allium carinatum	S1	S1-2	S1-2-E	1000	Thesium linophyllum
S1	S1-1	S1-1-C	250	Anthyllis vulneraria	S1	S1-2	S1-2-E	1000	Trifolium pratense
S1	S1-1	S1-1-C	250	Brachypodium rupestre	S1	S1-2	S1-2-F	2000	Achillea collina
S1	S1-1	S1-1-C	250	Centaurea bracteata	S1	S1-2	S1-2-F	2000	Anthyllis vulneraria
S1	S1-1	S1-1-C	250	Knautia illyrica	S1	S1-2	S1-2-F	2000	Carlina acaulis
S1	S1-1	S1-1-C	250	Plantago argentea	S1	S1-2	S1-2-F	2000	Centaurea rupestris
S1	S1-1	S1-1-C	250	Trifolium montanum	S1	S1-2	S1-2-F	2000	Dianthus tergestinus
S1	S1-1	S1-1-D	500	Asperula cynanchica	S1	S1-2	S1-2-F	2000	Linum catharticum
S1	S1-1	S1-1-D	500	Betonica serotina	S1	S1-2	S1-2-F	2000	Luzula campestris
S1	S1-1	S1-1-D	500	Biscutella laevigata	S1	S1-2	S1-2-F	2000	Taraxacum officinale
S1	S1-1	S1-1-D	500	Campanula glomerata	S1	S1-3	S1-3-A	62,5	Achillea collina
S1	S1-1	S1-1-D	500	Filipendula vulgaris	S1	S1-3	S1-3-A	62,5	Betonica serotina
S1	S1-1	S1-1-D	500	Ranunculus bulbosus	S1	S1-3	S1-3-A	62,5	Brachypodium rupestre
S1	S1-1	S1-1-E	1000	Centaurea rupestris	S1	S1-3	S1-3-A	62,5	Bromopsis erecta
S1	S1-1	S1-1-E	1000	Centaurea triumfettii	S1	S1-3	S1-3-A	62,5	Carex humilis
S1	S1-1	S1-1-E	1000	Genista sylvestris	S1	S1-3	S1-3-A	62,5	Centaurea pannonica
S1	S1-1	S1-1-E	1000	Inula hirta	S1	S1-3	S1-3-A	62,5	Festuca rupicola
S1	S1-1	S1-1-E	1000	Leontodon hispidus	S1	S1-3	S1-3-A	62,5	Filipendula vulgaris
S1	S1-1	S1-1-E	1000	Peucedanum oreoselinum	S1	S1-3	S1-3-A	62,5	Koeleria lobata
S1	S1-1	S1-1-F	2000	Achillea collina	S1	S1-3	S1-3-A	62,5	Potentilla tommasiniana
S1	S1-1	S1-1-F	2000	Campanula glomerata	S1	S1-3	S1-3-A	62,5	Thymus serpyllum
S1	S1-1	S1-1-F	2000	Carex caryophylla	S1	S1-3	S1-3-A	62,5	Trifolium pratense
S1	S1-1	S1-1-F	2000	Plantago media	S1	S1-3	S1-3-B	125	Carex caryophylla
S1	S1-1	S1-1-F	2000	Sedum sexangulare	S1	S1-3	S1-3-B	125	Galium corrudifolium
S1	S1-1	S1-1-F	2000	Silene vulgaris	S1	S1-3	S1-3-B	125	Inula hirta
S1	S1-1	S1-1-F	2000	Stellaria sp.	S1	S1-3	S1-3-B	125	Plantago argentea
S1	S1-1	S1-1-F	2000	Trifolium pratense	S1	S1-3	S1-3-B	125	Potentilla australis
S1	S1-2	S1-2-A	62,5	Allium carinatum	S1	S1-3	S1-3-C	250	Asperula cynanchica
S1	S1-2	S1-2-A	62,5	Allium senescens	S1	S1-3	S1-3-C	250	Campanula glomerata
S1	S1-2	S1-2-A	62,5	Bromopsis erecta	S1	S1-3	S1-3-C	250	Globularia cordifolia
S1	S1-2	S1-2-A	62,5	Carex caryophylla	S1	S1-3	S1-3-C	250	Lotus corniculatus
S1	S1-2	S1-2-A	62,5	Carex humilis	S1	S1-3	S1-3-C	250	Peucedanum oreoselinum
S1	S1-2	S1-2-A	62,5	Galium corrudifolium	S1	S1-3	S1-3-C	250	Plantago media
S1	S1-2	S1-2-A	62,5	Globularia cordifolia	S1	S1-3	S1-3-C	250	Pseudolysimachion barrelieri
S1	S1-2	S1-2-A	62,5	Koeleria lobata	S1	S1-3	S1-3-C	250	Sanguisorba muricata
S1	S1-2	S1-2-A	62,5	Plantago holostium	S1	S1-3	S1-3-D	500	Geranium sanguineum
S1	S1-2	S1-2-A	62,5	Potentilla australis	S1	S1-3	S1-3-D	500	Ranunculus bulbosus
S1	S1-2	S1-2-A	62,5	Potentilla tommasiniana	S1	S1-3	S1-3-D	500	Scabiosa triandra
S1	S1-2	S1-2-A	62,5	Pseudolysimachion barrelieri	S1	S1-3	S1-3-D	500	Taraxacum officinale
S1	S1-2	S1-2-A	62,5	Thymus serpyllum	S1	S1-3	S1-3-D	500	Thalictrum minus
S1	S1-2	S1-2-B	125	Anthyllis montana	S1	S1-3	S1-3-E	1000	Allium carinatum

se nadaljuje

Sukc. Stadij	Ploskev	Vgnezdjeni kvadrat	Dolžina stranice vgnezd. kvadrata (cm)	Vrsta
S1	S1-3	S1-3-E	1000	Allium senescens
S1	S1-3	S1-3-E	1000	Carlina acaulis
S1	S1-3	S1-3-E	1000	Cerastium holosteoides
S1	S1-3	S1-3-E	1000	Genista sericea
S1	S1-3	S1-3-E	1000	Hippocrepis comosa
S1	S1-3	S1-3-F	2000	Campanula rotundifolia
S1	S1-3	S1-3-F	2000	Centaurea triumfettii
S1	S1-3	S1-3-F	2000	Leontodon hispidus
S1	S1-3	S1-3-F	2000	Leucanthemum liburnicum
S1	S1-3	S1-3-F	2000	Plantago holosteum
S1	S1-3	S1-3-F	2000	Polygala nicaeensis
S1	S1-3	S1-3-F	2000	Rumex acetosella
S1	S1-3	S1-3-F	2000	Sedum sexangulare
S1	S1-3	S1-3-F	2000	Veronica jacquinii
S1	S1-4	S1-4-A	62,5	Betonica serotina
S1	S1-4	S1-4-A	62,5	Bromopsis erecta
S1	S1-4	S1-4-A	62,5	Carex caryophyllea
S1	S1-4	S1-4-A	62,5	Carex humilis
S1	S1-4	S1-4-A	62,5	Festuca rupicola
S1	S1-4	S1-4-A	62,5	Globularia cordifolia
S1	S1-4	S1-4-A	62,5	Plantago argentea
S1	S1-4	S1-4-A	62,5	Potentilla australis
S1	S1-4	S1-4-A	62,5	Pseudolysimachion barrelieri
S1	S1-4	S1-4-A	62,5	Taraxacum officinale
S1	S1-4	S1-4-A	62,5	Thymus serpyllum
S1	S1-4	S1-4-B	125	Allium carinatum
S1	S1-4	S1-4-B	125	Allium senescens
S1	S1-4	S1-4-B	125	Carduus nutans
S1	S1-4	S1-4-B	125	Koeleria lobata
S1	S1-4	S1-4-B	125	Lotus corniculatus
S1	S1-4	S1-4-B	125	Plantago media
S1	S1-4	S1-4-B	125	Ranunculus bulbosus
S1	S1-4	S1-4-C	250	Campanula glomerata
S1	S1-4	S1-4-C	250	Centaurea triumfettii
S1	S1-4	S1-4-C	250	Filipendula vulgaris
S1	S1-4	S1-4-C	250	Galium corrudifolium
S1	S1-4	S1-4-C	250	Inula hirta
S1	S1-4	S1-4-C	250	Thesium linophyllum
S1	S1-4	S1-4-C	250	Trifolium montanum
S1	S1-4	S1-4-D	500	Anthericum ramosum
S1	S1-4	S1-4-D	500	Brachypodium rupestre
S1	S1-4	S1-4-D	500	Genista sericea
S1	S1-4	S1-4-D	500	Scabiosa triandra
S1	S1-4	S1-4-D	500	Sesleria juncifolia
S1	S1-4	S1-4-D	500	Thalictrum minus
S1	S1-4	S1-4-D	500	Trifolium montanum
S1	S1-4	S1-4-E	1000	Anthyllis vulneraria
S1	S1-4	S1-4-E	1000	Asperula cynanchica
S1	S1-4	S1-4-E	1000	Centaurea rupestris
S1	S1-4	S1-4-E	1000	Coronilla vaginalis
S1	S1-4	S1-4-E	1000	Leucanthemum liburnicum
S1	S1-4	S1-4-E	1000	Plantago holosteum
S1	S1-4	S1-4-E	1000	Polygala nicaeensis
S1	S1-4	S1-4-F	2000	Centaurea pannonica
S1	S1-4	S1-4-F	2000	Juniperus communis
S1	S1-4	S1-4-F	2000	Knautia illyrica
S1	S1-4	S1-4-F	2000	Linum catharticum
S1	S1-4	S1-4-F	2000	Luzula campestris
S1	S1-4	S1-4-F	2000	Sanguisorba muricata
S1	S1-5	S1-5-A	62,5	Bromopsis erecta
S1	S1-5	S1-5-A	62,5	Carex humilis
S1	S1-5	S1-5-A	62,5	Cerastium sp.
S1	S1-5	S1-5-A	62,5	Koeleria lobata
S1	S1-5	S1-5-A	62,5	Plantago argentea
S1	S1-5	S1-5-A	62,5	Potentilla australis
S1	S1-5	S1-5-A	62,5	Taraxacum officinale
S1	S1-5	S1-5-A	62,5	Thalictrum minus

Sukc. Stadij	Ploskev	Vgnezdjeni kvadrat	Dolžina stranice vgnezd. kvadrata (cm)	Vrsta
S1	S1-5	S1-5-A	62,5	Thymus serpyllum
S1	S1-5	S1-5-B	125	Asperula cynanchica
S1	S1-5	S1-5-B	125	Carex caryophyllea
S1	S1-5	S1-5-B	125	Carlina acaulis
S1	S1-5	S1-5-B	125	Festuca rupicola
S1	S1-5	S1-5-B	125	Globularia cordifolia
S1	S1-5	S1-5-B	125	Inula hirta
S1	S1-5	S1-5-B	125	Lotus corniculatus
S1	S1-5	S1-5-B	125	Plantago media
S1	S1-5	S1-5-B	125	Pseudolysimachion barrelieri
S1	S1-5	S1-5-C	250	Allium senescens
S1	S1-5	S1-5-C	250	Campanula glomerata
S1	S1-5	S1-5-C	250	Filipendula vulgaris
S1	S1-5	S1-5-C	250	Galium corrudifolium
S1	S1-5	S1-5-C	250	Hippocrepis comosa
S1	S1-5	S1-5-C	250	Ranunculus bulbosus
S1	S1-5	S1-5-C	250	Scabiosa triandra
S1	S1-5	S1-5-C	250	Thesium linophyllum
S1	S1-5	S1-5-C	250	Trifolium montanum
S1	S1-5	S1-5-D	500	Carduus nutans
S1	S1-5	S1-5-D	500	Centaurea bracteata
S1	S1-5	S1-5-D	500	Centaurea pannonica
S1	S1-5	S1-5-D	500	Euphorbia verrucosa
S1	S1-5	S1-5-D	500	Knautia illyrica
S1	S1-5	S1-5-D	500	Leontodon hispidus
S1	S1-5	S1-5-D	500	Leucanthemum liburnicum
S1	S1-5	S1-5-E	1000	Bupleurum ranunculoides
S1	S1-5	S1-5-E	1000	Genista sylvestris
S1	S1-5	S1-5-E	1000	Linum catharticum
S1	S1-5	S1-5-E	1000	Polygala nicaeensis
S1	S1-5	S1-5-E	1000	Sedum sexangulare
S1	S1-5	S1-5-E	1000	Sesleria juncifolia
S1	S1-5	S1-5-F	2000	Betonica serotina
S1	S1-5	S1-5-F	2000	Brachypodium rupestre
S1	S1-5	S1-5-F	2000	Cerastium brachypetalum
S1	S1-5	S1-5-F	2000	Poa pratensis
S1	S1-5	S1-5-F	2000	Potentilla erecta
S1	S1-5	S1-5-F	2000	Sanguisorba muricata
S1	S1-5	S1-5-F	2000	Trifolium pratense
S1	S1-5	S1-5-F	2000	Veronica chamaedrys
S2	S2-1	S2-1-A	62,5	Allium sphaerocephalon
S2	S2-1	S2-1-A	62,5	Bromopsis erecta
S2	S2-1	S2-1-A	62,5	Carex humilis
S2	S2-1	S2-1-A	62,5	Centaurea rupestris
S2	S2-1	S2-1-A	62,5	Dorycnium germanicum
S2	S2-1	S2-1-A	62,5	Filipendula vulgaris
S2	S2-1	S2-1-A	62,5	Galium corrudifolium
S2	S2-1	S2-1-A	62,5	Globularia cordifolia
S2	S2-1	S2-1-A	62,5	Inula hirta
S2	S2-1	S2-1-A	62,5	Knautia illyrica
S2	S2-1	S2-1-A	62,5	Koeleria lobata
S2	S2-1	S2-1-A	62,5	Leucanthemum liburnicum
S2	S2-1	S2-1-A	62,5	Lotus corniculatus
S2	S2-1	S2-1-A	62,5	Plantago argentea
S2	S2-1	S2-1-A	62,5	Plantago holosteum
S2	S2-1	S2-1-A	62,5	Teucrium chamaedrys
S2	S2-1	S2-1-A	62,5	Teucrium montanum
S2	S2-1	S2-1-A	62,5	Thymus serpyllum
S2	S2-1	S2-1-B	125	Allium senescens
S2	S2-1	S2-1-B	125	Anthericum ramosum
S2	S2-1	S2-1-B	125	Anthyllis vulneraria
S2	S2-1	S2-1-B	125	Asperula cynanchica
S2	S2-1	S2-1-B	125	Danthonia alpina
S2	S2-1	S2-1-B	125	Euphorbia nicaeensis
S2	S2-1	S2-1-B	125	Pseudolysimachion barrelieri
S2	S2-1	S2-1-B	125	Satureja subspicata
S2	S2-1	S2-1-B	125	Scabiosa triandra

Sukc. Stadij	Ploskev	Vgnezdjeni kvadrat	Dolžina stranice vgnezd. kvadrata (cm)	Vrsta
S2	S2-1	S2-1-B	125	Trifolium montanum
S2	S2-1	S2-1-B	125	Viola hirta
S2	S2-1	S2-1-C	250	Campanula glomerata
S2	S2-1	S2-1-C	250	Carlina acaulis
S2	S2-1	S2-1-C	250	Leontodon crispus
S2	S2-1	S2-1-C	250	Potentilla australis
S2	S2-1	S2-1-C	250	Vincetoxicum hirsutaria
S2	S2-1	S2-1-D	500	Brachypodium rupestre
S2	S2-1	S2-1-D	500	Carex caryophyllea
S2	S2-1	S2-1-D	500	Crepis chondrillodes
S2	S2-1	S2-1-D	500	Inula ensifolia
S2	S2-1	S2-1-D	500	Linum catharticum
S2	S2-1	S2-1-D	500	Potentilla tommasiniana
S2	S2-1	S2-1-D	500	Scorzonera austriaca
S2	S2-1	S2-1-E	1000	Anthyllis montana
S2	S2-1	S2-1-E	1000	Euphorbia cyparissias
S2	S2-1	S2-1-E	1000	Pulsatilla montana
S2	S2-1	S2-1-E	1000	Quercus pubescens
S2	S2-1	S2-1-E	1000	Stipa eriocalis
S2	S2-1	S2-1-F	2000	Betonica serotina
S2	S2-1	S2-1-F	2000	Carduus nutans
S2	S2-1	S2-1-F	2000	Leontodon hispidus
S2	S2-2	S2-2-A	62,5	Bromopsis erecta
S2	S2-2	S2-2-A	62,5	Carex caryophyllea
S2	S2-2	S2-2-A	62,5	Carex humilis
S2	S2-2	S2-2-A	62,5	Euphorbia nicaeensis
S2	S2-2	S2-2-A	62,5	Festuca rupicola
S2	S2-2	S2-2-A	62,5	Filipendula vulgaris
S2	S2-2	S2-2-A	62,5	Galium corradifolium
S2	S2-2	S2-2-A	62,5	Genista sericea
S2	S2-2	S2-2-A	62,5	Genista sylvestris
S2	S2-2	S2-2-A	62,5	Koeleria lobata
S2	S2-2	S2-2-A	62,5	Lotus corniculatus
S2	S2-2	S2-2-A	62,5	Plantago argentea
S2	S2-2	S2-2-A	62,5	Pseudolysimachion barrelieri
S2	S2-2	S2-2-A	62,5	Sanguisorba muricata
S2	S2-2	S2-2-A	62,5	Sedum sexangulare
S2	S2-2	S2-2-A	62,5	Taraxacum officinale
S2	S2-2	S2-2-A	62,5	Thalictrum minus
S2	S2-2	S2-2-A	62,5	Thymus serpyllum
S2	S2-2	S2-2-A	62,5	Trifolium montanum
S2	S2-2	S2-2-B	125	Asperula cynanchica
S2	S2-2	S2-2-B	125	Globularia punctata
S2	S2-2	S2-2-B	125	Inula hirta
S2	S2-2	S2-2-B	125	Scabiosa triandra
S2	S2-2	S2-2-C	250	Allium carinatum
S2	S2-2	S2-2-C	250	Anthericum ramosum
S2	S2-2	S2-2-C	250	Campanula glomerata
S2	S2-2	S2-2-C	250	Helianthemum ovatum
S2	S2-2	S2-2-C	250	Knautia illyrica
S2	S2-2	S2-2-C	250	Potentilla australis
S2	S2-2	S2-2-C	250	Satureja subspicata
S2	S2-2	S2-2-D	500	Euphorbia cyparissias
S2	S2-2	S2-2-D	500	Globularia cordifolia
S2	S2-2	S2-2-D	500	Leontodon autumnalis
S2	S2-2	S2-2-D	500	Peucedanum oreoselinum
S2	S2-2	S2-2-D	500	Plantago holostium
S2	S2-2	S2-2-E	1000	Carduus nutans
S2	S2-2	S2-2-E	1000	Carlina acaulis
S2	S2-2	S2-2-E	1000	Centaurea bracteata
S2	S2-2	S2-2-E	1000	Geranium pusillum
S2	S2-2	S2-2-E	1000	Hippocrepis comosa
S2	S2-2	S2-2-E	1000	Inula ensifolia
S2	S2-2	S2-2-E	1000	Leontodon crispus
S2	S2-2	S2-2-E	1000	Teucrium montanum
S2	S2-2	S2-2-F	2000	Allium sphaerocephalon
S2	S2-2	S2-2-F	2000	Anthyllis montana

Sukc. Stadij	Ploskev	Vgnezdjeni kvadrat	Dolžina stranice vgnezd. kvadrata (cm)	Vrsta
S2	S2-2	S2-2-F	2000	Betonica serotina
S2	S2-2	S2-2-F	2000	Brachypodium rupestre
S2	S2-2	S2-2-F	2000	Dactylis glomerata
S2	S2-2	S2-2-F	2000	Leucanthemum liburnicum
S2	S2-2	S2-2-F	2000	Potentilla tommasiniana
S2	S2-2	S2-2-F	2000	Trinia glauca
S2	S2-3	S2-3-A	62,5	Allium senescens
S2	S2-3	S2-3-A	62,5	Anthericum ramosum
S2	S2-3	S2-3-A	62,5	Bromopsis erecta
S2	S2-3	S2-3-A	62,5	Carex humilis
S2	S2-3	S2-3-A	62,5	Centaurea rupestris
S2	S2-3	S2-3-A	62,5	Galium corradifolium
S2	S2-3	S2-3-A	62,5	Genista sericea
S2	S2-3	S2-3-A	62,5	Koeleria lobata
S2	S2-3	S2-3-A	62,5	Plantago argentea
S2	S2-3	S2-3-A	62,5	Plantago holostium
S2	S2-3	S2-3-A	62,5	Potentilla tommasiniana
S2	S2-3	S2-3-A	62,5	Satureja subspicata
S2	S2-3	S2-3-A	62,5	Sesleria juncifolia
S2	S2-3	S2-3-A	62,5	Teucrium montanum
S2	S2-3	S2-3-A	62,5	Thymus serpyllum
S2	S2-3	S2-3-A	62,5	Trinia glauca
S2	S2-3	S2-3-B	125	Anthyllis montana
S2	S2-3	S2-3-B	125	Asperula cynanchica
S2	S2-3	S2-3-B	125	Euphorbia nicaeensis
S2	S2-3	S2-3-B	125	Festuca rupicola
S2	S2-3	S2-3-B	125	Globularia cordifolia
S2	S2-3	S2-3-B	125	Hippocrepis comosa
S2	S2-3	S2-3-B	125	Inula ensifolia
S2	S2-3	S2-3-B	125	Potentilla australis
S2	S2-3	S2-3-B	125	Pseudolysimachion barrelieri
S2	S2-3	S2-3-B	125	Thesium linophyllum
S2	S2-3	S2-3-C	250	Betonica serotina
S2	S2-3	S2-3-C	250	Carlina acaulis
S2	S2-3	S2-3-C	250	Filipendula vulgaris
S2	S2-3	S2-3-C	250	Knautia illyrica
S2	S2-3	S2-3-C	250	Scabiosa triandra
S2	S2-3	S2-3-C	250	Scorzonera austriaca
S2	S2-3	S2-3-C	250	Thalictrum minus
S2	S2-3	S2-3-C	250	Trifolium montanum
S2	S2-3	S2-3-D	500	Centaurea bracteata
S2	S2-3	S2-3-D	500	Coronilla vaginalis
S2	S2-3	S2-3-D	500	Leucanthemum liburnicum
S2	S2-3	S2-3-D	500	Lotus corniculatus
S2	S2-3	S2-3-D	500	Plantago media
S2	S2-3	S2-3-D	500	Viola hirta
S2	S2-3	S2-3-E	1000	Campanula glomerata
S2	S2-3	S2-3-E	1000	Euphorbia cyparissias
S2	S2-3	S2-3-E	1000	Gentiana lutea
S2	S2-3	S2-3-E	1000	Laserpitium siler
S2	S2-3	S2-3-E	1000	Peucedanum oreoselinum
S2	S2-3	S2-3-E	1000	Pinus nigra
S2	S2-3	S2-3-E	1000	Stipa eriocalis
S2	S2-3	S2-3-F	2000	Helianthemum ovatum
S2	S2-3	S2-3-F	2000	Hypochoeris radicata
S2	S2-3	S2-3-F	2000	Sedum sexangulare
S2	S2-4	S2-4-A	62,5	Allium carinatum
S2	S2-4	S2-4-A	62,5	Anthyllis vulneraria
S2	S2-4	S2-4-A	62,5	Bromopsis erecta
S2	S2-4	S2-4-A	62,5	Carex caryophyllea
S2	S2-4	S2-4-A	62,5	Carex humilis
S2	S2-4	S2-4-A	62,5	Eryngium amethystinum
S2	S2-4	S2-4-A	62,5	Filipendula vulgaris
S2	S2-4	S2-4-A	62,5	Galium corradifolium
S2	S2-4	S2-4-A	62,5	Genista sericea
S2	S2-4	S2-4-A	62,5	Globularia cordifolia
S2	S2-4	S2-4-A	62,5	Koeleria lobata

Sukc. Stadij	Ploskev	Vgnezdni kvadrat	Dolžina stranice vgnezd. kvadrata (cm)	Vrsta
S2	S2-4	S2-4-A	62,5	Orobancha sp.
S2	S2-4	S2-4-A	62,5	Plantago argentea
S2	S2-4	S2-4-A	62,5	Pseudolysimachion barrelieri
S2	S2-4	S2-4-A	62,5	Satureja subspicata
S2	S2-4	S2-4-A	62,5	Scorzonera austriaca
S2	S2-4	S2-4-A	62,5	Teucrium montanum
S2	S2-4	S2-4-A	62,5	Thalictrum minus
S2	S2-4	S2-4-A	62,5	Thymus serpyllum
S2	S2-4	S2-4-B	125	Allium senescens
S2	S2-4	S2-4-B	125	Centaurea rupestris
S2	S2-4	S2-4-B	125	Dorycnium germanicum
S2	S2-4	S2-4-B	125	Festuca rupicola
S2	S2-4	S2-4-B	125	Inula ensifolia
S2	S2-4	S2-4-B	125	Knautia fleischmannii
S2	S2-4	S2-4-B	125	Leontodon crispus
S2	S2-4	S2-4-B	125	Potentilla australis
S2	S2-4	S2-4-B	125	Stipa eriocalis
S2	S2-4	S2-4-C	250	Betonica serotina
S2	S2-4	S2-4-C	250	Campanula glomerata
S2	S2-4	S2-4-C	250	Crepis chondrilloides
S2	S2-4	S2-4-C	250	Euphorbia nicaeensis
S2	S2-4	S2-4-C	250	Lotus corniculatus
S2	S2-4	S2-4-C	250	Trinia glauca
S2	S2-4	S2-4-C	250	Vincetoxicum hirsutaria
S2	S2-4	S2-4-D	500	Knautia illyrica
S2	S2-4	S2-4-D	500	Linum tenuifolium
S2	S2-4	S2-4-D	500	Plantago holostium
S2	S2-4	S2-4-D	500	Potentilla tommasiniana
S2	S2-4	S2-4-E	1000	Asperula cynanchica
S2	S2-4	S2-4-E	1000	Brachypodium rupestre
S2	S2-4	S2-4-E	1000	Genista sylvestris
S2	S2-4	S2-4-E	1000	Inula hirta
S2	S2-4	S2-4-E	1000	Leucanthemum liburnicum
S2	S2-4	S2-4-E	1000	Viola hirta
S2	S2-4	S2-4-F	2000	Anthericum ramosum
S2	S2-4	S2-4-F	2000	Anthyllis montana
S2	S2-4	S2-4-F	2000	Centaurea bracteata
S2	S2-4	S2-4-F	2000	Danthonia alpina
S2	S2-4	S2-4-F	2000	Hippocrepis comosa
S2	S2-4	S2-4-F	2000	Juniperus communis
S2	S2-4	S2-4-F	2000	Pinus nigra
S2	S2-4	S2-4-F	2000	Salvia pratensis
S2	S2-4	S2-4-F	2000	Sorbus aria
S2	S2-5	S2-5-A	62,5	Allium senescens
S2	S2-5	S2-5-A	62,5	Bromopsis erecta
S2	S2-5	S2-5-A	62,5	Carex caryophylla
S2	S2-5	S2-5-A	62,5	Carex humilis
S2	S2-5	S2-5-A	62,5	Genista sericea
S2	S2-5	S2-5-A	62,5	Globularia cordifolia
S2	S2-5	S2-5-A	62,5	Hippocrepis comosa
S2	S2-5	S2-5-A	62,5	Inula hirta
S2	S2-5	S2-5-A	62,5	Knautia illyrica
S2	S2-5	S2-5-A	62,5	Koeleria lobata
S2	S2-5	S2-5-A	62,5	Lotus corniculatus
S2	S2-5	S2-5-A	62,5	Plantago argentea
S2	S2-5	S2-5-A	62,5	Potentilla australis
S2	S2-5	S2-5-A	62,5	Satureja subspicata
S2	S2-5	S2-5-A	62,5	Scorzonera austriaca
S2	S2-5	S2-5-A	62,5	Teucrium montanum
S2	S2-5	S2-5-B	125	Anthericum ramosum
S2	S2-5	S2-5-B	125	Carlina acaulis
S2	S2-5	S2-5-B	125	Centaurea rupestris
S2	S2-5	S2-5-B	125	Orobancha sp.
S2	S2-5	S2-5-C	250	Betonica serotina
S2	S2-5	S2-5-C	250	Campanula glomerata
S2	S2-5	S2-5-C	250	Centaurea triumfetti
S2	S2-5	S2-5-C	250	Filipendula vulgaris

Sukc. Stadij	Ploskev	Vgnezdni kvadrat	Dolžina stranice vgnezd. kvadrata (cm)	Vrsta
S2	S2-5	S2-5-C	250	Inula ensifolia
S2	S2-5	S2-5-D	500	Euphorbia nicaeensis
S2	S2-5	S2-5-D	500	Galium corrudifolium
S2	S2-5	S2-5-D	500	Genista sylvestris
S2	S2-5	S2-5-D	500	Pinus nigra
S2	S2-5	S2-5-D	500	Vincetoxicum hirsutaria
S2	S2-5	S2-5-E	1000	Biscutella laevigata
S2	S2-5	S2-5-E	1000	Leucanthemum liburnicum
S2	S2-5	S2-5-E	1000	Plantago holostium
S2	S2-5	S2-5-E	1000	Pseudolysimachion barrelieri
S2	S2-5	S2-5-E	1000	Thalictrum minus
S2	S2-5	S2-5-F	2000	Anthyllis montana
S2	S2-5	S2-5-F	2000	Coronilla vaginalis
S2	S2-5	S2-5-F	2000	Juniperus communis
S2	S2-5	S2-5-F	2000	Potentilla tommasiniana
S2	S2-5	S2-5-F	2000	Sesleria juncifolia
S2	S2-5	S2-5-F	2000	Stipa eriocalis
S2	S2-5	S2-5-F	2000	Trifolium montanum
S3	S3-1	S3-1-A	62,5	Bromopsis erecta
S3	S3-1	S3-1-A	62,5	Bupthalamum salicifolium
S3	S3-1	S3-1-A	62,5	Campanula glomerata
S3	S3-1	S3-1-A	62,5	Carex caryophylla
S3	S3-1	S3-1-A	62,5	Carex humilis
S3	S3-1	S3-1-A	62,5	Filipendula vulgaris
S3	S3-1	S3-1-A	62,5	Globularia cordifolia
S3	S3-1	S3-1-A	62,5	Inula hirta
S3	S3-1	S3-1-A	62,5	Koeleria lobata
S3	S3-1	S3-1-A	62,5	Lotus corniculatus
S3	S3-1	S3-1-A	62,5	Potentilla australis
S3	S3-1	S3-1-A	62,5	Teucrium montanum
S3	S3-1	S3-1-A	62,5	Thalictrum minus
S3	S3-1	S3-1-A	62,5	Thymus serpyllum
S3	S3-1	S3-1-A	62,5	Trifolium montanum
S3	S3-1	S3-1-B	125	Allium senescens
S3	S3-1	S3-1-B	125	Brachypodium rupestre
S3	S3-1	S3-1-B	125	Centaurea rupestris
S3	S3-1	S3-1-B	125	Danthonia alpina
S3	S3-1	S3-1-B	125	Festuca rupicola
S3	S3-1	S3-1-B	125	Galium corrudifolium
S3	S3-1	S3-1-B	125	Genista sericea
S3	S3-1	S3-1-B	125	Orobancha sp.
S3	S3-1	S3-1-B	125	Plantago argentea
S3	S3-1	S3-1-B	125	Viola hirta
S3	S3-1	S3-1-C	250	Anthyllis vulneraria
S3	S3-1	S3-1-C	250	Euphorbia nicaeensis
S3	S3-1	S3-1-C	250	Genista sylvestris
S3	S3-1	S3-1-C	250	Hypericum perforatum
S3	S3-1	S3-1-C	250	Leontodon hispidus
S3	S3-1	S3-1-C	250	Pinus nigra
S3	S3-1	S3-1-C	250	Sorbus aria
S3	S3-1	S3-1-D	500	Anthyllis montana
S3	S3-1	S3-1-D	500	Betonica serotina
S3	S3-1	S3-1-D	500	Inula ensifolia
S3	S3-1	S3-1-D	500	Laserpitium siler
S3	S3-1	S3-1-D	500	Peucedanum oreoselinum
S3	S3-1	S3-1-D	500	Rhamnus catharticus
S3	S3-1	S3-1-D	500	Satureja subspicata
S3	S3-1	S3-1-D	500	Thesium linophyllum
S3	S3-1	S3-1-E	1000	Allium carinatum
S3	S3-1	S3-1-E	1000	Asperula cynanchica
S3	S3-1	S3-1-E	1000	Carlina acaulis
S3	S3-1	S3-1-E	1000	Coronilla vaginalis
S3	S3-1	S3-1-E	1000	Juniperus communis
S3	S3-1	S3-1-E	1000	Leucanthemum liburnicum
S3	S3-1	S3-1-E	1000	Sanguisorba muricata
S3	S3-1	S3-1-E	1000	Stipa eriocalis
S3	S3-1	S3-1-F	2000	Anthericum ramosum

se nadaljuje

Sukc. Stadij	Ploskev	Vgnezdjeni kvadrat	Dolžina stranice vgnezd. kvadrata (cm)	Vrsta
S3	S3-1	S3-1-F	2000	Bupleurum exaltatum
S3	S3-1	S3-1-F	2000	Dorycnium germanicum
S3	S3-1	S3-1-F	2000	Hieracium piloselloides
S3	S3-1	S3-1-F	2000	Hippocrepis comosa
S3	S3-1	S3-1-F	2000	Knautia fleischmannii
S3	S3-1	S3-1-F	2000	Leontodon crispus
S3	S3-1	S3-1-F	2000	Pseudolysimachion barrelieri
S3	S3-1	S3-1-F	2000	Quercus pubescens
S3	S3-1	S3-1-F	2000	Rosa sp.
S3	S3-1	S3-1-F	2000	Rumex acetosella
S3	S3-1	S3-1-F	2000	Scorzonera austriaca
S3	S3-1	S3-1-F	2000	Sesleria autumnalis
S3	S3-2	S3-2-A	62,5	Allium senescens
S3	S3-2	S3-2-A	62,5	Asperula cynanchica
S3	S3-2	S3-2-A	62,5	Bromopsis erecta
S3	S3-2	S3-2-A	62,5	Campanula glomerata
S3	S3-2	S3-2-A	62,5	Carex humilis
S3	S3-2	S3-2-A	62,5	Centaurea rupestris
S3	S3-2	S3-2-A	62,5	Dorycnium germanicum
S3	S3-2	S3-2-A	62,5	Euphorbia verrucosa
S3	S3-2	S3-2-A	62,5	Festuca rupicola
S3	S3-2	S3-2-A	62,5	Genista sericea
S3	S3-2	S3-2-A	62,5	Globularia cordifolia
S3	S3-2	S3-2-A	62,5	Inula hirta
S3	S3-2	S3-2-A	62,5	Knautia illyrica
S3	S3-2	S3-2-A	62,5	Plantago argentea
S3	S3-2	S3-2-A	62,5	Satureja subspicata
S3	S3-2	S3-2-A	62,5	Stipa eriocalis
S3	S3-2	S3-2-A	62,5	Teucrium montanum
S3	S3-2	S3-2-A	62,5	Vincetoxicum hirundinaria
S3	S3-2	S3-2-B	125	Anthericum ramosum
S3	S3-2	S3-2-B	125	Betonica serotina
S3	S3-2	S3-2-B	125	Danthonia alpina
S3	S3-2	S3-2-B	125	Filipendula vulgaris
S3	S3-2	S3-2-B	125	Leucanthemum liburnicum
S3	S3-2	S3-2-B	125	Lotus corniculatus
S3	S3-2	S3-2-B	125	Pinus nigra
S3	S3-2	S3-2-B	125	Potentilla australis
S3	S3-2	S3-2-B	125	Thalictrum minus
S3	S3-2	S3-2-B	125	Trifolium montanum
S3	S3-2	S3-2-C	250	Brachypodium rupestre
S3	S3-2	S3-2-C	250	Euphorbia cyparissias
S3	S3-2	S3-2-C	250	Euphorbia nicaeensis
S3	S3-2	S3-2-C	250	Frangula rupestris
S3	S3-2	S3-2-C	250	Koeleria lobata
S3	S3-2	S3-2-C	250	Thymus serpyllum
S3	S3-2	S3-2-C	250	Trinia glauca
S3	S3-2	S3-2-C	250	Viola hirta
S3	S3-2	S3-2-D	500	Galium corrudifolium
S3	S3-2	S3-2-D	500	Genista sylvestris
S3	S3-2	S3-2-D	500	Inula ensifolia
S3	S3-2	S3-2-D	500	Scabiosa triandra
S3	S3-2	S3-2-E	1000	Anthyllis vulneraria
S3	S3-2	S3-2-E	1000	Hippocrepis comosa
S3	S3-2	S3-2-E	1000	Lembotrops nigricans
S3	S3-2	S3-2-E	1000	Leontodon crispus
S3	S3-2	S3-2-E	1000	Potentilla tommasiniana
S3	S3-2	S3-2-E	1000	Scorzonera villosa
S3	S3-2	S3-2-E	1000	Sorbus aria
S3	S3-2	S3-2-F	2000	Allium carinatum
S3	S3-2	S3-2-F	2000	Anthyllis montana
S3	S3-2	S3-2-F	2000	Bupleurum exaltatum
S3	S3-2	S3-2-F	2000	Carex caryophyllea
S3	S3-2	S3-2-F	2000	Centaurea bracteata
S3	S3-2	S3-2-F	2000	Centaurea triumfettii
S3	S3-2	S3-2-F	2000	Linum tenuifolium
S3	S3-2	S3-2-F	2000	Orobancha sp.

Sukc. Stadij	Ploskev	Vgnezdjeni kvadrat	Dolžina stranice vgnezd. kvadrata (cm)	Vrsta
S3	S3-2	S3-2-F	2000	Plantago holosteum
S3	S3-2	S3-2-F	2000	Rubus idaeus
S3	S3-3	S3-3-A	62,5	Allium carinatum
S3	S3-3	S3-3-A	62,5	Bromopsis erecta
S3	S3-3	S3-3-A	62,5	Carex caryophyllea
S3	S3-3	S3-3-A	62,5	Carex humilis
S3	S3-3	S3-3-A	62,5	Galium corrudifolium
S3	S3-3	S3-3-A	62,5	Genista sericea
S3	S3-3	S3-3-A	62,5	Inula hirta
S3	S3-3	S3-3-A	62,5	Koeleria lobata
S3	S3-3	S3-3-A	62,5	Leontodon crispus
S3	S3-3	S3-3-A	62,5	Potentilla australis
S3	S3-3	S3-3-A	62,5	Potentilla tommasiniana
S3	S3-3	S3-3-A	62,5	Scorzonera austriaca
S3	S3-3	S3-3-A	62,5	Stipa eriocalis
S3	S3-3	S3-3-A	62,5	Teucrium montanum
S3	S3-3	S3-3-A	62,5	Trinia glauca
S3	S3-3	S3-3-B	125	Allium senescens
S3	S3-3	S3-3-B	125	Anthericum ramosum
S3	S3-3	S3-3-B	125	Anthyllis vulneraria
S3	S3-3	S3-3-B	125	Asperula cynanchica
S3	S3-3	S3-3-B	125	Inula ensifolia
S3	S3-3	S3-3-B	125	Plantago argentea
S3	S3-3	S3-3-B	125	Satureja subspicata
S3	S3-3	S3-3-B	125	Thymus serpyllum
S3	S3-3	S3-3-C	250	Betonica serotina
S3	S3-3	S3-3-C	250	Dorycnium germanicum
S3	S3-3	S3-3-C	250	Festuca rupicola
S3	S3-3	S3-3-C	250	Filipendula vulgaris
S3	S3-3	S3-3-C	250	Pinus nigra
S3	S3-3	S3-3-C	250	Vincetoxicum hirundinaria
S3	S3-3	S3-3-D	500	Danthonia alpina
S3	S3-3	S3-3-D	500	Euphorbia cyparissias
S3	S3-3	S3-3-D	500	Globularia cordifolia
S3	S3-3	S3-3-D	500	Lotus corniculatus
S3	S3-3	S3-3-D	500	Pseudolysimachion barrelieri
S3	S3-3	S3-3-D	500	Thalictrum minus
S3	S3-3	S3-3-E	1000	Centaurea rupestris
S3	S3-3	S3-3-E	1000	Euphorbia nicaeensis
S3	S3-3	S3-3-E	1000	Iris sibirica
S3	S3-3	S3-3-E	1000	Pulsatilla montana
S3	S3-3	S3-3-E	1000	Salvia pratensis
S3	S3-3	S3-3-F	2000	Anthyllis montana
S3	S3-3	S3-3-F	2000	Biscutella laevigata
S3	S3-3	S3-3-F	2000	Bupththalmum salicifolium
S3	S3-3	S3-3-F	2000	Carlina acaulis
S3	S3-3	S3-3-F	2000	Crepis chondrilloides
S3	S3-3	S3-3-F	2000	Genista sylvestris
S3	S3-3	S3-3-F	2000	Laserpitium siler
S3	S3-3	S3-3-F	2000	Leucanthemum liburnicum
S3	S3-3	S3-3-F	2000	Linum tenuifolium
S3	S3-3	S3-3-F	2000	Ostrya carpinifolia
S3	S3-3	S3-3-F	2000	Peucedanum oreoselinum
S3	S3-3	S3-3-F	2000	Trifolium montanum
S3	S3-4	S3-4-A	62,5	Bromopsis erecta
S3	S3-4	S3-4-A	62,5	Carex caryophyllea
S3	S3-4	S3-4-A	62,5	Carex humilis
S3	S3-4	S3-4-A	62,5	Daphne alpina
S3	S3-4	S3-4-A	62,5	Galium corrudifolium
S3	S3-4	S3-4-A	62,5	Genista sericea
S3	S3-4	S3-4-A	62,5	Globularia cordifolia
S3	S3-4	S3-4-A	62,5	Inula hirta
S3	S3-4	S3-4-A	62,5	Knautia illyrica
S3	S3-4	S3-4-A	62,5	Koeleria lobata
S3	S3-4	S3-4-A	62,5	Lotus corniculatus
S3	S3-4	S3-4-A	62,5	Potentilla australis
S3	S3-4	S3-4-A	62,5	Satureja subspicata

Sukc. Stadij	Ploskev	Vgnezdjeni kvadrat	Dolžina stranice vgnezd. kvadrata (cm)	Vrsta
S3	S3-4	S3-4-B	125	Allium senescens
S3	S3-4	S3-4-B	125	Centaurea triumfettii
S3	S3-4	S3-4-B	125	Hippocrepis comosa
S3	S3-4	S3-4-B	125	Plantago holosteum
S3	S3-4	S3-4-B	125	Scorzonera austriaca
S3	S3-4	S3-4-B	125	Thymus serpyllum
S3	S3-4	S3-4-B	125	Trifolium montanum
S3	S3-4	S3-4-B	125	Trinia glauca
S3	S3-4	S3-4-B	125	Vincetoxicum hirsundinaria
S3	S3-4	S3-4-C	250	Anthericum ramosum
S3	S3-4	S3-4-C	250	Betonica serotina
S3	S3-4	S3-4-C	250	Centaurea rupestris
S3	S3-4	S3-4-C	250	Genista sylvestris
S3	S3-4	S3-4-C	250	Pinus nigra
S3	S3-4	S3-4-C	250	Plantago argentea
S3	S3-4	S3-4-C	250	Teucrium montanum
S3	S3-4	S3-4-C	250	Thalictrum minus
S3	S3-4	S3-4-D	500	Campanula glomerata
S3	S3-4	S3-4-D	500	Carduus nutans
S3	S3-4	S3-4-D	500	Euphorbia nicaeensis
S3	S3-4	S3-4-D	500	Gentiana lutea
S3	S3-4	S3-4-D	500	Inula spiraeifolia
S3	S3-4	S3-4-D	500	Juniperus communis
S3	S3-4	S3-4-D	500	Peucedanum oreoselinum
S3	S3-4	S3-4-E	1000	Biscutella laevigata
S3	S3-4	S3-4-E	1000	Coronilla vaginalis
S3	S3-4	S3-4-E	1000	Quercus pubescens
S3	S3-4	S3-4-E	1000	Rosa sp.
S3	S3-4	S3-4-E	1000	Rubus idaeus
S3	S3-4	S3-4-F	2000	Allium sphaerocephalon
S3	S3-4	S3-4-F	2000	Anthyllis montana
S3	S3-4	S3-4-F	2000	Bupleurum exaltatum
S3	S3-4	S3-4-F	2000	Carlina acaulis
S3	S3-4	S3-4-F	2000	Centaurea bracteata
S3	S3-4	S3-4-F	2000	Laserpitium siler
S3	S3-4	S3-4-F	2000	Potentilla tommasiniana
S3	S3-4	S3-4-F	2000	Salvia pratensis
S3	S3-4	S3-4-F	2000	Sanguisorba muricata
S3	S3-4	S3-4-F	2000	Scabiosa triandra
S3	S3-4	S3-4-F	2000	Sorbus aria
S3	S3-4	S3-4-F	2000	Sorbus aucuparia
S3	S3-5	S3-5-A	62,5	Allium senescens
S3	S3-5	S3-5-A	62,5	Anthyllis montana
S3	S3-5	S3-5-A	62,5	Bromopsis erecta
S3	S3-5	S3-5-A	62,5	Carex humilis
S3	S3-5	S3-5-A	62,5	Genista sericea
S3	S3-5	S3-5-A	62,5	Globularia cordifolia
S3	S3-5	S3-5-A	62,5	Inula hirta
S3	S3-5	S3-5-A	62,5	Koeleria lobata
S3	S3-5	S3-5-A	62,5	Lotus corniculatus
S3	S3-5	S3-5-A	62,5	Potentilla australis
S3	S3-5	S3-5-A	62,5	Scorzonera austriaca
S3	S3-5	S3-5-A	62,5	Teucrium montanum
S3	S3-5	S3-5-A	62,5	Thalictrum minus
S3	S3-5	S3-5-A	62,5	Trifolium montanum
S3	S3-5	S3-5-A	62,5	Vincetoxicum hirsundinaria
S3	S3-5	S3-5-B	125	Betonica serotina
S3	S3-5	S3-5-B	125	Festuca rupicola
S3	S3-5	S3-5-B	125	Filipendula vulgaris
S3	S3-5	S3-5-B	125	Galium corrudifolium
S3	S3-5	S3-5-B	125	Satureja subspicata
S3	S3-5	S3-5-B	125	Thymus serpyllum
S3	S3-5	S3-5-C	250	Euphorbia nicaeensis
S3	S3-5	S3-5-C	250	Knautia illyrica
S3	S3-5	S3-5-C	250	Peucedanum oreoselinum
S3	S3-5	S3-5-C	250	Pinus nigra
S3	S3-5	S3-5-C	250	Plantago argentea

Sukc. Stadij	Ploskev	Vgnezdjeni kvadrat	Dolžina stranice vgnezd. kvadrata (cm)	Vrsta
S3	S3-5	S3-5-C	250	Thesium linophyllum
S3	S3-5	S3-5-D	500	Bupleurum exaltatum
S3	S3-5	S3-5-D	500	Campanula glomerata
S3	S3-5	S3-5-D	500	Centaurea rupestris
S3	S3-5	S3-5-D	500	Centaurea triumfettii
S3	S3-5	S3-5-D	500	Genista sylvestris
S3	S3-5	S3-5-D	500	Hippocrepis comosa
S3	S3-5	S3-5-D	500	Inula ensifolia
S3	S3-5	S3-5-D	500	Juniperus communis
S3	S3-5	S3-5-D	500	Orobancha sp.
S3	S3-5	S3-5-E	1000	Allium sphaerocephalon
S3	S3-5	S3-5-E	1000	Carlina acaulis
S3	S3-5	S3-5-E	1000	Gentiana lutea
S3	S3-5	S3-5-E	1000	Laserpitium siler
S3	S3-5	S3-5-E	1000	Molinia arundinacea
S3	S3-5	S3-5-E	1000	Ranunculus bulbosus
S3	S3-5	S3-5-E	1000	Rosa glauca
S3	S3-5	S3-5-E	1000	Ruta divaricata
S3	S3-5	S3-5-E	1000	Salvia pratensis
S3	S3-5	S3-5-E	1000	Sesleria juncifolia
S3	S3-5	S3-5-E	1000	Stipa eriocalis
S3	S3-5	S3-5-E	1000	Trifolium alpestre
S3	S3-5	S3-5-F	2000	Anthericum ramosum
S3	S3-5	S3-5-F	2000	Asperula cynanchica
S3	S3-5	S3-5-F	2000	Bupthalmum salicifolium
S3	S3-5	S3-5-F	2000	Bupleurum ranunculoides
S3	S3-5	S3-5-F	2000	Carduus nutans
S3	S3-5	S3-5-F	2000	Fagus sylvatica
S3	S3-5	S3-5-F	2000	Helianthemum ovatum
S3	S3-5	S3-5-F	2000	Leucanthemum liburnicum
S3	S3-5	S3-5-F	2000	Ostrya carpinifolia
S3	S3-5	S3-5-F	2000	Plantago holosteum
S3	S3-5	S3-5-F	2000	Prunus mahaleb
S3	S3-5	S3-5-F	2000	Rubus idaeus
S3	S3-5	S3-5-F	2000	Sorbus aria
S3	S3-5	S3-5-F	2000	Trinia glauca
S4	S4-1	S4-1-A	62,5	Allium senescens
S4	S4-1	S4-1-A	62,5	Brachypodium rupestre
S4	S4-1	S4-1-A	62,5	Bromopsis erecta
S4	S4-1	S4-1-A	62,5	Carex humilis
S4	S4-1	S4-1-A	62,5	Filipendula vulgaris
S4	S4-1	S4-1-A	62,5	Genista sericea
S4	S4-1	S4-1-A	62,5	Genista sylvestris
S4	S4-1	S4-1-A	62,5	Inula hirta
S4	S4-1	S4-1-A	62,5	Plantago argentea
S4	S4-1	S4-1-A	62,5	Plantago holosteum
S4	S4-1	S4-1-A	62,5	Potentilla australis
S4	S4-1	S4-1-A	62,5	Satureja subspicata
S4	S4-1	S4-1-A	62,5	Scabiosa triandra
S4	S4-1	S4-1-A	62,5	Teucrium montanum
S4	S4-1	S4-1-A	62,5	Thymus serpyllum
S4	S4-1	S4-1-A	62,5	Trinia glauca
S4	S4-1	S4-1-A	62,5	Vincetoxicum hirsundinaria
S4	S4-1	S4-1-B	125	Centaurea rupestris
S4	S4-1	S4-1-B	125	Dorycnium germanicum
S4	S4-1	S4-1-B	125	Euphorbia nicaeensis
S4	S4-1	S4-1-B	125	Lembotropis nigricans
S4	S4-1	S4-1-B	125	Sanguisorba muricata
S4	S4-1	S4-1-B	125	Scorzonera austriaca
S4	S4-1	S4-1-C	250	Allium scorodoprasum
S4	S4-1	S4-1-C	250	Betonica serotina
S4	S4-1	S4-1-C	250	Campanula glomerata
S4	S4-1	S4-1-C	250	Centaurea bracteata
S4	S4-1	S4-1-C	250	Festuca rupicola
S4	S4-1	S4-1-C	250	Globularia cordifolia
S4	S4-1	S4-1-C	250	Inula ensifolia
S4	S4-1	S4-1-C	250	Leucanthemum liburnicum

Sukc. Stadij	Ploskev	Vgnezdjeni kvadrat	Dolžina stranice vgnezd. kvadrata (cm)	Vrsta
S4	S4-1	S4-1-C	250	Pinus nigra
S4	S4-1	S4-1-C	250	Viola hirta
S4	S4-1	S4-1-D	500	Anthyllis vulneraria
S4	S4-1	S4-1-D	500	Centaurea triumfettii
S4	S4-1	S4-1-D	500	Galium corrudifolium
S4	S4-1	S4-1-D	500	Helianthemum ovatum
S4	S4-1	S4-1-D	500	Knautia illyrica
S4	S4-1	S4-1-D	500	Koeleria lobata
S4	S4-1	S4-1-D	500	Rosa glauca
S4	S4-1	S4-1-D	500	Thalictrum minus
S4	S4-1	S4-1-E	1000	Anthyllis montana
S4	S4-1	S4-1-E	1000	Arabis hirsuta
S4	S4-1	S4-1-E	1000	Bupththalmum salicifolium
S4	S4-1	S4-1-E	1000	Potentilla tommasiniana
S4	S4-1	S4-1-E	1000	Pseudolysimachion barrelieri
S4	S4-1	S4-1-E	1000	Pulsatilla montana
S4	S4-1	S4-1-E	1000	Stipa eriocalis
S4	S4-1	S4-1-F	2000	Aremonia agrimonoides
S4	S4-1	S4-1-F	2000	Berberis vulgaris
S4	S4-1	S4-1-F	2000	Clematis vitalba
S4	S4-1	S4-1-F	2000	Dactylis glomerata
S4	S4-1	S4-1-F	2000	Euphorbia cyparissias
S4	S4-1	S4-1-F	2000	Fragaria vesca
S4	S4-1	S4-1-F	2000	Leontodon hispidus
S4	S4-1	S4-1-F	2000	Melica ciliata
S4	S4-1	S4-1-F	2000	Polygonatum odoratum
S4	S4-1	S4-1-F	2000	Prunus avium
S4	S4-1	S4-1-F	2000	Prunus mahaleb
S4	S4-1	S4-1-F	2000	Quercus pubescens
S4	S4-1	S4-1-F	2000	Salvia pratensis
S4	S4-2	S4-2-A	62,5	Asperula cynanchica
S4	S4-2	S4-2-A	62,5	Bromopsis erecta
S4	S4-2	S4-2-A	62,5	Carex humilis
S4	S4-2	S4-2-A	62,5	Danthonia alpina
S4	S4-2	S4-2-A	62,5	Festuca rupicola
S4	S4-2	S4-2-A	62,5	Filipendula vulgaris
S4	S4-2	S4-2-A	62,5	Inula hirta
S4	S4-2	S4-2-A	62,5	Satureja subspicata
S4	S4-2	S4-2-A	62,5	Thalictrum minus
S4	S4-2	S4-2-A	62,5	Vincetoxicum hirundinaria
S4	S4-2	S4-2-B	125	Genista sericea
S4	S4-2	S4-2-B	125	Koeleria lobata
S4	S4-2	S4-2-B	125	Lotus corniculatus
S4	S4-2	S4-2-B	125	Pseudolysimachion barrelieri
S4	S4-2	S4-2-B	125	Sanguisorba muricata
S4	S4-2	S4-2-B	125	Scorzonera villosa
S4	S4-2	S4-2-C	250	Allium scorodoprasum
S4	S4-2	S4-2-C	250	Allium senescens
S4	S4-2	S4-2-C	250	Anthericum ramosum
S4	S4-2	S4-2-C	250	Betonica serotina
S4	S4-2	S4-2-C	250	Dorycnium germanicum
S4	S4-2	S4-2-C	250	Globularia cordifolia
S4	S4-2	S4-2-C	250	Pinus nigra
S4	S4-2	S4-2-C	250	Plantago argentea
S4	S4-2	S4-2-C	250	Teucrium montanum
S4	S4-2	S4-2-C	250	Thymus serpyllum
S4	S4-2	S4-2-C	250	Viola hirta
S4	S4-2	S4-2-D	500	Carduus collinus
S4	S4-2	S4-2-D	500	Centaurea bracteata
S4	S4-2	S4-2-D	500	Euphorbia nicaeensis
S4	S4-2	S4-2-D	500	Fraxinus ornus
S4	S4-2	S4-2-D	500	Leucanthemum liburnicum
S4	S4-2	S4-2-D	500	Potentilla tommasiniana
S4	S4-2	S4-2-D	500	Sorbus aria
S4	S4-2	S4-2-D	500	Stellaria sp.
S4	S4-2	S4-2-E	1000	Arabis hirsuta
S4	S4-2	S4-2-E	1000	Brachypodium rupestre

Sukc. Stadij	Ploskev	Vgnezdjeni kvadrat	Dolžina stranice vgnezd. kvadrata (cm)	Vrsta
S4	S4-2	S4-2-E	1000	Centaurea bracteata
S4	S4-2	S4-2-E	1000	Centaurea rupestris
S4	S4-2	S4-2-E	1000	Galium corrudifolium
S4	S4-2	S4-2-E	1000	Inula ensifolia
S4	S4-2	S4-2-E	1000	Juniperus communis
S4	S4-2	S4-2-E	1000	Knautia illyrica
S4	S4-2	S4-2-E	1000	Plantago holosteum
S4	S4-2	S4-2-E	1000	Potentilla australis
S4	S4-2	S4-2-E	1000	Rosa glauca
S4	S4-2	S4-2-E	1000	Scabiosa triandra
S4	S4-2	S4-2-E	1000	Stipa eriocalis
S4	S4-2	S4-2-E	1000	Trinia glauca
S4	S4-2	S4-2-F	2000	Anthyllis vulneraria
S4	S4-2	S4-2-F	2000	Bupleurum ranunculoides
S4	S4-2	S4-2-F	2000	Campanula glomerata
S4	S4-2	S4-2-F	2000	Cornus sanguinea
S4	S4-2	S4-2-F	2000	Euphorbia cyparissias
S4	S4-2	S4-2-F	2000	Fragaria vesca
S4	S4-2	S4-2-F	2000	Hypericum perforatum
S4	S4-2	S4-2-F	2000	Ostrya carpinifolia
S4	S4-2	S4-2-F	2000	Peucedanum oreoselinum
S4	S4-2	S4-2-F	2000	Pulsatilla montana
S4	S4-2	S4-2-F	2000	Rubus idaeus
S4	S4-3	S4-3-A	62,5	Bromopsis erecta
S4	S4-3	S4-3-A	62,5	Campanula glomerata
S4	S4-3	S4-3-A	62,5	Carex caryophyllea
S4	S4-3	S4-3-A	62,5	Carex humilis
S4	S4-3	S4-3-A	62,5	Festuca rupicola
S4	S4-3	S4-3-A	62,5	Genista sericea
S4	S4-3	S4-3-A	62,5	Globularia cordifolia
S4	S4-3	S4-3-A	62,5	Knautia illyrica
S4	S4-3	S4-3-A	62,5	Koeleria lobata
S4	S4-3	S4-3-A	62,5	Lotus corniculatus
S4	S4-3	S4-3-A	62,5	Plantago argentea
S4	S4-3	S4-3-A	62,5	Potentilla australis
S4	S4-3	S4-3-A	62,5	Pseudolysimachion barrelieri
S4	S4-3	S4-3-A	62,5	Thymus serpyllum
S4	S4-3	S4-3-A	62,5	Trifolium montanum
S4	S4-3	S4-3-B	125	Asperula cynanchica
S4	S4-3	S4-3-B	125	Biscutella laevigata
S4	S4-3	S4-3-B	125	Centaurea rupestris
S4	S4-3	S4-3-B	125	Coronilla vaginalis
S4	S4-3	S4-3-B	125	Galium corrudifolium
S4	S4-3	S4-3-B	125	Genista sylvestris
S4	S4-3	S4-3-B	125	Peucedanum oreoselinum
S4	S4-3	S4-3-B	125	Ranunculus bulbosus
S4	S4-3	S4-3-B	125	Satureja subspicata
S4	S4-3	S4-3-C	250	Allium senescens
S4	S4-3	S4-3-C	250	Anthyllis montana
S4	S4-3	S4-3-C	250	Betonica serotina
S4	S4-3	S4-3-C	250	Filipendula vulgaris
S4	S4-3	S4-3-C	250	Pinus nigra
S4	S4-3	S4-3-C	250	Plantago holosteum
S4	S4-3	S4-3-C	250	Polygonatum odoratum
S4	S4-3	S4-3-C	250	Thalictrum minus
S4	S4-3	S4-3-C	250	Thesium linophyllum
S4	S4-3	S4-3-D	500	Euphorbia nicaeensis
S4	S4-3	S4-3-D	500	Inula ensifolia
S4	S4-3	S4-3-D	500	Leucanthemum liburnicum
S4	S4-3	S4-3-D	500	Scorzonera austriaca
S4	S4-3	S4-3-D	500	Serratula sp.
S4	S4-3	S4-3-E	1000	Anthericum ramosum
S4	S4-3	S4-3-E	1000	Brachypodium rupestre
S4	S4-3	S4-3-E	1000	Bupththalmum salicifolium
S4	S4-3	S4-3-E	1000	Cornus mas
S4	S4-3	S4-3-E	1000	Danthonia alpina
S4	S4-3	S4-3-E	1000	Quercus pubescens

Sukc. Stadij	Ploskev	Vgnezdjeni kvadrat	Dolžina stranice vgnezd. kvadrata (cm)	Vrsta
S4	S4-3	S4-3-E	1000	Rosa sp.
S4	S4-3	S4-3-E	1000	Rubus idaeus
S4	S4-3	S4-3-E	1000	Sorbus aria
S4	S4-3	S4-3-E	1000	Sorbus aucuparia
S4	S4-3	S4-3-E	1000	Teucrium chamaedrys
S4	S4-3	S4-3-E	1000	Thalictrum aquilegifolium
S4	S4-3	S4-3-E	1000	Trinia glauca
S4	S4-3	S4-3-E	1000	Viola hirta
S4	S4-3	S4-3-F	2000	Allium carinatum
S4	S4-3	S4-3-F	2000	Bupleurum exaltatum
S4	S4-3	S4-3-F	2000	Calamagrostis varia
S4	S4-3	S4-3-F	2000	Centaurea bracteata
S4	S4-3	S4-3-F	2000	Centaurea triumfettii
S4	S4-3	S4-3-F	2000	Euphorbia verrucosa
S4	S4-3	S4-3-F	2000	Fragaria vesca
S4	S4-3	S4-3-F	2000	Laserpitium siler
S4	S4-3	S4-3-F	2000	Leontodon hispidus
S4	S4-3	S4-3-F	2000	Ostrya carpinifolia
S4	S4-3	S4-3-F	2000	Ranunculus oreophilus
S4	S4-3	S4-3-F	2000	Rhamnus catharticus
S4	S4-3	S4-3-F	2000	Rubus ulmifolius
S4	S4-3	S4-3-F	2000	Salvia pratensis
S4	S4-3	S4-3-F	2000	Sanguisorba muricata
S4	S4-3	S4-3-F	2000	Taraxacum officinale
S4	S4-3	S4-3-F	2000	Vincetoxicum hirsutiflorum
S4	S4-4	S4-4-A	62,5	Bromopsis erecta
S4	S4-4	S4-4-A	62,5	Carex humilis
S4	S4-4	S4-4-A	62,5	Genista sericea
S4	S4-4	S4-4-A	62,5	Genista sylvestris
S4	S4-4	S4-4-A	62,5	Inula hirta
S4	S4-4	S4-4-A	62,5	Knautia illyrica
S4	S4-4	S4-4-A	62,5	Potentilla australis
S4	S4-4	S4-4-A	62,5	Prunus spinosa
S4	S4-4	S4-4-A	62,5	Satureja subspicata
S4	S4-4	S4-4-A	62,5	Senecio doronicum
S4	S4-4	S4-4-A	62,5	Sesleria juncifolia
S4	S4-4	S4-4-A	62,5	Thymus serpyllum
S4	S4-4	S4-4-A	62,5	Vincetoxicum hirsutiflorum
S4	S4-4	S4-4-B	125	Allium senescens
S4	S4-4	S4-4-B	125	Koeleria lobata
S4	S4-4	S4-4-B	125	Lotus corniculatus
S4	S4-4	S4-4-B	125	Rubus idaeus
S4	S4-4	S4-4-B	125	Sorbus aria
S4	S4-4	S4-4-C	250	Carduus nutans
S4	S4-4	S4-4-C	250	Centaurea triumfettii
S4	S4-4	S4-4-C	250	Festuca rupicola
S4	S4-4	S4-4-C	250	Filipendula vulgaris
S4	S4-4	S4-4-C	250	Galium corradifolium
S4	S4-4	S4-4-C	250	Plantago holostium
S4	S4-4	S4-4-C	250	Pseudolysimachion barrelieri
S4	S4-4	S4-4-C	250	Teucrium chamaedrys
S4	S4-4	S4-4-C	250	Trinia glauca
S4	S4-4	S4-4-D	500	Betonica serotina
S4	S4-4	S4-4-D	500	Galium mollugo
S4	S4-4	S4-4-D	500	Inula ensifolia
S4	S4-4	S4-4-D	500	Melica nutans
S4	S4-4	S4-4-D	500	Pinus nigra
S4	S4-4	S4-4-D	500	Polygonatum odoratum
S4	S4-4	S4-4-D	500	Rhamnus catharticus
S4	S4-4	S4-4-D	500	Sorbus aucuparia
S4	S4-4	S4-4-D	500	Thalictrum minus
S4	S4-4	S4-4-D	500	Viola hirta
S4	S4-4	S4-4-E	1000	Arabis hirsuta
S4	S4-4	S4-4-E	1000	Brachypodium rupestre
S4	S4-4	S4-4-E	1000	Bupleurum ranunculoides
S4	S4-4	S4-4-E	1000	Dactylis glomerata
S4	S4-4	S4-4-E	1000	Globularia cordifolia

Sukc. Stadij	Ploskev	Vgnezdjeni kvadrat	Dolžina stranice vgnezd. kvadrata (cm)	Vrsta
S4	S4-4	S4-4-E	1000	Libanotis sibirica
S4	S4-4	S4-4-E	1000	Ostrya carpinifolia
S4	S4-4	S4-4-E	1000	Peucedanum oreoselinum
S4	S4-4	S4-4-E	1000	Rosa glauca
S4	S4-4	S4-4-E	1000	Ruta divaricata
S4	S4-4	S4-4-E	1000	Silene nutans
S4	S4-4	S4-4-E	1000	Trifolium montanum
S4	S4-4	S4-4-E	1000	Trifolium pratense
S4	S4-4	S4-4-F	2000	Allium carinatum
S4	S4-4	S4-4-F	2000	Anthericum ramosum
S4	S4-4	S4-4-F	2000	Campanula glomerata
S4	S4-4	S4-4-F	2000	Crataegus monogyna
S4	S4-4	S4-4-F	2000	Euphorbia cyparissias
S4	S4-4	S4-4-F	2000	Euphorbia nicaeensis
S4	S4-4	S4-4-F	2000	Fagus sylvatica
S4	S4-4	S4-4-F	2000	Fragaria vesca
S4	S4-4	S4-4-F	2000	Geum urbanum
S4	S4-4	S4-4-F	2000	Potentilla tommasiniana
S4	S4-4	S4-4-F	2000	Pulsatilla montana
S4	S4-4	S4-4-F	2000	Salvia pratensis
S4	S4-4	S4-4-F	2000	Scorzonera austriaca
S4	S4-4	S4-4-F	2000	Stipa eriocalis
S4	S4-4	S4-4-F	2000	Trifolium alpestre
S4	S4-5	S4-5-A	62,5	Allium senescens
S4	S4-5	S4-5-A	62,5	Betonica serotina
S4	S4-5	S4-5-A	62,5	Bromopsis erecta
S4	S4-5	S4-5-A	62,5	Carex humilis
S4	S4-5	S4-5-A	62,5	Centaurea rupestris
S4	S4-5	S4-5-A	62,5	Dorycnium germanicum
S4	S4-5	S4-5-A	62,5	Festuca rupicola
S4	S4-5	S4-5-A	62,5	Genista sericea
S4	S4-5	S4-5-A	62,5	Inula ensifolia
S4	S4-5	S4-5-A	62,5	Koeleria lobata
S4	S4-5	S4-5-A	62,5	Plantago holostium
S4	S4-5	S4-5-A	62,5	Potentilla tommasiniana
S4	S4-5	S4-5-A	62,5	Pseudolysimachion barrelieri
S4	S4-5	S4-5-B	125	Globularia cordifolia
S4	S4-5	S4-5-B	125	Leucanthemum liburnicum
S4	S4-5	S4-5-B	125	Potentilla australis
S4	S4-5	S4-5-B	125	Satureja subspicata
S4	S4-5	S4-5-B	125	Scorzonera austriaca
S4	S4-5	S4-5-C	250	Stipa eriocalis
S4	S4-5	S4-5-C	250	Anthyllis montana
S4	S4-5	S4-5-C	250	Campanula glomerata
S4	S4-5	S4-5-C	250	Coronilla vaginalis
S4	S4-5	S4-5-C	250	Euphorbia cyparissias
S4	S4-5	S4-5-C	250	Genista sylvestris
S4	S4-5	S4-5-C	250	Inula hirta
S4	S4-5	S4-5-C	250	Lotus corniculatus
S4	S4-5	S4-5-C	250	Pinus nigra
S4	S4-5	S4-5-C	250	Plantago argentea
S4	S4-5	S4-5-C	250	Sanguisorba muricata
S4	S4-5	S4-5-C	250	Vincetoxicum hirsutiflorum
S4	S4-5	S4-5-D	500	Asperula cynanchica
S4	S4-5	S4-5-D	500	Crepis chondrilloides
S4	S4-5	S4-5-D	500	Geum urbanum
S4	S4-5	S4-5-D	500	Juniperus communis
S4	S4-5	S4-5-D	500	Knautia illyrica
S4	S4-5	S4-5-D	500	Leontodon crispus
S4	S4-5	S4-5-D	500	Prunus mahaleb
S4	S4-5	S4-5-D	500	Rosa glauca
S4	S4-5	S4-5-D	500	Trinia glauca
S4	S4-5	S4-5-E	1000	Alyssum montanum
S4	S4-5	S4-5-E	1000	Cerastium brachypetalum
S4	S4-5	S4-5-E	1000	Fagus sylvatica
S4	S4-5	S4-5-E	1000	Galium corradifolium
S4	S4-5	S4-5-E	1000	Pulsatilla montana

Sukc. Stadij	Ploskev	Vgnezdjeni kvadrat	Dolžina stranice vgnezd. kvadrata (cm)	Vrsta
S4	S4-5	S4-5-E	1000	Thymus serpyllum
S4	S4-5	S4-5-E	1000	Viola hirta
S4	S4-5	S4-5-F	2000	Acer pseudoplatanus
S4	S4-5	S4-5-F	2000	Bupleurum exaltatum
S4	S4-5	S4-5-F	2000	Carlina acaulis
S4	S4-5	S4-5-F	2000	Centaurea triumfettii
S4	S4-5	S4-5-F	2000	Cornus mas
S4	S4-5	S4-5-F	2000	Filipendula vulgaris
S4	S4-5	S4-5-F	2000	Fraxinus ornus
S4	S4-5	S4-5-F	2000	Prunus avium
S4	S4-5	S4-5-F	2000	Quercus pubescens
S4	S4-5	S4-5-F	2000	Rhamnus catharticus
S4	S4-5	S4-5-F	2000	Sorbus aria
S4	S4-5	S4-5-F	2000	Sorbus aucuparia
S4	S4-5	S4-5-F	2000	Thalictrum minus
S5	S5-1	S5-1-A	62,5	Allium senescens
S5	S5-1	S5-1-A	62,5	Bromopsis erecta
S5	S5-1	S5-1-A	62,5	Carex humilis
S5	S5-1	S5-1-A	62,5	Danthonia alpina
S5	S5-1	S5-1-A	62,5	Fragaria vesca
S5	S5-1	S5-1-A	62,5	Rubus idaeus
S5	S5-1	S5-1-A	62,5	Thalictrum minus
S5	S5-1	S5-1-A	62,5	Viola hirta
S5	S5-1	S5-1-B	125	Brachypodium rupestre
S5	S5-1	S5-1-B	125	Filipendula vulgaris
S5	S5-1	S5-1-B	125	Inula hirta
S5	S5-1	S5-1-B	125	Lembotropis nigricans
S5	S5-1	S5-1-B	125	Pinus nigra
S5	S5-1	S5-1-C	250	Anthyllis vulneraria
S5	S5-1	S5-1-C	250	Clematis vitalba
S5	S5-1	S5-1-C	250	Ostrya carpinifolia
S5	S5-1	S5-1-C	250	Potentilla australis
S5	S5-1	S5-1-C	250	Quercus pubescens
S5	S5-1	S5-1-C	250	Rosa glauca
S5	S5-1	S5-1-C	250	Taraxacum officinale
S5	S5-1	S5-1-C	250	Thymus serpyllum
S5	S5-1	S5-1-D	500	Agrimonia eupatoria
S5	S5-1	S5-1-D	500	Cornus mas
S5	S5-1	S5-1-D	500	Cornus sanguinea
S5	S5-1	S5-1-D	500	Ligustrum vulgare
S5	S5-1	S5-1-D	500	Polygonatum odoratum
S5	S5-1	S5-1-D	500	Prunus mahaleb
S5	S5-1	S5-1-D	500	Rhamnus catharticus
S5	S5-1	S5-1-D	500	Solanum dulcamara
S5	S5-1	S5-1-D	500	Vincetoxicum hirundinaria
S5	S5-1	S5-1-E	1000	Campanula glomerata
S5	S5-1	S5-1-E	1000	Fagus sylvatica
S5	S5-1	S5-1-E	1000	Galium corradifolium
S5	S5-1	S5-1-E	1000	Galium mollugo
S5	S5-1	S5-1-E	1000	Lotus corniculatus
S5	S5-1	S5-1-E	1000	Mycelis muralis
S5	S5-1	S5-1-E	1000	Pseudolysimachion barrelieri
S5	S5-1	S5-1-E	1000	Sesleria autumnalis
S5	S5-1	S5-1-E	1000	Sorbus aria
S5	S5-1	S5-1-E	1000	Teucrium montanum
S5	S5-1	S5-1-E	1000	Trifolium pratense
S5	S5-1	S5-1-E	1000	Veronica officinalis
S5	S5-1	S5-1-F	2000	Acer pseudoplatanus
S5	S5-1	S5-1-F	2000	Aremonia agrimonoides
S5	S5-1	S5-1-F	2000	Berberis vulgaris
S5	S5-1	S5-1-F	2000	Betonica serotina
S5	S5-1	S5-1-F	2000	Crataegus monogyna
S5	S5-1	S5-1-F	2000	Dactylis glomerata
S5	S5-1	S5-1-F	2000	Fraxinus ornus
S5	S5-1	S5-1-F	2000	Genista sericea
S5	S5-1	S5-1-F	2000	Juniperus communis
S5	S5-1	S5-1-F	2000	Melica nutans

Sukc. Stadij	Ploskev	Vgnezdjeni kvadrat	Dolžina stranice vgnezd. kvadrata (cm)	Vrsta
S5	S5-1	S5-1-F	2000	Sorbus aucuparia
S5	S5-2	S5-2-A	62,5	Aremonia agrimonoides
S5	S5-2	S5-2-A	62,5	Bromopsis erecta
S5	S5-2	S5-2-A	62,5	Carex humilis
S5	S5-2	S5-2-A	62,5	Globularia cordifolia
S5	S5-2	S5-2-A	62,5	Inula ensifolia
S5	S5-2	S5-2-A	62,5	Rosa glauca
S5	S5-2	S5-2-A	62,5	Trifolium pratense
S5	S5-2	S5-2-B	125	Knautia illyrica
S5	S5-2	S5-2-B	125	Polygonatum odoratum
S5	S5-2	S5-2-B	125	Sanguisorba muricata
S5	S5-2	S5-2-B	125	Satureja subspicata
S5	S5-2	S5-2-B	125	Thymus serpyllum
S5	S5-2	S5-2-C	250	Clematis vitalba
S5	S5-2	S5-2-C	250	Cornus mas
S5	S5-2	S5-2-C	250	Melica nutans
S5	S5-2	S5-2-C	250	Mycelis muralis
S5	S5-2	S5-2-C	250	Pinus nigra
S5	S5-2	S5-2-C	250	Pseudolysimachion barrelieri
S5	S5-2	S5-2-C	250	Quercus pubescens
S5	S5-2	S5-2-C	250	Sorbus aucuparia
S5	S5-2	S5-2-D	500	Allium senescens
S5	S5-2	S5-2-D	500	Cirsium arvense
S5	S5-2	S5-2-D	500	Dorycnium germanicum
S5	S5-2	S5-2-D	500	Filipendula vulgaris
S5	S5-2	S5-2-D	500	Genista sericea
S5	S5-2	S5-2-D	500	Libanotis sibirica
S5	S5-2	S5-2-D	500	Melica ciliata
S5	S5-2	S5-2-D	500	Ostrya carpinifolia
S5	S5-2	S5-2-D	500	Plantago argentea
S5	S5-2	S5-2-D	500	Potentilla australis
S5	S5-2	S5-2-D	500	Sorbus aria
S5	S5-2	S5-2-D	500	Teucrium montanum
S5	S5-2	S5-2-D	500	Thalictrum aquilegifolium
S5	S5-2	S5-2-D	500	Viola hirta
S5	S5-2	S5-2-E	1000	Arabis hirsuta
S5	S5-2	S5-2-E	1000	Betonica serotina
S5	S5-2	S5-2-E	1000	Campanula glomerata
S5	S5-2	S5-2-E	1000	Carduus collinus
S5	S5-2	S5-2-E	1000	Crataegus monogyna
S5	S5-2	S5-2-E	1000	Fagus sylvatica
S5	S5-2	S5-2-E	1000	Fragaria vesca
S5	S5-2	S5-2-E	1000	Galium mollugo
S5	S5-2	S5-2-E	1000	Lonicera xylosteum
S5	S5-2	S5-2-E	1000	Potentilla tommasiniana
S5	S5-2	S5-2-E	1000	Prunus mahaleb
S5	S5-2	S5-2-E	1000	Rubus idaeus
S5	S5-2	S5-2-E	1000	Taraxacum officinale
S5	S5-2	S5-2-F	2000	Acer pseudoplatanus
S5	S5-2	S5-2-F	2000	Bupthalmum salicifolium
S5	S5-2	S5-2-F	2000	Corylus avellana
S5	S5-2	S5-2-F	2000	Dactylis glomerata
S5	S5-2	S5-2-F	2000	Fraxinus ornus
S5	S5-2	S5-2-F	2000	Hieracium sylvaticum
S5	S5-2	S5-2-F	2000	Ligustrum vulgare
S5	S5-2	S5-2-F	2000	Sanicula europaea
S5	S5-2	S5-2-F	2000	Sesleria autumnalis
S5	S5-2	S5-2-F	2000	Veronica officinalis
S5	S5-3	S5-3-A	62,5	Carex humilis
S5	S5-3	S5-3-A	62,5	Clematis vitalba
S5	S5-3	S5-3-A	62,5	Festuca rupicola
S5	S5-3	S5-3-A	62,5	Fragaria vesca
S5	S5-3	S5-3-B	125	Filipendula vulgaris
S5	S5-3	S5-3-B	125	Mycelis muralis
S5	S5-3	S5-3-B	125	Ostrya carpinifolia
S5	S5-3	S5-3-B	125	Quercus pubescens
S5	S5-3	S5-3-C	250	Betonica serotina

Sukc. Stadij	Ploskev	Vgnezdjeni kvadrat	Dolžina stranice vgnezd. kvadrata (cm)	Vrsta
S5	S5-3	S5-3-C	250	Fagus sylvatica
S5	S5-3	S5-3-C	250	Melica nutans
S5	S5-3	S5-3-C	250	Pinus nigra
S5	S5-3	S5-3-C	250	Rubus idaeus
S5	S5-3	S5-3-C	250	Scabiosa triandra
S5	S5-3	S5-3-C	250	Sorbus aria
S5	S5-3	S5-3-C	250	Thalictrum aquilegiifolium
S5	S5-3	S5-3-C	250	Viola hirta
S5	S5-3	S5-3-D	500	Acer platanoides
S5	S5-3	S5-3-D	500	Bromopsis erecta
S5	S5-3	S5-3-D	500	Cornus mas
S5	S5-3	S5-3-D	500	Lonicera xylosteum
S5	S5-3	S5-3-D	500	Rosa glauca
S5	S5-3	S5-3-D	500	Sorbus aucuparia
S5	S5-3	S5-3-D	500	Vincetoxicum hirundinaria
S5	S5-3	S5-3-E	1000	Acer pseudoplatanus
S5	S5-3	S5-3-E	1000	Allium senescens
S5	S5-3	S5-3-E	1000	Campanula glomerata
S5	S5-3	S5-3-E	1000	Carduus collinus
S5	S5-3	S5-3-E	1000	Corylus avellana
S5	S5-3	S5-3-E	1000	Fraxinus ornus
S5	S5-3	S5-3-E	1000	Galium mollugo
S5	S5-3	S5-3-E	1000	Knautia illyrica
S5	S5-3	S5-3-E	1000	Leucanthemum liburnicum
S5	S5-3	S5-3-E	1000	Libanotis sibirica
S5	S5-3	S5-3-E	1000	Ligustrum vulgare
S5	S5-3	S5-3-E	1000	Polygonatum odoratum
S5	S5-3	S5-3-E	1000	Prunus mahaleb
S5	S5-3	S5-3-E	1000	Taraxacum officinale
S5	S5-3	S5-3-E	1000	Tilia platyphyllos
S5	S5-3	S5-3-F	2000	Arabis turrita
S5	S5-3	S5-3-F	2000	Aremonia agrimonoides
S5	S5-3	S5-3-F	2000	Brachypodium sylvaticum
S5	S5-3	S5-3-F	2000	Cephalanthera longifolia
S5	S5-3	S5-3-F	2000	Dryopteris filix-mas
S5	S5-3	S5-3-F	2000	Frangula rupestris
S5	S5-3	S5-3-F	2000	Hypericum perforatum
S5	S5-3	S5-3-F	2000	Leontodon crispus
S5	S5-3	S5-3-F	2000	Potentilla australis
S5	S5-3	S5-3-F	2000	Solanum dulcamara
S5	S5-3	S5-3-F	2000	Teucrium sp.
S5	S5-3	S5-3-F	2000	Veronica officinalis
S5	S5-3	S5-3-F	2000	Vicia cracca
S5	S5-4	S5-4-A	62,5	Carex humilis
S5	S5-4	S5-4-A	62,5	Cornus mas
S5	S5-4	S5-4-A	62,5	Festuca rupicola
S5	S5-4	S5-4-A	62,5	Filipendula vulgaris
S5	S5-4	S5-4-A	62,5	Melica nutans
S5	S5-4	S5-4-A	62,5	Mycelis muralis
S5	S5-4	S5-4-A	62,5	Plantago argentea
S5	S5-4	S5-4-A	62,5	Rubus idaeus
S5	S5-4	S5-4-B	125	Acer pseudoplatanus
S5	S5-4	S5-4-B	125	Allium senescens
S5	S5-4	S5-4-B	125	Geum urbanum
S5	S5-4	S5-4-B	125	Ostrya carpinifolia
S5	S5-4	S5-4-B	125	Sorbus aucuparia
S5	S5-4	S5-4-B	125	Thalictrum aquilegiifolium
S5	S5-4	S5-4-C	250	Globularia punctata
S5	S5-4	S5-4-C	250	Pinus nigra
S5	S5-4	S5-4-C	250	Prunus mahaleb
S5	S5-4	S5-4-C	250	Rosa glauca
S5	S5-4	S5-4-C	250	Viola hirta
S5	S5-4	S5-4-D	500	Clematis vitalba
S5	S5-4	S5-4-D	500	Crataegus monogyna
S5	S5-4	S5-4-D	500	Fagus sylvatica
S5	S5-4	S5-4-D	500	Knautia fleischmannii
S5	S5-4	S5-4-D	500	Pseudolysimachion barrelieri

Sukc. Stadij	Ploskev	Vgnezdjeni kvadrat	Dolžina stranice vgnezd. kvadrata (cm)	Vrsta
S5	S5-4	S5-4-D	500	Sorbus aria
S5	S5-4	S5-4-E	1000	Berberis vulgaris
S5	S5-4	S5-4-E	1000	Betonica serotina
S5	S5-4	S5-4-E	1000	Fragaria vesca
S5	S5-4	S5-4-E	1000	Galium mollugo
S5	S5-4	S5-4-E	1000	Knautia illyrica
S5	S5-4	S5-4-E	1000	Lembotropis nigricans
S5	S5-4	S5-4-E	1000	Leucanthemum liburnicum
S5	S5-4	S5-4-E	1000	Lonicera xylosteum
S5	S5-4	S5-4-E	1000	Pimpinella saxifraga
S5	S5-4	S5-4-E	1000	Polygonatum odoratum
S5	S5-4	S5-4-E	1000	Quercus pubescens
S5	S5-4	S5-4-E	1000	Rhamnus catharticus
S5	S5-4	S5-4-E	1000	Rhamnus fallax
S5	S5-4	S5-4-E	1000	Sanicula europaea
S5	S5-4	S5-4-E	1000	Serratula sp.
S5	S5-4	S5-4-E	1000	Silene nutans
S5	S5-4	S5-4-E	1000	Solanum dulcamara
S5	S5-4	S5-4-E	1000	Trifolium rubens
S5	S5-4	S5-4-E	1000	Vincetoxicum hirundinaria
S5	S5-4	S5-4-F	2000	Anthericum ramosum
S5	S5-4	S5-4-F	2000	Calamagrostis varia
S5	S5-4	S5-4-F	2000	Campanula glomerata
S5	S5-4	S5-4-F	2000	Daphne mezereum
S5	S5-4	S5-4-F	2000	Fraxinus ornus
S5	S5-4	S5-4-F	2000	Ligustrum vulgare
S5	S5-4	S5-4-F	2000	Potentilla australis
S5	S5-4	S5-4-F	2000	Ribes rubrum
S5	S5-4	S5-4-F	2000	Taraxacum officinale
S5	S5-4	S5-4-F	2000	Tilia platyphyllos
S5	S5-5	S5-5-A	62,5	Carex humilis
S5	S5-5	S5-5-A	62,5	Festuca rupicola
S5	S5-5	S5-5-A	62,5	Lotus corniculatus
S5	S5-5	S5-5-A	62,5	Mycelis muralis
S5	S5-5	S5-5-A	62,5	Rubus idaeus
S5	S5-5	S5-5-B	125	Betonica serotina
S5	S5-5	S5-5-B	125	Potentilla australis
S5	S5-5	S5-5-B	125	Taraxacum officinale
S5	S5-5	S5-5-C	250	Galium mollugo
S5	S5-5	S5-5-C	250	Globularia cordifolia
S5	S5-5	S5-5-C	250	Knautia illyrica
S5	S5-5	S5-5-C	250	Pinus nigra
S5	S5-5	S5-5-C	250	Poa nemoralis
S5	S5-5	S5-5-C	250	Thalictrum minus
S5	S5-5	S5-5-C	250	Viola hirta
S5	S5-5	S5-5-D	500	Berberis vulgaris
S5	S5-5	S5-5-D	500	Cornus mas
S5	S5-5	S5-5-D	500	Filipendula vulgaris
S5	S5-5	S5-5-D	500	Fragaria vesca
S5	S5-5	S5-5-D	500	Fraxinus ornus
S5	S5-5	S5-5-D	500	Lonicera xylosteum
S5	S5-5	S5-5-D	500	Ostrya carpinifolia
S5	S5-5	S5-5-D	500	Prunus avium
S5	S5-5	S5-5-D	500	Prunus mahaleb
S5	S5-5	S5-5-D	500	Sorbus aria
S5	S5-5	S5-5-D	500	Sorbus aucuparia
S5	S5-5	S5-5-E	1000	Acer pseudoplatanus
S5	S5-5	S5-5-E	1000	Allium senescens
S5	S5-5	S5-5-E	1000	Bromopsis erecta
S5	S5-5	S5-5-E	1000	Calamagrostis varia
S5	S5-5	S5-5-E	1000	Campanula glomerata
S5	S5-5	S5-5-E	1000	Centaurea bracteata
S5	S5-5	S5-5-E	1000	Euphorbia nicaeensis
S5	S5-5	S5-5-E	1000	Geum urbanum
S5	S5-5	S5-5-E	1000	Lembotropis nigricans
S5	S5-5	S5-5-E	1000	Pseudolysimachion barrelieri
S5	S5-5	S5-5-E	1000	Quercus pubescens

Sukc. Stadij	Ploskev	Vgnezdjeni kvadrat	Dolžina stranice vgnezd. kvadrata (cm)	Vrsta
S5	S5-5	S5-5-E	1000	Rhamnus catharticus
S5	S5-5	S5-5-E	1000	Sesleria autumnalis
S5	S5-5	S5-5-E	1000	Solanum dulcamara
S5	S5-5	S5-5-E	1000	Thymus serpyllum
S5	S5-5	S5-5-E	1000	Veronica officinalis
S5	S5-5	S5-5-F	2000	Allium carinatum
S5	S5-5	S5-5-F	2000	Arabis hirsuta
S5	S5-5	S5-5-F	2000	Brachypodium rupestre
S5	S5-5	S5-5-F	2000	Crataegus monogyna

Sukc. Stadij	Ploskev	Vgnezdjeni kvadrat	Dolžina stranice vgnezd. kvadrata (cm)	Vrsta
S5	S5-5	S5-5-F	2000	Danthonia alpina
S5	S5-5	S5-5-F	2000	Fagus sylvatica
S5	S5-5	S5-5-F	2000	Genista sericea
S5	S5-5	S5-5-F	2000	Inula hirta
S5	S5-5	S5-5-F	2000	Juniperus communis
S5	S5-5	S5-5-F	2000	Knautia fleischmannii
S5	S5-5	S5-5-F	2000	Leontodon hispidus
S5	S5-5	S5-5-F	2000	Satureja subspicata
S5	S5-5	S5-5-F	2000	Teucrium sp.

PRILOGA C1

Analitski podatki o talnih vzorcih iz proučevanja zaraščanja travišč na Podgorskem krasu po obravnavanjih in sedmih ploskvah znotraj vsakega obravnavanja.

Obravn.	Ploskev	Skupni N (%)	Skupni C (%)	C/N razmerje	pH vrednost	Vsebnost P (mg 100g tal ⁻¹)	Vsebnost K (mg 100g tal ⁻¹)
A1	A1-1	0,52	6,37	12,17	6,17	0,9	25,2
A1	A1-2	0,64	7,39	11,51	6,14	0,6	22,2
A1	A1-3	0,63	7,63	12,09	6,16	0,4	21,5
A1	A1-4	0,69	8,21	11,89	6,14	0,6	21,1
A1	A1-5	0,76	9,08	11,96	6,18	0,6	22,5
A1	A1-6	0,73	8,50	11,66	6,14	0,6	23,5
A1	A1-7	0,59	7,21	12,12	6,15	0,8	22,8
A2	A2-1	0,66	8,21	12,44	5,82	1,3	26,2
A2	A2-2	0,59	7,64	12,93	6,70	2,5	27,1
A2	A2-3	0,71	9,12	12,82	6,33	2,1	23,8
A2	A2-4	0,45	6,36	14,06	5,39	2,2	22,3
A2	A2-5	0,57	7,19	12,63	5,79	1,2	19,4
A2	A2-6	0,52	6,93	13,23	6,00	1,9	25,6
A2	A2-7	0,62	7,97	12,92	6,20	1,5	22,4
A3	A3-1	0,62	8,19	13,12	5,81	3,0	25,4
A3	A3-2	0,46	6,41	14,03	5,20	2,2	26,4
A3	A3-3	0,35	5,66	15,95	4,86	1,8	16,2
A3	A3-4	0,57	8,20	14,40	5,73	3,2	29,5
A3	A3-5	0,41	6,15	14,84	5,34	0,9	22,1
A3	A3-6	0,50	7,52	14,95	5,10	2,8	19,8
A3	A3-7	0,52	7,15	13,83	5,60	1,5	25,3
A4	A4-1	0,81	11,33	14,04	6,05	2,1	33,5
A4	A4-2	0,59	8,68	14,82	5,80	1,8	31,4
A4	A4-3	0,45	7,18	15,83	5,14	1,2	20,9
A4	A4-4	0,49	7,45	15,26	6,00	1,4	29,5
A4	A4-5	0,38	5,51	14,60	5,56	0,9	22,1
A4	A4-6	0,42	6,54	15,59	5,46	1,5	27,0
A4	A4-7	0,63	9,32	14,79	5,82	1,1	28,4
B1	B1-1	0,83	9,48	11,46	6,62	1,2	28,1
B1	B1-2	0,73	8,34	11,46	6,50	2,3	20,6
B1	B1-3	0,73	8,88	12,22	6,39	0,7	23,8
B1	B1-4	0,75	8,35	11,08	6,42	0,7	21,0
B1	B1-5	0,69	8,26	12,05	6,23	0,8	20,2
B1	B1-6	0,78	9,21	11,78	6,32	1,7	25,1
B1	B1-7	0,74	8,59	11,53	6,54	1,3	21,7
B2	B2-1	0,59	7,45	12,70	6,47	1,2	23,4
B2	B2-2	0,55	6,83	12,46	6,22	0,8	26,4
B2	B2-3	0,48	6,87	14,34	6,06	1,6	20,5
B2	B2-4	0,59	7,47	12,64	6,49	0,9	27,1

se nadaljuje

Obravn.	Ploskev	Skupni N (%)	Skupni C (%)	C/N razmerje	pH vrednost	Vsebnost P (mg 100g tal ⁻¹)	Vsebnost K (mg 100g tal ⁻¹)
B2	B2-5	0,54	6,63	12,34	6,22	0,8	23,6
B2	B2-6	0,54	7,23	13,52	6,26	1,2	21,8
B2	B2-7	0,55	6,97	12,73	6,39	1,3	26,1
B3	B3-1	0,68	8,17	12,08	6,11	0,8	18,9
B3	B3-2	0,92	11,57	12,56	6,68	1,6	20,4
B3	B3-3	0,88	12,24	13,85	6,74	1,6	24,2
B3	B3-4	0,67	8,84	13,26	6,36	1,5	20,6
B3	B3-5	0,69	8,89	12,80	6,50	1,4	20,3
B3	B3-6	0,75	10,46	14,02	6,21	1,0	19,4
B3	B3-7	0,80	11,83	14,79	6,60	1,1	21,2
B4	B4-1	0,78	12,14	15,56	6,46	1,8	18,8
B4	B4-2	0,77	13,17	17,05	6,87	1,2	21,0
B4	B4-3	0,90	14,60	16,29	6,45	4,2	22,7
B4	B4-4	0,83	13,47	16,20	6,46	1,4	21,5
B4	B4-5	0,94	17,33	18,41	6,35	1,9	16,9
B4	B4-6	0,92	16,59	18,03	6,73	2,2	17,9
B4	B4-7	0,89	14,56	16,39	6,52	2,4	21,9

PRILOGA C2

Vegetacijski popisi iz iz zaraščajočih travišč na Podgorskem krasu. Znotraj vsakega obravnavanja je bilo po metodi Braun-Blanqueta popisanih sedem ploskev.

[illegible]

se nadaljuje

[illegible]

se nadaljuje

[illegible]

PRILOGA C3

Sestava talnih semenskih bank po ploskvah znotraj vsakega obravnavanja v spomladanskem terminu vzorčenja.

[illegible]

se nadaljuje

[illegible]

PRILOGA C4

Sestava talnih semenskih bank po ploskvah znotraj vsakega obravnavanja v jesenskem terminu vzorčenja.

[illegible]

se nadaljuje

[illegible]

PRILOGA D

Funkcionalni znaki rastlinskih vrst uporabljeni v analizah.

Vrsta	Okrajšava	CSR strategija	Življ. doba	Začetek cvetenja (mesec)	Konec cvetenja (mesec)	Vegetativna razrast	Življ. oblika	Habitus	Trajnost listov	Anatomija listov	Način razmnož.	Funkc. skupina	Viš. razred	LDMC	SLA
Achillea millefolium	Ach_mil	CR/CSR	Trajnica	6	9	Rušnato	He	Polrozeta	neprezimni l.	mezomorfni	seme/vegetativno	zel	30-60 cm	256,57	10,19
Aegopodium podagraria	Aeg_pod	CR/CSR	Trajnica	5	7	Rušnato	He	Polrozeta	neprezimni l.	higromorfni	vegetativno, redko s semenom	zel	30-60 cm	230,00	25,15
Agropyron intermedium	Agr_int	C/CSR	Trajnica	5	7	Rušnato	He	Polrozeta	neprezimni l.	skleromorfni	seme/vegetativno	trava	60-100 cm	348,93	14,94
Agrostis capillaris	Agr_cap	CSR	Trajnica	6	8	Rušnato	He	Polrozeta	neprezimni l.	mezomorfni	seme/vegetativno	trava	30-60 cm	275,09	30,03
Agrostis stolonifera	Agr_sto	CR	Trajnica	7	9	Rušnato	He	Polrozeta	vednozeleni l.	mezomorfni	seme/vegetativno	trava	30-60 cm	311,74	30,83
Ajuga genevensis	Aju_gen	S/CSR	Trajnica	5	7	Blazinasto	He	Polrozeta	neprezimni l.	mezomorfni	s semenom, redko vegetativno	zel	10-30 cm	146,92	25,41
Ajuga reptans	Aju_rep	CSR	Trajnica	5	6	Blazinasto	He	Polrozeta	vednozeleni l.	higromorfni	seme/vegetativno	zel	10-30 cm	208,64	22,22
Alchemilla sp.	Alc_sp.	S/CSR	Trajnica	6	8	Blazinasto	He	Polrozeta	neprezimni l.	higromorfni	seme/vegetativno	zel	10-30 cm	342,50	18,65
Allium carinatum	All_car	S/CSR	Trajnica	8	8	Kompaktno	Ge	Polrozeta	vednozeleni l.	mezomorfni	vegetativno, redko s semenom	zel	30-60 cm	111,81	28,70
Alyssum montanum	Aly_mon	SR	Trajnica	5	5	Kompaktno	He	Nerozetasta r.	vednozeleni l.	skleromorfni	s semenom	zel	10-30 cm	230,40	14,54
Anemone nemorosa	Ane_nem	SR/CSR	Trajnica	3	5	Blazinasto	Ge	Nerozetasta r.	vednozeleni l.	higromorfni	vegetativno, redko s semenom	zel	10-30 cm	205,00	30,46
Anthericum ramosum	Ant_ram	SC	Trajnica	6	8	Kompaktno	He	Polrozeta	vednozeleni l.	skleromorfni	s semenom	zel	30-60 cm	266,05	14,07
Anthoxanthum odoratum	Ant_odo	SR/CSR	Trajnica	5	6	Kompaktno	He	Polrozeta	vednozeleni l.	mezomorfni	seme/vegetativno	trava	10-30 cm	208,56	35,75
Anthyllis vulneraria	Ant_vul	S/SR	Trajnica	5	5	Kompaktno	He	Polrozeta	vednozeleni l.	mezomorfni	s semenom	metuljnica	10-30 cm	198,97	16,90
Arabis hirsuta	Ara_hir	S/SR	Enoletnica	4	6	Kompaktno	He	Polrozeta	vednozeleni l.	mezomorfni	s semenom	zel	30-60 cm	230,14	18,97
Arenaria serpyllifolia	Are_ser	SR	Enoletnica	5	9	Pos. steblo	Te	Nerozetasta r.	zimzeleni l.	skleromorfni	s semenom	zel	10-30 cm	258,30	19,24
Aristolochia lutea	Ari_lut	C/CR	Trajnica	5	6	Rušnato	He	Nerozetasta r.	neprezimni l.	skleromorfni	seme/vegetativno	zel	60-100 cm	224,00	26,78
Arrhenatherum elatius	Arr_ela	C/CSR	Trajnica	5	7	Kompaktno	He	Polrozeta	neprezimni l.	mezomorfni	s semenom, redko vegetativno	trava	100-150 cm	338,94	23,51
Artemisia vulgaris	Art_vul	C/CR	Trajnica	7	9	Kompaktno	He	Polrozeta	neprezimni l.	mezomorfni	s semenom	zel	100-150 cm	274,33	18,49
Asperula cynanchica	Asp_cyn	S/SC	Trajnica	6	9	Blazinasto	He	Nerozetasta r.	neprezimni l.	skleromorfni	s semenom	zel	10-30 cm	397,75	10,53
Astragalus carniolicus	Ast_car	SC/CSR	Trajnica	6	7	Rušnato	He	Nerozetasta r.	neprezimni l.	skleromorfni	s semenom	metuljnica	30-60 cm	287,84	13,99
Astrantia major	Ast_maj		Trajnica	6	8	Rušnato	He	Polrozeta	neprezimni l.	mezomorfni	seme/vegetativno	zel	30-60 cm	175,58	24,39
Betonica serotina	Bet_ser	SC/CSR	Trajnica	8	9	Blazinasto	He	Nerozetasta r.	neprezimni l.	mezomorfni	seme/vegetativno	zel	30-60 cm	280,78	9,97
Biscutella laevigata	Bis_lae	S/SC	Trajnica	5	8	Kompaktno	He	Polrozeta	neprezimni l.	skleromorfni	s semenom, redko vegetativno	zel	10-30 cm	202,35	11,74
Brachypodium rupestre	Bra_rup	SC/CSR	Trajnica	6	7	Rušnato	Ge	Polrozeta	neprezimni l.	mezomorfni	seme/vegetativno	trava	30-60 cm	398,94	20,65
Briza media	Bri_med	S	Trajnica	5	7	Kompaktno	He	Polrozeta	vednozeleni l.	skleromorfni	seme/vegetativno	trava	30-60 cm	283,88	21,95
Bromopsis erecta	Bro_ere	SC/CSR	Trajnica	5	7	Kompaktno	He	Polrozeta	neprezimni l.	skleromorfni	seme/vegetativno	trava	30-60 cm	323,89	14,67
Bromus erectus	Bro_ere	SC/CSR	Trajnica	5	8	Kompaktno	He	Polrozeta	vednozeleni l.	skleromorfni	seme/vegetativno	trava	30-60 cm	323,89	14,67

Vrsta	Okrajšava	CSR strategija	Življ. doba	Začetek cvetenja (meseč)	Konec cvetenja (meseč)	Vegetativna razrast	Življ. oblika	Habitus	Trajnost listov	Anatomija listov	Način razmnož.	Funkc. skupina	Viš. razred	LDMC	SLA
Bromus hordeaceus	Bro_hor	R/CR	Enoletnica	5	6	Pos. steblo	Te	Polrozeta	zimzeleni l.	mezomorfni	s semenom	trava	30-60 cm	286,19	29,19
Bupthalmum salicifolium	Bup_sal		Trajnica	6	9	Blazinasto	He	Polrozeta	neprezimni l.	mezomorfni	seme/vegetativno	zel	30-60 cm	239,71	17,74
Bupleurum exaltatum	Bup_exa	SC	Trajnica	6	8	Kompaktno	He	Nerozetasta r.	neprezimni l.	skleromorfni	s semenom	zel	30-60 cm	398,09	13,24
Bupleurum veronense	Bup_ver	SR	Enoletnica	7	8	Pos. steblo	Te	Nerozetasta r.	neprezimni l.	mezomorfni	s semenom	zel	10-30 cm	342,36	11,61
Calluna vulgaris	Cal_vul	SC	Trajnica	8	9	Blazinasto	Fa	Nerozetasta r.	vednozeleni l.	skleromorfni	s semenom, redko vegetativno	lesnata r.	10-30 cm	287,00	11,63
Campanula glomerata	Cam_glo	S	Trajnica	6	7	Kompaktno	He	Polrozeta	vednozeleni l.	mezomorfni	seme/vegetativno	zel	30-60 cm	225,39	20,45
Campanula patula	Cam_pat	C/CSR	Dvoletnica	5	7	Kompaktno	He	Polrozeta	vednozeleni l.	mezomorfni	s semenom	zel	30-60 cm	172,55	18,23
Campanula persicifolia	Cam_per	CR	Trajnica	5	7	Kompaktno	He	Polrozeta	vednozeleni l.	mezomorfni	seme/vegetativno	zel	30-60 cm	243,94	15,81
Campanula rapunculus	Cam_rap	CR/CSR	Dvoletnica	5	8	Rušnato	He	Polrozeta	neprezimni l.	mezomorfni	s semenom	zel	30-60 cm	160,28	44,81
Capsella bursa-pastoris	Cap_bur	R	Enoletnica	1	11	Pos. steblo	Te	Polrozeta	zimzeleni l.	mezomorfni	s semenom	zel	10-30 cm	182,84	27,30
Carduus collinus	Car_col	C/CR	Dvoletnica	6	7	Kompaktno	He	Polrozeta	neprezimni l.	skleromorfni	s semenom	zel	100-150 cm	193,83	14,96
Carduus nutans	Car_nut	CR	Dvoletnica	7	9	Kompaktno	He	Polrozeta	vednozeleni l.	skleromorfni	s semenom	zel	30-60 cm	311,64	23,10
Carex caryophylla	Car_car	S	Trajnica	3	5	Kompaktno	He	Rozeta	vednozeleni l.	skleromorfni	seme/vegetativno	šaš, bekica	10-30 cm	382,82	14,44
Carex flacca	Car_fla	S	Trajnica	5	6	Rušnato	Ge	Polrozeta	vednozeleni l.	mezomorfni	vegetativno, redko s semenom	šaš, bekica	10-30 cm	295,81	19,91
Carex humilis	Car_hum	S/CSR	Trajnica	3	5	Kompaktno	He	Rozeta	neprezimni l.	skleromorfni	s semenom, redko vegetativno	šaš, bekica	10-30 cm	444,29	14,35
Carex pallescens	Car_pal	S	Trajnica	5	7	Kompaktno	He	Polrozeta	neprezimni l.	mezomorfni	seme/vegetativno	šaš, bekica	10-30 cm	311,64	23,10
Carlina acaulis	Car_aca	S	Trajnica	7	9	Kompaktno	He	Rozeta	neprezimni l.	skleromorfni	seme/vegetativno	zel	10-30 cm	127,67	17,05
Centaurea bracteata	Cen_bra	S/CSR	Trajnica	7	8	Kompaktno	He	Polrozeta	neprezimni l.	skleromorfni	s semenom	zel	30-60 cm	210,23	17,38
Centaurea jacea	Cen_jac	R/CR	Trajnica	6	10	Kompaktno	He	Polrozeta	neprezimni l.	skleromorfni	s semenom	zel	30-60 cm	175,32	25,43
Centaurea pannonica	Cen_pan	S/CSR	Trajnica	7	10	Kompaktno	He	Polrozeta	neprezimni l.	skleromorfni	s semenom	zel	30-60 cm	175,32	25,43
Centaurea rupestris	Cen_rup	C/SC	Trajnica	6	7	Kompaktno	He	Polrozeta	neprezimni l.	skleromorfni	s semenom	zel	60-100 cm	346,91	6,51
Centaurea triumfettii	Cen_tri	S/CSR	Trajnica	6	8	Kompaktno	He	Polrozeta	neprezimni l.	skleromorfni	s semenom	zel	30-60 cm	197,51	16,64
Cerastium brachypetalum	Cer_bra	R/SR	Enoletnica	4	7	Pos. steblo	Te	Polrozeta	zimzeleni l.	skleromorfni	s semenom	zel	< 10 cm	182,80	20,84
Cerastium holosteoides	Cer_hol	R/SR	Trajnica	5	10	Kompaktno	Ha	Nerozetasta r.	vednozeleni l.	mezomorfni	seme/vegetativno	zel	< 10 cm	130,25	27,74
Chamaespartium sagittale	Cha_sag	S/CSR	Trajnica	5	7	Rušnato	Ha	Nerozetasta r.	vednozeleni l.	skleromorfni	seme/vegetativno	metuljnica	10-30 cm	312,80	17,59
Cirsium arvense	Cir_arv	C	Trajnica	6	9	Rušnato	Ge	Nerozetasta r.	neprezimni l.	mezomorfni	seme/vegetativno	zel	60-100 cm	105,06	27,98
Cirsium pannonicum	Cir_pan	CSR	Trajnica	6	8	Kompaktno	He	Polrozeta	neprezimni l.	skleromorfni	seme/vegetativno	zel	60-100 cm	197,98	18,43
Clematis vitalba	Cle_vit	SC	Trajnica	7	8	Rušnato	Fa	Nerozetasta r.	neprezimni l.	mezomorfni	seme/vegetativno	lesnata r.	10-30 cm	347,67	20,19
Clinopodium vulgare	Cli_vul	S/CSR	Trajnica	6	8	Blazinasto	He	Nerozetasta r.	neprezimni l.	mezomorfni	seme/vegetativno	zel	30-60 cm	267,56	17,51
Colchicum autumnale	Col_aut	R/CR	Trajnica	8	9	Kompaktno	Ge	Rozeta	neprezimni l.	mezomorfni	seme/vegetativno	zel	10-30 cm	145,17	18,92
Convallaria majalis	Con_maj	S/SC	Trajnica	5	6	Rušnato	Ge	Nerozetasta r.	neprezimni l.	mezomorfni	seme/vegetativno	zel	10-30 cm	232,25	23,56
Cornus sanguinea	Cor_san	SC	Trajnica	5	6	Kompaktno	Fa	Nerozetasta r.	neprezimni l.	mezomorfni	seme/vegetativno	lesnata r.	10-30 cm	412,72	13,69

Vrsta	Okrajšava	CSR strategija	Življ. doba	Začetek cvetenja (meseč)	Konec cvetenja (meseč)	Vegetativna razrast	Življ. oblika	Habitus	Trajnost listov	Anatomija listov	Način razmnož.	Funkc. skupina	Viš. razred	LDMC	SLA
Coronilla vaginalis	Cor_vag	S/CSR	Trajnica	5	7	Kompaktno	Ha	Nerozetasta r.	vednozeleni l.	skleromorfni	s semenom, redko vegetativno	metuljnica	10-30 cm	252,27	13,05
Corylus avellana	Cor_ave	SC	Trajnica	2	4	Kompaktno	Fa	Nerozetasta r.	neprezimni l.	mezomorfni	s semenom, redko vegetativno	lesnata r.	10-30 cm	252,27	13,05
Cotinus coggygria	Cot_cog	C	Trajnica	5	6	Rušnato	Fa	Nerozetasta r.	neprezimni l.	skleromorfni	seme/vegetativno	lesnata r.	150-300 cm	455,81	10,03
Crataegus monogyna	Cra_mon	SC	Trajnica	5	6	Kompaktno	Fa	Nerozetasta r.	neprezimni l.	mezomorfni	seme/vegetativno	lesnata r.	10-30 cm	462,58	11,21
Crepis chondrilloides	Cre_cho	SC	Trajnica	5	8	Kompaktno	He	Polrozeta	neprezimni l.	mezomorfni	s semenom	zel	30-60 cm	215,10	12,84
Cruciata glabra	Cru_gla	CR	Trajnica	5	6	Blazinasto	He	Nerozetasta r.	neprezimni l.	mezomorfni	seme/vegetativno	zel	10-30 cm	239,35	36,33
Cyclamen purpurascens	Cyc_pur	R/CR	Trajnica	6	9	Kompaktno	Ge	Rozeta	vednozeleni l.	higromorfni	s semenom	zel	< 10 cm	130,39	31,45
Dactylis glomerata	Dac_glo	C/CSR	Trajnica	5	6	Kompaktno	He	Polrozeta	neprezimni l.	mezomorfni	s semenom, redko vegetativno	trava	30-60 cm	309,15	21,64
Daphne mezereum	Dap_mez	SC	Trajnica	3	4	Kompaktno	Fa	Nerozetasta r.	neprezimni l.	mezomorfni	s semenom	lesnata r.	60-100 cm	186,50	28,35
Daucus carota	Dau_car	SR/CSR	Enoletnica	6	9	Pos. steblo	Te	Polrozeta	vednozeleni l.	mezomorfni	s semenom	zel	30-60 cm	216,26	17,15
Dianthus sanguineus	Dia_san	C/SC	Trajnica	6	8	Kompaktno	He	Polrozeta	neprezimni l.	skleromorfni	seme/vegetativno	zel	60-100 cm	320,27	12,90
Dictamnus albus	Dic_alb	C/SC	Trajnica	5	6	Kompaktno	He	Nerozetasta r.	neprezimni l.	skleromorfni	seme/vegetativno	zel	60-100 cm	305,75	13,73
Dorycnium germanicum	Dor_ger	SC	Trajnica	6	8	Blazinasto	He	Nerozetasta r.	neprezimni l.	mezomorfni	s semenom	metuljnica	10-30 cm	267,49	16,29
Elytrigia intermedia	Ely_int	C/CSR	Trajnica	5	7	Rušnato	Ge	Polrozeta	neprezimni l.	skleromorfni	seme/vegetativno	trava	100-150 cm	348,93	14,94
Erigeron annuus	Eri_ann	R/CR	Enoletnica	6	10	Pos. steblo	Te	Polrozeta	neprezimni l.	mezomorfni	s semenom	zel	30-60 cm	197,15	24,45
Eryngium amethystinum	Ery_ame	C/SC	Trajnica	7	9	Kompaktno	He	Polrozeta	neprezimni l.	skleromorfni	s semenom	zel	30-60 cm	324,25	6,95
Euphorbia amygdaloides	Eup_amy	CR	Trajnica	5	6	Blazinasto	Ha	Polrozeta	vednozeleni l.	mezomorfni	seme/vegetativno	zel	10-30 cm	259,31	19,67
Euphorbia cyparissias	Eup_cyp	CSR	Trajnica	5	8	Blazinasto	He	Nerozetasta r.	vednozeleni l.	mezomorfni	seme/vegetativno	zel	10-30 cm	193,48	35,55
Euphorbia dulcis	Eup_dul		Trajnica	5	6	Blazinasto	He	Nerozetasta r.	neprezimni l.	mezomorfni	seme/vegetativno	zel	10-30 cm	243,07	33,27
Euphorbia nicaeensis	Eup_nic	SC	Trajnica	7	8	Kompaktno	He	Nerozetasta r.	neprezimni l.	skleromorfni	s semenom	zel	10-30 cm	236,70	13,27
Euphorbia verrucosa	Eup_ver	SC	Trajnica	5	6	Kompaktno	He	Nerozetasta r.	neprezimni l.	mezomorfni	s semenom	zel	10-30 cm	300,75	26,77
Ferulago campestris	Fer_cam	C/CSR	Trajnica	7	7	Kompaktno	He	Polrozeta	neprezimni l.	mezomorfni	seme/vegetativno	zel	100-150 cm	308,59	6,53
Festuca pratensis	Fes_pra	CSR	Trajnica	6	8	Kompaktno	He	Polrozeta	vednozeleni l.	mezomorfni	s semenom	trava	60-100 cm	238,66	18,63
Festuca rubra	Fes_rub	CSR	Trajnica	5	7	Rušnato	He	Polrozeta	vednozeleni l.	mezomorfni	seme/vegetativno	trava	10-30 cm	325,17	17,92
Festuca rupicola	Fes_rup	S/SC	Trajnica	5	6	Kompaktno	He	Polrozeta	neprezimni l.	skleromorfni	s semenom, redko vegetativno	trava	10-30 cm	416,41	12,97
Filipendula vulgaris	Fil_vul	S	Trajnica	5	8	Blazinasto	He	Polrozeta	vednozeleni l.	skleromorfni	seme/vegetativno	zel	60-100 cm	355,14	10,94
Fragaria vesca	Fra_ves	CSR	Trajnica	5	6	Rušnato	He	Polrozeta	vednozeleni l.	mezomorfni	seme/vegetativno	zel	10-30 cm	388,00	20,03
Frangula rupestris	Fra_rup	C/SC	Trajnica	5	7	Blazinasto	Fa	Nerozetasta r.	neprezimni l.	skleromorfni	seme/vegetativno	lesnata r.	30-60 cm	323,73	14,79
Fraxinus ornus	Fra_om	C/SC	Trajnica	5	5	Kompaktno	Fa	Nerozetasta r.	neprezimni l.	mezomorfni	s semenom	lesnata r.	> 15 m	462,39	10,18
Galium boreale	Gal_bor		Trajnica	5	8	Kompaktno	He	Nerozetasta r.	neprezimni l.	skleromorfni	seme/vegetativno	zel	30-60 cm	212,63	21,40
Galium corridifolium	Gal_cor	C/CSR	Trajnica	6	7	Rušnato	He	Nerozetasta r.	neprezimni l.	skleromorfni	s semenom	zel	30-60 cm	262,74	15,11
Galium mollugo	Gal_mol	C/CSR	Trajnica	6	10	Kompaktno	He	Nerozetasta r.	neprezimni l.	mezomorfni	s semenom	zel	30-60 cm	189,49	26,38

Vrsta	Okrajšava	CSR strategija	Življ. doba	Začetek cvetenja (meseč)	Konec cvetenja (meseč)	Vegetativna razrast	Življ. oblika	Habitus	Trajnost listov	Anatomija listov	Način razmnož.	Funkc. skupina	Viš. razred	LDMC	SLA
Galium verum	Gal_ver	SC/CSR	Trajnica	5	9	Kompaktno	He	Nerozetasta r.	neprezimni l.	skleromorfni	seme/vegetativno	zel	30-60 cm	284,49	12,78
Genista sericea	Gen_ser	S/SC	Trajnica	5	6	Blazinasto	Ha	Nerozetasta r.	neprezimni l.	skleromorfni	seme/vegetativno	metuljnica	10-30 cm	351,51	16,14
Genista sylvestris	Gen_syl	S/SC	Trajnica	5	7	Blazinasto	Ha	Nerozetasta r.	neprezimni l.	skleromorfni	seme/vegetativno	metuljnica	10-30 cm	413,15	11,56
Gentiana lutea	Gen_lut	C/CSR	Trajnica	7	8	Kompaktno	He	Polrozeta	neprezimni l.	mezomorfni	s semenom	zel	100-150 cm	224,48	10,42
Gentianella ciliata	Gen_cil		Trajnica	8	10	Pos. steblo	He	Nerozetasta r.	neprezimni l.	mezomorfni	s semenom, redko vegetativno	zel	< 10 cm	224,48	10,42
Geranium pusillum	Ger_pus	R/SR	Dvoletnica	5	9	Kompaktno	Te	Polrozeta	zimzeleni l.	mezomorfni	s semenom	zel	10-30 cm	147,49	24,61
Geranium sanguineum	Ger_san	S/CSR	Trajnica	5	9	Blazinasto	He	Nerozetasta r.	neprezimni l.	skleromorfni	s semenom, redko vegetativno	zel	30-60 cm	334,33	15,05
Globularia punctata	Glo_pun	S/SC	Trajnica	5	6	Kompaktno	He	Polrozeta	vednozeleni l.	skleromorfni	s semenom, redko vegetativno	zel	10-30 cm	245,26	10,81
Hedera helix	Hed_hel	SC	Trajnica	9	11	Rušnato	Ha	Nerozetasta r.	vednozeleni l.	skleromorfni	seme/vegetativno	lesnata r.	> 15 m	317,00	15,70
Helianthemum ovatum	Hel_ova	S/CSR	Trajnica	6	9	Blazinasto	Ha	Nerozetasta r.	vednozeleni l.	skleromorfni	s semenom, redko vegetativno	lesnata r.	10-30 cm	270,86	13,86
Helictotrichon pubescens	Hel_pub	S/CSR	Trajnica	5	7	Kompaktno	He	Polrozeta	neprezimni l.	mezomorfni	seme/vegetativno	trava	30-60 cm	264,00	21,00
Helleborus multifidus	Hel_mul	C/CSR	Trajnica	2	3	Kompaktno	He	Rozeta	zimzeleni l.	skleromorfni	s semenom	zel	30-60 cm	207,33	9,82
Hippocrepis comosa	Hip_com	S	Trajnica	5	9	Blazinasto	He	Polrozeta	vednozeleni l.	skleromorfni	s semenom	metuljnica	< 10 cm	254,43	13,02
Hypericum perforatum	Hyp_per	CR/CSR	Trajnica	6	8	Rušnato	He	Nerozetasta r.	neprezimni l.	mezomorfni	seme/vegetativno	zel	30-60 cm	292,79	22,22
Inula ensifolia	Inu_ens	SC	Trajnica	7	8	Blazinasto	He	Nerozetasta r.	neprezimni l.	skleromorfni	seme/vegetativno	zel	10-30 cm	420,74	9,87
Inula spiraeifolia	Inu_spi	C/CSR	Trajnica	7	9	Blazinasto	He	Nerozetasta r.	neprezimni l.	skleromorfni	seme/vegetativno	zel	30-60 cm	285,34	16,23
Knautia fleischmannii	Kna_fle	S/CSR	Trajnica	5	7	Kompaktno	He	Polrozeta	vednozeleni l.	skleromorfni	s semenom	zel	30-60 cm	261,06	10,89
Knautia illyrica	Kna_ill	S/CSR	Trajnica	5	7	Kompaktno	He	Polrozeta	vednozeleni l.	skleromorfni	s semenom	zel	30-60 cm	231,57	13,94
Koeleria lobata	Koe_lob	S/CSR	Trajnica	5	6	Kompaktno	He	Polrozeta	neprezimni l.	skleromorfni	seme/vegetativno	trava	30-60 cm	239,91	15,60
Lathyrus pratensis	Lat_pra	CSR	Trajnica	6	8	Rušnato	He	Nerozetasta r.	neprezimni l.	mezomorfni	s semenom, redko vegetativno	metuljnica	30-60 cm	273,67	27,16
Leontodon autumnalis	Leo_aut	R/CSR	Trajnica	6	10	Blazinasto	He	Rozeta	vednozeleni l.	mezomorfni	seme/vegetativno	zel	10-30 cm	159,45	28,02
Leontodon crispus	Leo_cri	SC	Trajnica	6	7	Kompaktno	He	Rozeta	neprezimni l.	skleromorfni	seme/vegetativno	zel	10-30 cm	226,95	15,94
Leontodon hispidus	Leo_his	S/CSR	Trajnica	6	10	Blazinasto	He	Rozeta	neprezimni l.	mezomorfni	seme/vegetativno	zel	10-30 cm	152,74	21,56
Leucanthemum ircutianum	Leu_irc	R/CR	Trajnica	5	10	Blazinasto	He	Polrozeta	vednozeleni l.	mezomorfni	seme/vegetativno	zel	30-60 cm	172,58	17,28
Leucanthemum liburnicum	Leu_lib	SC	Trajnica	5	7	Blazinasto	He	Polrozeta	vednozeleni l.	skleromorfni	seme/vegetativno	zel	10-30 cm	189,78	14,45
Leucanthemum platylepis	Leu_pla	SC	Trajnica	5	7	Blazinasto	He	Rozeta	vednozeleni l.	skleromorfni	seme/vegetativno	zel	10-30 cm	189,78	14,45
Libanotis sibirica	Lib_sib	C/SC	Dvoletnica	7	8	Kompaktno	He	Polrozeta	neprezimni l.	mezomorfni	s semenom	zel	60-100 cm	368,52	8,92
Ligustrum vulgare	Lig_vul	SC	Trajnica	6	8	Kompaktno	Fa	Nerozetasta r.	neprezimni l.	mezomorfni	seme/vegetativno	lesnata r.	300-600 cm	432,66	11,40
Linum catharticum	Lin_cat	SR	Enoletnica	6	8	Pos. steblo	Te	Polrozeta	neprezimni l.	mezomorfni	s semenom	zel	< 10 cm	210,00	33,67
Linum tenuifolium	Lin_ten	SC	Trajnica	6	7	Blazinasto	He	Polrozeta	neprezimni l.	skleromorfni	s semenom	zel	10-30 cm	349,41	10,66
Lolium perenne	Lol_per	CR/CSR	Trajnica	6	8	Blazinasto	He	Polrozeta	vednozeleni l.	mezomorfni	s semenom	trava	10-30 cm	232,58	25,83
Lotus corniculatus	Lot_cor	S/CSR	Trajnica	5	9	Kompaktno	He	Nerozetasta r.	neprezimni l.	mezomorfni	s semenom, redko vegetativno	metuljnica	10-30 cm	227,55	22,15

Vrsta	Okrajšava	CSR strategija	Življ. doba	Začetek cvetenja (meseč)	Konec cvetenja (meseč)	Vegetativna razrast	Življ. oblika	Habitus	Trajnost listov	Anatomija listov	Način razmnož.	Funkc. skupina	Viš. razred	LDMC	SLA
Luzula campestris	Luz_cam	S/CSR	Trajnica	3	5	Blazinasto	He	Polrozeta	neprezimni l.	mezomorfni	seme/vegetativno	šiš, bekica	10-30 cm	213,98	27,52
Medicago falcata	Med_fal	CR/CSR	Trajnica	5	10	Blazinasto	He	Nerozetasta r.	vednozeleni l.	mezomorfni	seme/vegetativno	metuljnica	30-60 cm	300,55	19,20
Medicago lupulina	Med_lup	R/SR	Trajnica	5	9	Blazinasto	He	Polrozeta	vednozeleni l.	mezomorfni	seme/vegetativno	metuljnica	10-30 cm	242,52	25,14
Medicago prostrata	Med_pro	SC	Trajnica	5	8	Blazinasto	He	Polrozeta	vednozeleni l.	mezomorfni	seme/vegetativno	metuljnica	10-30 cm	325,12	14,26
Melampyrum carstiense	Mel_car	S/CSR	Enoletnica	6	7	Kompaktno	Te	Nerozetasta r.	neprezimni l.	mezomorfni	s semenom	zel	10-30 cm	251,16	15,50
Molinia arundinacea	Mol_aru	C/SC	Trajnica	7	9	Rušnato	He	Polrozeta	neprezimni l.	skleromorfni	s semenom, redko vegetativno	trava	100-150 cm	425,78	14,65
Muscari botryoides	Mus_bot	S/CSR	Trajnica	5	5	Kompaktno	Ge	Rozeta	spring green	mezomorfni	seme/vegetativno	zel	30-60 cm	89,26	28,94
Orchis morio	Orc_mor	S/SR	Trajnica	5	6	Kompaktno	Ge	Polrozeta	vednozeleni l.	mezomorfni	s semenom	zel	10-30 cm	131,44	19,25
Ostrya carpinifolia	Ost_car	C/SC	Trajnica	5	6	Kompaktno	Fa	Nerozetasta r.	neprezimni l.	skleromorfni	s semenom	lesnata r.	300-600 cm	490,15	16,01
Peucedanum oreoselinum	Peu_ore	C/SC	Trajnica	7	9	Kompaktno	He	Polrozeta	neprezimni l.	skleromorfni	s semenom	zel	60-100 cm	243,80	12,32
Phleum pratense	Phl_pra	CSR	Trajnica	6	8	Kompaktno	He	Polrozeta	vednozeleni l.	mezomorfni	s semenom, redko vegetativno	trava	30-60 cm	310,68	21,16
Phyteuma spicatum	Phy_spi	CR	Trajnica	5	8	Kompaktno	He	Polrozeta	vednozeleni l.	mezomorfni	s semenom	zel	30-60 cm	232,24	18,76
Pimpinella saxifraga	Pim_sax	S/SR	Trajnica	7	8	Kompaktno	He	Polrozeta	neprezimni l.	mezomorfni	s semenom	zel	10-30 cm	280,08	10,22
Plantago argentea	Pla_arg	S/CSR	Trajnica	5	7	Kompaktno	He	Rozeta	neprezimni l.	skleromorfni	s semenom, redko vegetativno	zel	10-30 cm	205,24	10,06
Plantago holostium	Pla_hol	S	Trajnica	6	9	Kompaktno	Ha	Rozeta	neprezimni l.	skleromorfni	seme/vegetativno	zel	< 10 cm	252,84	8,90
Plantago lanceolata	Pla_lan	CSR	Trajnica	5	10	Kompaktno	He	Rozeta	neprezimni l.	mezomorfni	s semenom, redko vegetativno	zel	10-30 cm	149,70	20,26
Plantago major	Pla_maj	R/CSR	Trajnica	6	9	Kompaktno	He	Rozeta	neprezimni l.	skleromorfni	s semenom, redko vegetativno	zel	10-30 cm	107,00	23,43
Plantago media	Pla_med	S/CSR	Trajnica	5	9	Kompaktno	He	Rozeta	neprezimni l.	skleromorfni	seme/vegetativno	zel	10-30 cm	201,80	11,91
Poa badensis	Poa_bad		Trajnica	5	7	Blazinasto	He	Polrozeta	vednozeleni l.	skleromorfni	seme/vegetativno	trava	30-60 cm	303,21	19,65
Poa pratensis	Poa_pra	CSR	Trajnica	5	7	Rušnato	He	Polrozeta	vednozeleni l.	mezomorfni	seme/vegetativno	trava	30-60 cm	287,07	25,10
Polygala nicaeensis	Pol_nic	S/CSR	Trajnica	6	7	Blazinasto	He	Nerozetasta r.	vednozeleni l.	skleromorfni	s semenom	zel	< 10 cm	230,52	18,83
Potentilla australis	Pot_aus	S/SC	Trajnica	5	6	Kompaktno	He	Rozeta	vednozeleni l.	skleromorfni	seme/vegetativno	zel	< 10 cm	379,61	10,60
Potentilla erecta	Pot_ere	S/CSR	Trajnica	5	8	Kompaktno	He	Nerozetasta r.	vednozeleni l.	skleromorfni	seme/vegetativno	zel	10-30 cm	300,18	28,86
Potentilla tommasiniana	Pot_tom	S/SC	Trajnica	3	5	Blazinasto	He	Rozeta	vednozeleni l.	skleromorfni	seme/vegetativno	zel	< 10 cm	373,25	11,45
Prunella grandiflora	Pru_gra	SC	Trajnica	7	9	Blazinasto	He	Nerozetasta r.	vednozeleni l.	mezomorfni	seme/vegetativno	zel	< 10 cm	315,56	10,21
Prunella vulgaris	Pru_vul	CSR	Trajnica	7	9	Blazinasto	Ha	Nerozetasta r.	vednozeleni l.	mezomorfni	seme/vegetativno	zel	< 10 cm	225,88	21,56
Prunus mahaleb	Pru_mah	C/SC	Trajnica	5	5	Kompaktno	Fa	Nerozetasta r.	neprezimni l.	skleromorfni	s semenom	lesnata r.	150-300 cm	393,95	10,76
Prunus spinosa	Pru_spi	SC	Trajnica	3	4	Kompaktno	Fa	Nerozetasta r.	neprezimni l.	mezomorfni	seme/vegetativno	lesnata r.	10-30 cm	344,18	17,15
Pseudolysimachion barleri	Pse_bar	SC	Trajnica	7	8	Blazinasto	He	Polrozeta	vednozeleni l.	skleromorfni	seme/vegetativno	zel	10-30 cm	346,21	9,50
Pulsatilla montana	Pul_mon	C/SC	Trajnica	4	4	Kompaktno	He	Rozeta	neprezimni l.	skleromorfni	s semenom	zel	10-30 cm	289,47	11,34
Quercus pubescens	Que_pub	C/SC	Trajnica	5	5	Kompaktno	Fa	Nerozetasta r.	neprezimni l.	skleromorfni	s semenom	lesnata r.	> 15 m	528,16	9,14
Ranunculus acris	Ran_acr	CSR	Trajnica	6	10	Kompaktno	He	Polrozeta	neprezimni l.	mezomorfni	s semenom	zel	60-100 cm	213,92	16,18

Vrsta	Okrajšava	CSR strategija	Življ. doba	Začetek cvetenja (meseč)	Konec cvetenja (meseč)	Vegetativna razrast	Življ. oblika	Habitus	Trajnost listov	Anatomija listov	Način razmnož.	Funkc. skupina	Viš. razred	LDMC	SLA
Ranunculus bulbosus	Ran_bul	SR	Trajnica	5	8	Kompaktno	He	Polrozeta	spring green	mezomorfni	s semenom	zel	10-30 cm	191,83	15,94
Rhinanthus glacialis	Rhi_gla	S/CSR	Enoletnica	5	6	Kompaktno	Te	Nerozetasta r.	neprezimni l.	mezomorfni	s semenom	zel	10-30 cm	220,84	18,96
Rhinanthus minor	Rhi_min	R/SR	Enoletnica	5	9	Pos. steblo	Te	Nerozetasta r.	neprezimni l.	mezomorfni	s semenom	zel	10-30 cm	251,63	16,59
Rosa canina	Ros_can	SC	Trajnica	6	7	Rušnato	Fa	Nerozetasta r.	neprezimni l.	mezomorfni	seme/vegetativno	lesnata r.	150-300 cm	472,29	10,09
Rosa glauca	Ros_gla	C/SC	Trajnica	6	7	Rušnato	Fa	Nerozetasta r.	neprezimni l.	skleromorfni	seme/vegetativno	lesnata r.	150-300 cm	472,29	10,09
Rubus idaeus	Rub_ida	SC	Trajnica	5	7	Rušnato	Fa	Nerozetasta r.	neprezimni l.	mezomorfni	seme/vegetativno	lesnata r.	100-150 cm	418,24	14,81
Rubus ulmifolius	Rub_ulm	C	Trajnica	6	8	Rušnato	Fa	Nerozetasta r.	neprezimni l.	mezomorfni	seme/vegetativno	lesnata r.	100-150 cm	472,74	8,67
Rumex acetosa	Rum_ace	CSR	Trajnica	5	7	Rušnato	He	Polrozeta	vednozeleni l.	mezomorfni	seme/vegetativno	zel	30-60 cm	132,46	19,96
Ruta divaricata	Rut_div	SC	Trajnica	6	8	Kompaktno	Ha	Nerozetasta r.	neprezimni l.	skleromorfni	s semenom	zel	30-60 cm	254,29	13,57
Salvia glutinosa	Sal_glu	CSR	Trajnica	6	9	Blazinasto	He	Polrozeta	neprezimni l.	mezomorfni	seme/vegetativno	zel	60-100 cm	183,61	23,90
Salvia pratensis	Sal_pra	CSR	Trajnica	5	9	Blazinasto	He	Polrozeta	neprezimni l.	mezomorfni	s semenom, redko vegetativno	zel	30-60 cm	197,04	16,84
Sanguisorba muricata	San_mur	S/CSR	Trajnica	5	7	Kompaktno	He	Polrozeta	vednozeleni l.	skleromorfni	s semenom, redko vegetativno	zel	10-30 cm	254,51	15,41
Satureja montana	Sat_mon	S/SC	Trajnica	7	8	Blazinasto	Ha	Nerozetasta r.	neprezimni l.	skleromorfni	s semenom, redko vegetativno	zel	10-30 cm	251,62	11,94
Satureja subspicata	Sat_sub	S/SC	Trajnica	8	9	Blazinasto	Ha	Nerozetasta r.	neprezimni l.	skleromorfni	s semenom, redko vegetativno	zel	10-30 cm	251,78	14,33
Scabiosa triandra	Sca_tri	S/CSR	Trajnica	5	10	Kompaktno	He	Polrozeta	vednozeleni l.	skleromorfni	s semenom, redko vegetativno	zel	30-60 cm	202,63	17,26
Scorzonera austriaca	Sco_aus	S/CSR	Trajnica	5	5	Kompaktno	He	Polrozeta	vednozeleni l.	skleromorfni	s semenom	zel	30-60 cm	219,78	11,69
Scorzonera villosa	Sco_vil	S/CSR	Trajnica	5	6	Kompaktno	He	Polrozeta	neprezimni l.	skleromorfni	s semenom	zel	30-60 cm	203,28	15,66
Sedum sexangulare	Sed_sex	S	Trajnica	7	8	Blazinasto	Ha	Nerozetasta r.	vednozeleni l.	sukulentni	seme/vegetativno	zel	< 10 cm	108,93	13,67
Senecio doronicum	Sen_dor	S/CSR	Trajnica	7	8	Kompaktno	He	Polrozeta	neprezimni l.	skleromorfni	s semenom	zel	30-60 cm	177,15	14,51
Sesleria autumnalis	Ses_aut	CSR	Trajnica	7	10	Rušnato	He	Polrozeta	vednozeleni l.	skleromorfni	seme/vegetativno	trava	30-60 cm	318,49	25,13
Sesleria juncifolia	Ses_jun	S/SC	Trajnica	6	6	Blazinasto	He	Polrozeta	neprezimni l.	skleromorfni	seme/vegetativno	trava	30-60 cm	438,86	9,96
Silene latifolia	Sil_lat	R/CR	Trajnica			Blazinasto	He	Nerozetasta r.	neprezimni l.	mezomorfni	seme/vegetativno	zel	60-100 cm	141,03	25,26
Silene nutans	Sil_nut	S/CSR	Trajnica	5	8	Blazinasto	He	Polrozeta	neprezimni l.	mezomorfni	s semenom, redko vegetativno	zel	30-60 cm	240,91	20,46
Silene vulgaris	Sil_vul	CSR	Trajnica	5	9	Kompaktno	Ha	Nerozetasta r.	vednozeleni l.	mezomorfni	s semenom	zel	30-60 cm	183,57	15,26
Sonchus oleraceus	Son_ole	R/CR	Enoletnica	6	10	Kompaktno	Te	Nerozetasta r.	neprezimni l.	higromorfni	s semenom	zel	30-60 cm	104,83	40,90
Sorbus aria	Sor_ari	C/SC	Trajnica	5	6	Kompaktno	Fa	Nerozetasta r.	neprezimni l.	mezomorfni	s semenom	lesnata r.	150-300 cm	492,99	11,27
Stachys recta	Sta_rec	C/SC	Trajnica	6	8	Blazinasto	He	Nerozetasta r.	neprezimni l.	skleromorfni	s semenom	zel	30-60 cm	310,44	12,99
Stellaria graminea	Ste_gra	CSR	Trajnica	5	7	Blazinasto	He	Nerozetasta r.	neprezimni l.	mezomorfni	seme/vegetativno	zel	10-30 cm	166,06	36,82
Stipa ericaulis	Sti_eri		Trajnica	5	6	Blazinasto	He	Polrozeta	neprezimni l.	skleromorfni	seme/vegetativno	trava	30-60 cm	395,00	12,55
Symphytum tuberosum	Sym_tub	C/CSR	Trajnica	5	6	Rušnato	Ge	Nerozetasta r.	spring green	higromorfni	seme/vegetativno	zel	10-30 cm	134,49	34,57
Taraxacum officinale	Tar_off	R/CSR	Trajnica	3	5	Kompaktno	He	Rozeta	neprezimni l.	mezomorfni	s semenom	zel	10-30 cm	143,33	32,31
Teucrium chamaedrys	Teu_cha	SC/CSR	Trajnica	7	9	Blazinasto	Ha	Nerozetasta r.	vednozeleni l.	skleromorfni	seme/vegetativno	lesnata r.	10-30 cm	337,84	14,02

Vrsta	Okrajšava	CSR strategija	Življ. doba	Začetek cvetenja (meseč)	Konec cvetenja (meseč)	Vegetativna razrast	Življ. oblika	Habitus	Trajnost listov	Anatomija listov	Način razmnož.	Funkc. skupina	Viš. razred	LDMC	SLA
Teucrium montanum	Teu_mon	S/CSR	Trajnica	6	9	Blazinasto	Ha	Nerozetasta r.	vednozeleni l.	skleromorfni	s semenom	lesnata r.	< 10 cm	331,93	11,79
Thalictrum aquilegifolium	Tha_aqu		Trajnica	5	7	Kompaktno	He	Nerozetasta r.	neprezimni l.	mezomorfni	seme/vegetativno	zel	60-100 cm	206,22	34,15
Thalictrum minus	Tha_min	S/CSR	Trajnica	5	8	Kompaktno	He	Polrozeta	neprezimni l.	mezomorfni	seme/vegetativno	zel	10-30 cm	354,28	12,11
Thesium divaricatum	The_div	SC/CSR	Trajnica	6	6	Blazinasto	He	Polrozeta	neprezimni l.	skleromorfni	s semenom	zel	< 10 cm	249,55	11,05
Thesium linophyllum	The_lin	CSR	Trajnica	5	6	Blazinasto	Ge	Nerozetasta r.	neprezimni l.	skleromorfni	seme/vegetativno	zel	10-30 cm	253,64	11,06
Thlaspi praecox	Thl_pra	SR	Trajnica	3	5	Kompaktno	Ha	Rozeta	spring green	skleromorfni	s semenom	zel	< 10 cm	201,03	21,65
Thymus praecox	Thy_pra	S/SC	Trajnica	5	7	Blazinasto	Ha	Nerozetasta r.	vednozeleni l.	skleromorfni	seme/vegetativno	zel	< 10 cm	309,71	14,92
Thymus serpyllum	Thy_ser	S/SC	Trajnica	5	7	Blazinasto	Ha	Nerozetasta r.	vednozeleni l.	skleromorfni	seme/vegetativno	zel	< 10 cm	309,71	14,92
Tragopogon orientalis	Tra_ori	CSR	Trajnica	5	6	Kompaktno	He	Polrozeta	neprezimni l.	mezomorfni	s semenom	zel	30-60 cm	171,57	27,86
Tragopogon tommasinii	Tra_tom	CSR	Trajnica	5	6	Kompaktno	He	Polrozeta	neprezimni l.	mezomorfni	s semenom	zel	30-60 cm	178,12	27,00
Trifolium alpestre	Tri_alp	SC	Trajnica	6	8	Blazinasto	He	Nerozetasta r.	neprezimni l.	mezomorfni	seme/vegetativno	metuljnica	10-30 cm	369,04	13,12
Trifolium campestre	Tri_cam	SR	Dvoletnica	6	9	Pos. steblo	Te	Nerozetasta r.	zimzeleni l.	mezomorfni	s semenom	metuljnica	10-30 cm	265,33	31,28
Trifolium medium	Tri_med	SC/CSR	Trajnica	6	8	Blazinasto	He	Nerozetasta r.	neprezimni l.	mezomorfni	s semenom	metuljnica	10-30 cm	219,40	21,34
Trifolium montanum	Tri_mon	S/CSR	Trajnica	5	8	Kompaktno	He	Polrozeta	neprezimni l.	skleromorfni	s semenom	metuljnica	10-30 cm	273,79	17,41
Trifolium pratense	Tri_pra	CSR	Trajnica	5	9	Blazinasto	He	Polrozeta	vednozeleni l.	mezomorfni	s semenom	metuljnica	10-30 cm	220,02	23,26
Trifolium repens	Tri_rep	CR/CSR	Trajnica	5	10	Rušnato	He	Polrozeta	vednozeleni l.	higromorfni	seme/vegetativno	metuljnica	< 10 cm	192,49	28,31
Trifolium rubens	Tri_rub	SC	Trajnica	6	7	Blazinasto	He	Polrozeta	neprezimni l.	mezomorfni	seme/vegetativno	metuljnica	10-30 cm	274,42	20,08
Trinia glauca	Tri_gla	S/CSR	Trajnica	5	6	Kompaktno	He	Polrozeta	zimzeleni l.	mezomorfni	s semenom	zel	10-30 cm	220,71	12,35
Verbascum nigrum	Ver_nig	CR/CSR	Trajnica	7	9	Kompaktno	He	Nerozetasta r.	neprezimni l.	mezomorfni	s semenom	zel	100-150 cm	304,69	10,04
Veronica arvensis	Ver_arv	SR	Enoletnica	5	7	Pos. steblo	Te	Nerozetasta r.	zimzeleni l.	mezomorfni	s semenom	zel	< 10 cm	140,33	33,97
Veronica chamaedrys	Ver_cha	CSR	Trajnica	5	8	Blazinasto	Ha	Nerozetasta r.	vednozeleni l.	mezomorfni	seme/vegetativno	zel	10-30 cm	250,33	25,90
Veronica jacquinii	Ver_jac	S/CSR	Trajnica	5	7	Kompaktno	He	Nerozetasta r.	neprezimni l.	skleromorfni	s semenom	zel	30-60 cm	266,16	14,34
Veronica officinalis	Ver_off	S/CSR	Trajnica	5	8	Blazinasto	He	Nerozetasta r.	vednozeleni l.	mezomorfni	seme/vegetativno	zel	< 10 cm	332,36	16,09
Vicia cracca	Vic_cra	C/CSR	Trajnica	6	8	Rušnato	He	Nerozetasta r.	neprezimni l.	mezomorfni	seme/vegetativno	metuljnica	60-100 cm	208,28	25,25
Vicia incana	Vic_inc	CSR	Trajnica	6	8	Rušnato	He	Nerozetasta r.	neprezimni l.	mezomorfni	seme/vegetativno	metuljnica	60-100 cm	282,87	19,55
Vincetoxicum hirsutaria	Vin_hir	C/SC	Trajnica	5	6	Blazinasto	He	Nerozetasta r.	neprezimni l.	mezomorfni	s semenom, redko vegetativno	zel	30-60 cm	257,12	16,05
Viola hirta	Vio_hir	S	Trajnica	3	5	Blazinasto	He	Rozeta	neprezimni l.	mezomorfni	seme/vegetativno	zel	< 10 cm	248,04	20,57