

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA

Matevž ADAMIČ

**SVETLOBNE RAZMERE IN STRUKTURNJE
ZNAČILNOSTI DINARSKIH JELOVO-BUKOVIH
GOSPODARSKIH GOZDOV IN PRAGOZDOV**

DOKTORSKA DISERTACIJA

Ljubljana, 2016

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA

Matevž ADAMIČ

**SVETLOBNE RAZMERE IN STRUKTURNE ZNAČILNOSTI
DINARSKIH JELOVO-BUKOVIH GOSPODARSKIH GOZDOV IN
PRAGOZDOV**

DOKTORSKA DISERTACIJA

**LIGHT CLIMATE AND STRUCTURAL CHARACTERISTICS OF
DINARIC MIXED MOUNTAIN MANAGED AND OLD-GROWTH
FOREST**

DOCTORAL DISSERTATION

Ljubljana, 2016

Doktorska disertacija je zaključek Podiplomskega študija bioloških in biotehniških znanosti s področja gozdarstva in obnovljivih gozdnih virov. Disertacija je bila opravljena na Katedri za gojenje gozdov Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Na podlagi Statuta Univerze v Ljubljani ter po sklepu Senata Biotehniške fakultete z dne 26. 1. 2012 je bilo potrjeno, da kandidat izpolnjuje pogoje za neposreden prehod na doktorski študij Bioloških in biotehniških znanosti ter opravljanje doktorata znanosti s področja gozdarstva in obnovljivih gozdnih virov. Za mentorja doktorske disertacije je bil imenovan prof. dr. Jurij Diaci in za somentorja prof. dr. David Hladnik.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Janez PIRNAT

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire

Član: prof. dr. Igor Anić

Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet

Član: doc. dr. Dušan Roženberger

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire

Datum zagovora:

Podpisani izjavljam, da je doktorska disertacija rezultat lastnega raziskovalnega dela. Izjavljam, da je elektronski izvod identičen tiskanemu. Na univerzo neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravici shranitve avtorskega dela v elektronski obliki in reproduciranja ter pravico omogočanja javnega dostopa do avtorskega dela na svetovnem spletu preko Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete.

Matevž Adamič

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dd
DK	GDK 181.21+22:228.81(497.4)(043.3)=163.6
KG	dinarski jelovo-bukovi gozdovi/gospodarski gozd/pragozd/bukov/ <i>Fagus sylvatica</i> /jelka/ <i>Abies alba</i> /gorski javor/ <i>Acer pseudoplatanus</i> /gojenje gozdov/pomlajevanje/svetlobne razmere/razvojne faze/sproščena tehnika gojenja gozdov
AV	ADAMIČ, Matevž, univ. dipl. inž. gozd.
SA	DIACI, Jurij (mentor)/HLADNIK, David (somentor)
KZ	SI-1001 Ljubljana, Večna pot 83
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Podiplomski študij bioloških in biotehniških znanosti, področje gozdarstvo in obnovljivih virov
LI	2016
IN	SVETLOBNE RAZMERE IN STRUKTURNE ZNAČILNOSTI DINARSKIH JELOVO-BUKOVIH GOSPODARSKIH GOZDOV IN PRAGOZDOV
TD	Doktorska disertacija
OP	XI, 101 str., 25 preg., 30 sl., 26 pril., 177 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	Dinarski jelovo-bukovi gozdovi so med bolj ohranjenimi gozdovi v Sloveniji. Kljub dolgoletni tradiciji načrtovanja in gospodarjenja se pojavljajo problemi, ki so povezani predvsem z nazadovanjem jelke (<i>Abies alba</i> Mill.) in neusklenjenostjo živalske in rastlinske komponente v tem tipu gozda. Za uspešno gospodarjenje je poznavanje razmer v naravi prepuščenih sestojih (pragozdovih) ključnega pomena. V raziskavi smo primerjali štiri pragozdove (Rajhenavski Rog, Pečka, Krokar in Strmec) s primerljivimi oddelki v gospodarskem gozdu. Primerjali smo svetlobne razmere, pomlajevanje in teksturne ter strukturne značilnosti. Ugotovili smo, da je v gospodarskem gozdu statistično značilno več svetlobnega sevanja kot v pragozdu. Tudi drugi ekološki kazalniki kažejo na bolj izravnane razmere v PG. Razlike se kažejo tudi v pomlajevanju ter v struktturnih in teksturnih značilnostih. Pomlajevanje v pragozdu poteka izrazito malopovršinsko, medtem ko v gospodarskem gozdu, zaradi gospodarjenja spuščamo v sestoje več svetlobe. Take svetlobne razmere bolj odgovorjajo bukvi (<i>Fagus sylvatica</i> L.), ki jelko pogosto prehiti v rasti. V gospodarskem gozdu je gostota dreves večja, dimenzijske dreves so manjše in večja je vrstna pestrost. Rezultati nakazujejo, da z gospodarjenjem pospešujemo vse ostale drevesne vrste, razen bukve. V arhitekturi mladja ni razlik, kar je verjetno posledica močnega vpliv rastlinojedov. Rezultati so potrdili, da z gojenjem gozdov spreminja sestojno zgradbo, da bi ohranili konkurenčno manj sposobne drevesne vrste, kot so iglavci in svetloljubne vrste. Kljub razlikam v zgradbi, pa proučevani raznomerni gospodarski gozdovi nakazujejo številne atributte staroraslih gozdov in s tem ustreznost Natura 2000 usmeritvam.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN	Dd
DC	FDC 181.21+22:228.81(497.4)(043.3)=163.6
CX	Dinaric mixed mountain forest/managed forest/old-growth forest/beech/ <i>Fagus sylvatica</i> /fir/ <i>Abies alba</i> /sycamore maple/sylviculture/light climate/development phase/free style sylviculture
AU	ADAMIČ, Matevž
AA	DIACI, Jurij (supervisor)/HLADNIK, David (co-advisor)
PP	SI-1001 Ljubljana, Večna pot 83
PB	University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Postgraduate Study of Biological and Biotechnical Sciences, Field: Forestry and Renewable Forest Resources
PY	2016
TI	LIGHT CLIMATE AND STRUCTURAL CHARACTERISTICS OF DINARIC MIXED MOUNTAIN MANAGED AND OLD-GROWTH FOREST
DT	Doctoral Dissertation
NO	XI, 101 p., 25 tab., 30 fig., 26 ann., 177 ref.
LA	sl
AL	sl/en
AB	Dinaric mixed mountain forests are among the most well-preserved forests in Slovenia. Despite long-standing tradition of forest planning and management problems occur which are particularly connected to fir (<i>Abies alba</i> Mill.) recession and disproportion between plant and animal component in this forest type. For successful management, knowledge of conditions in naturally developing stands (old-growth forests) is of key importance. Our research has compared four old-growth forests (Rajhenavski Rog, Pečka, Krokar and Strmec) to comparable sections of managed forest. Light conditions, regeneration, and textural and structural characteristics were compared. Significant differences have been found between old growth forests and managed forests. Light in this forest type is among the more important ecological factors as it is crucial for successful regeneration. It has been found that there is statistically significantly more light radiation in managed forest than in old-growth forest. Also other ecological indicators point to more equalized conditions in old-growth forest. Differences appear also in regeneration and structural and textural qualities. Regeneration in old-growth forest takes place on markedly small areas, while in managed forest more light is let into stands due to management. These light conditions favour beech which often takes over fir in growth. In managed forests the tree densities and diversity are higher. It appears that through management all other tree species are promoted except for beech (<i>Fagus sylvatica</i> L.). There was no difference in tree architecture of young trees which can be likely attributed to a strong influence of herbivores. The results confirmed that the silviculture changes the stand structure in order to maintain a competitive less capable species, such as conifers and light demanding species. Despite the differences in structure, the studied managed forests suggests several attributes of old-growthness and the adequacy of the Natura 2000 guidelines.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA.....	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE.....	V
KAZALO PREGLEDNIC.....	VII
KAZALO SLIK.....	VIII
UPORABLJENE OKRAJŠAVE.....	X
1 UVOD.....	1
2 DOSEDANJA RAZISKOVANJA	4
2.1 ZAČETKI RAZISKAV	4
2.2 RAZISKAVE V SLOVENIJI	5
2.3 RAZISKAVE NA BALKANU.....	8
2.4 RAZISKAVE PO EVROPI	11
2.5 RAZISKAVE PO SVETU	14
3 DELOVNE HIPOTEZE	17
4 MATERIAL IN METODE.....	18
4.1 OPIS RAZISKOVALNIH OBJEKTOV.....	18
4.2 IZBIRA RAZISKOVALNIH OBJEKTOV	20
4.3 DOSEDANJE UPRAVLJANJE Z GOSPODARSKIMI GOZDOVI.....	21
4.4 METODE DELA	24
4.4.1 Postavitev ploskev	24
4.4.2 Delo na ploskvi.....	25
4.4.3 Oblikovanje baz podatkov ter izračuni	29
5 REZULTATI	36
5.1 SVETLOBA IN EKOLOŠKI DEJAVNIKI.....	36
5.1.1 Sestojne svetlobne razmere	36
5.1.2 Ekološka oznaka proučevanih rastišč z oznakami pritalne vegetacije	39
5.2 LASTNOSTI MLADJA IN ODZIV NA SVETLOBNE RAZMERE.....	40
5.2.1 Osnovne značilnosti osebkov mladja	40
5.2.2 Pomlajevanje in ekološki dejavniki.....	43
5.2.3 Izbrani znaki za posamezne tipe razrasti celotnih osebkov in njihovih glavnih poganjkov	44
5.2.4 Vpliv svetlobe na razrast celotnega dominantnega osebka in glavnega poganjka	46
5.2.5 Število osebkov drevesnih vrst v mladju po stratumih sevanja.....	49
5.2.6 Objedenost/poškodovanost dominantnih bukovih in javorjevih osebkov.....	49
5.2.7 Shannonov indeks biotske pestrosti drevesnih vrst v pomladku	51
5.2.8 Pomlajevanje izven sestojnih vrzeli	51
5.3 STRUKTURA GOZDA	51
5.3.1 Osnovne strukturne značilnosti	51
5.3.2 Frekvenčne porazdelitve dreves po debelinskih stopnjah	54
5.3.3 Povprečne višine dreves	56

5.3.4	Plastovitost drevesnega sloja, indeks gostote sestoja in indeks strukture gozda	58
5.4	HORIZONTALNA ZGRADBA SESTOJEV	60
5.5	SESTOJNE STRUKTURE IN ZMESI	62
5.5.1	Osnovne značilnosti mladovij (stratum A), dreves srednjih premerov (stratum B) in odraslih dreves (stratum C)	62
5.5.2	Trajnost sestojnih zmesi in struktur	64
6	RAZPRAVA	65
6.1	SESTOJNE SVETLOBNE RAZMERE IN OSTALI EKOLOŠKI DEJAVNIKI	65
6.2	LASTNOSTI MLADJA IN ODZIV NA SVETLOBNE RAZMERE	66
6.2.1	Zastiranje mladja, pritalne vegetacije in drugih ekoloških skupin	66
6.2.2	Gostote mladja	67
6.2.3	Poškodovanost dominantnih osebkov bukve in gorskega javora zaradi objedanja	68
6.2.4	Morfologija (arhitektura) mladja	69
6.3	OSNOVNE STRUKTURNNE ZNAČILNOSTI DREVESNE PLASTI	70
6.4	SESTOJNA TEKSTURA/HORIZONTALNA ZGRADBA JELOVO-BUKOVIH GOZDOV	74
6.5	TRAJNOST ZMESI DREVESNIH VRST	74
7	SKLEPI	76
8	POVZETEK (SUMMARY)	79
8.1	POVZETEK	79
8.2	SUMMARY	81
9	VIRI	83

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Osnovni podatki o lokacijah raziskovalnih objektov	21
Preglednica 2: Podrobnejši podatki o lokacijah raziskovalnih objektov	21
Preglednica 3: Metode postavitev in število ploskev	24
Preglednica 4: Skupno število izmerjenih stalnih vzorčnih ploskev (N SVP) in ploskvic za pomlajevanje (N ploskvice), ter število stalnih vzorčnih ploskev (N SVP baza) in ploskvic za pomlajevanje (N ploskvica baza) v računski bazi	29
Preglednica 5: Prikaz oblikovanja stratumov glede na kombinacije sevanj.....	30
Preglednica 6: lastnosti letalskega lidarskega snemanja iz leta 2014.....	35
Preglednica 7: Povprečne vrednosti direktnega in razpršenega sevanja ločeno za GG (N = 226) in PG (N = 141) , ter rezultati Mann-Whitney U testa.....	36
Preglednica 8: Število ploskev po objektih in skupno, razdeljenih po stratumih svetlobnega sevanja za GG in PG.....	38
Preglednica 9: Landoltove fitoindikacijske vrednosti za GG (N =226) in PG (N = 503) ter rezultati Mann-Whitney U testa	40
Preglednica 10: Velikost vzorca (N), aritmetična sredina (M), standardni odklon (SD), mediana (Me) in statistična značilnost razlik med PG in GG (p) za izbrane parametre	42
Preglednica 11: Rezultat logistične regresije za analizo vpliva FDIR in FDIF na pojavljanje plagiotropnih osebkov bukovega (N=971) in javorovega (N=257) mladovja.	46
Preglednica 12: Rezultat logistične regresije za analizo vpliva FDIR in FDIF na pojavljanje metlastih glavnih poganjkov dominantnih bukovih (N=971) in javorovih (N=257) osebkov.....	48
Preglednica 13: Shannonov indeks biotske pestrosti (H') po objektih in tipih gozda (GG in PG).....	51
Preglednica 14: Delež ploskvic brez mladja.....	51
Preglednica 15: Primerjava izbranih strukturnih lastnosti za PG in GG	52
Preglednica 16: Povprečno število dreves/ha s prsnim premerom večjim od 50 cm in 70 cm po drevesnih vrstah za PG in GG	54
Preglednica 17: Skupno število posameznih oblik krivulj v GG in PG po posameznih drevesnih vrstah.....	55
Preglednica 18: Povprečne višine dreves posameznih drevesnih vrst skupno za GG (N=226) in PG (N=63) in rezultati Mann-Whitney U testa	57
Preglednica 19: Indeks plastovitosti posameznih drevesnih vrst skupno za GG (N=226) in PG (N=63)	58
Preglednica 20: SDI za GG (N=226) in PG (N=141) in rezultat Mann-Whitney U testa... 60	60
Preglednica 21: HC za GG (N=226) in PG (N=63) in rezultat Mann-Whitney U testa..... 60	60
Preglednica 22: Povprečno število dreves/ha v mladovju (A), dreves srednjih premerov (B) in odraslih dreves (C) v GG (N=226) in PG (N=141).....	62
Preglednica 23: Povprečna temeljnica dreves srednjih premerov (B) in odraslih dreves (C) v GG (N=226) in PG (N=141).....	63
Preglednica 24: Rezultati LMM in GLMM (logistic) analize temeljnic posameznih drevesnih vrst (N = 367).....	64
Preglednica 25: Rezultati LMM in GLMM (logistic) analize temeljnic z ali brez dreves srednjega sloja (N = 367)	64

KAZALO SLIK

Slika 1: Objekti raziskave.....	18
Slika 2: Gibanje lesne zaloge listavcev in iglavcev v M.SO in O.PE od leta 1953 do leta 2014	23
Slika 3: Delež iglavcev in listavcev v skupnem poseku na raziskovalnih objektih M.SO..	23
Slika 4: Prikaz objektov raziskave M.KO in O.ST (levo zgoraj), M.SO in O.PE (desno zgoraj), M.RA in O.KR (levo spodaj), M.RO in O.RR (desno spodaj) z označenimi stalnimi vzorčnimi ploskvami	25
Slika 5: Oblike razrasti glavnega poganjka in oblike razrasti celotnega dominantnega osebka (Roženberger, 2007).....	27
Slika 6: Delovanje LIDAR sistema (Oštir, 2006).....	35
Slika 7: Frekvenčna porazdelitev direktnega in razpršenega sevanja (%) za GG (zgoraj) in PG (spodaj) (1 = 0,00-2,00; 2 = 2,01-4,00; 3 = 4,01-6,00; 4 = 6,01-8,00; 5 = 8,01-10,00; 6 = 10,01-20,00; 7 = 20,01-30,00; 8 = 30,01-40,00; 9 = 40,01-70,00)	37
Slika 8: Grafa direktnega in razpršenega sevanja razdeljena na stratume (A, B, C, D) skupno za GG in PG	38
Slika 9: DCA analiza za GG in PG.....	39
Slika 10: Deleži metlastih, rogovilastih in enoosnih glavnih poganjkov (levo), ter pokončnih, deformiranih in plagiotropnih osebkov bukve (desno) v skupnem številu osebkov v GG in PG.....	43
Slika 11: Deleži metlastih, rogovilastih in enoosnih glavnih poganjkov (levo), ter pokončnih, deformiranih in plagiotropnih osebkov gorskega javora (desno) v skupnem številu osebkov v GG in PG.....	43
Slika 12: Ordinacija ploskev (T-temperatuta, K-kontinentalnost, L-svetloba, F-vлага, R-reakcija tal, N-hranila, H-humus, D-prezračenost tal).....	44
Slika 13: Verjetnost pojavljanja plagiotropnega tipa razrasti celotnih bukovih osebkov (pokončen osebek – 0, plagiotopen osebek – 1) glede na relativno direktno svetlobo kot rezultat logistične regresije.....	47
Slika 14: Verjetnost pojavljanja metlastega glavnega poganjka pri bukvi (0-enoosen osebek; 1-metlast osebek) glede na relativno direktno (FDIR %) in razpršeno svetlobo (FDIF %) kot rezultat logistične regresije	48
Slika 15: Verjetnost pojavljanja metlastega glavnega poganjka pri gorskem javoru (0-enoosen osebek; 1-metlast osebek) glede na relativno direktno (FDIR %) in razpršeno svetlobo (FDIF %) kot rezultat logistične regresije.....	49
Slika 16: Graf števila osebkov mladija posameznih drevesnih vrst po stratumih svetlobnega sevanja v GG in PG	49
Slika 17: Grafa deležev različno poškodovanih osebkov (1-nepoškodovan, 2-brez vršnega brsta, 3-brez vršnih in stranskih brstov) bukovih dominantnih osebkov na objektih raziskave (levo) in v GG in PG (desno)	50
Slika 18: Grafa deležev različno poškodovanih (1-nepoškodovan, 2-brez vršnega brsta, 3-brez vršnih in stranskih brstov) javorovih dominantnih osebkov na objektih raziskave (levo) in v GG in PG (desno).....	50
Slika 19: Zmes drevesnih vrst glede na povprečno število dreves (levo) in povprečno temeljnico (m^2/ha) (desno)	53
Slika 20: Frekvenčna porazdelitev povprečnih prsnih premerov po objektih raziskave v GG in PG	54

Slika 21: Povprečno število in logaritem povprečnega števila dreves/ha po 10 cm debelinskih stopnjah v GG in PG	55
Slika 22: Povprečno število dreves/ha po razširjenih debelinskih stopnjah skupno za GG in PG	56
Slika 23: Razvoj višinskih krivulj za bukev, jelko, gorski javor in smreko v GG in PG....	57
Slika 24: Frekvenčne porazdelitve višin dreves (m) v GG (levo) in PG (desno).....	58
Slika 25: Okvirji z ročaji (boxplot grafi) za indeks plastovitosti bukve (CI_Fa), jelke (CI_Ab), smreke (CI_Pi), gorskega javora (CI_Ac) ter skupni indeks plastovitosti (CI) za GG in PG.....	59
Slika 26: Okvirji z ročaji (boxplot grafi) za SDI in HC za GG in PG.....	60
Slika 27: Deleži višinskih razredov drevesnega sloja do 22 m (vrzel) in nad 22 m (zastor) za PG in GG.....	61
Slika 28: Deleži višinskih razredov drevesnega sloja za GG in PG.....	61
Slika 29: Deleži povprečnega števila dreves v mladovju (A), plasti dreves srednjih premerov (B) in odraslih dreves (C) v GG in PG	63
Slika 30: Deleži povprečnih temeljnic v plasti dreves srednjih premerov (B) in odraslih dreves (C) v GG in PG	63

UPORABLJENE OKRAJŠAVE

CI	indeks plastovitosti (cover index)
CO oblika	konkavna oblika (concave)
DBH	prsni premer
DCA	detrended correspondence analysis
DK indeks	indeks sploščenosti krošnje
FDIF	razpršeno svetlobno sevanje
FDIR	direktno svetlobno sevanje
G	temeljnica (m^2/ha)
GG	gospodarski gozd
GGE	gozdnogospodarska enota
GO	gozdnogospodarsko območje
GLMM	posplošeni mešani modeli
HC indeks	indeks strukture gozda
IQ oblika	oblika naraščajočega q (increasing q)
LD indeks	indeks ukrivljenosti
LMM	linearni mešani model
LZ	lesna zaloga (m^3/ha)
M.KO	gospodarski gozd v GGE Koče
M.RA	gospodarski gozd v GGE Ravne
M.RO	gospodarski gozd v GGE Rog
M.SO	gospodarski gozd v GGE Soteska
NE oblika	negativna eksponentna oblika (negative exponential)
O.KR	pragozd v GGE Ravne (Krokar)
O.PE	pragozd v GGE Soteska (Pečka)
O.RR	pragozd v GGE Rog (Rajhenavski Rog)
O.ST	pragozd v GGE Koče (Strmec)
ODD/ODS	oddelek/odsek
PAR	fotosintetsko aktivno sevanje (photosynthetically active radiation)
PG	pragozd
RS oblika	oblika rotacijskega sigmoida (rotated sigmoid)
RSD indeks	indeks oblike krošnje

SVP stalna vzorčna ploskev

UNI oblika unimodalna oblika (unimodal)

1 UVOD

Skozi zgodovino je širjenje prebivalstva in naraščanje človeške aktivnosti odločilno preoblikovalo gozdove. V začetku poselitve so gozdove izkoriščali omejeno, samo za lastne potrebe. Vpliv industrijske revolucije se je močno odrazil tudi na gozdu. V srednji Evropi je bila ključna t.i. »nemška šola«, ki je sicer zagovarjala urejenost in trajnost donosov lesa, vendar je po drugi strani vplivala na širjenje golosečnega gospodarjenja in snovanje monokultur hitro rastočih drevesnih vrst. S časom se je izkazalo, da je takšen način dela z gozdom neprimeren, saj so umetno osnovani sestoji smreke na neprimerneh rastiščih pogosto nestabilni, v slabih fizičnih kondicijih in izpostavljeni napadom žuželk in gliv. Ta spoznanja so spodbudila gozdarje, da so začeli razmišljati o naravi bolj prijaznem gozdarstvu. Ideja je bila uspešna le, če so bili sposobni prepoznati naravno dinamiko gozda in zakonitosti pomlajevanja (Mlinšek, 1968). V spremenjenih gozdovih in monokulturah to ni bilo mogoče, zato so postajali vse pomembnejši ohranjeni gozdovi (pragozdni ostanki) iz katerih lahko razberemo naravna razvojna dogajanja (Mlinšek in sod., 1980; Leibundgut, 1982; Korpel, 1995 in 1996; Johann, 2006). V srednji in zahodni Evropi je le malo ostankov naravnih gozdov oz. pragozdov (v nadaljevanju: PG), zato so razmeroma veliki kompleksi v Sloveniji zanimivi za študije biotske raznovrstnosti in procesov, ter za primerjanje z gospodarskimi gozdovi (v nadaljevanju: GG). Obstojče naravne gozdove (ostanke PG) lahko uporabimo kot podlago za usmerjanje sestave, zgradbe in razvojne dinamike v primerljivih GG. Študije PG nam poleg tega, da nam pomagajo pojasniti ekološke odnose med vrstami, dajejo tudi možnost za razumevanje izvora, razvoja in delovanja teh ekosistemov (Wraber, 1952; Barnes, 1989; Wirth in sod., 2009). Z raziskavami naravnega pomlajevanja PG spoznavamo razvojne značilnosti gozdnih sestojev, izsledki raziskav pa so pomembni za gojenje gozdov (Leibundgut, 1982). Pri dosedanjih raziskavah horizontalne zgradbe sestojev sta se oblikovala dva pristopa (Bončina in Diaci, 1998); srednjeevropski temelji na členitvi pragozdnih sestojev na razvojne faze (Leibundgut, 1982) in anglosaški, ki poudarja pomen sestojnih vrzeli (Runkle, 1981).

Velik korak naprej v razvoju sonaravnega gospodarjenja je storil Mlinšek (1968) z idejo o sproščeni tehniki gojenja gozdov. Pri tej zvrsti iščemo sintezo skupinsko postopnega in prebiralnega gospodarjenja, da bi uskladili mozaičnost gozdnih rastišč, raznovrstnost

sestojnih zgradb, naravna razvojna gibanja in raznolikost gozdnogojitvenih ciljev (Mlinšek, 1968). V Sloveniji smo s sonaravnim gospodarjenjem, mrežo rezervatov in območji Natura 2000 ohranili kakovostno naravno gozdno okolje. Raziskave v tujini kažejo, da so lahko gozdne strukture, ki so posledica malopovršinskega gospodarjenja sorazmerno homogene (McGee in sod., 1999; Angers in sod., 2005; Gronewold in sod., 2010). Poleg tega spremenjeni cilji gospodarjenja zahtevajo izpopolnjevanje gojenja gozdov. Vse večji poudarek je na stabilnosti gozda (podnebne spremembe) in ohranjanju biotske raznovrstnosti ob hkratnem pospeševanju lesnoproizvodne funkcije. V Sloveniji in Evropi vse bolj spoznavamo pomen gozdov in gozdnega prostora, ter vpliva gozda na blaženje posledic podnebnih sprememb (NGP, 2007; Zelena knjiga, 2010). Za odporne in kakovostne gozdove prihodnosti je pomembno pospeševanje rastiščem prilagojenih drevesnih vrst in raznomernih sestojnih struktur. Poleg navedenega so pred nami tudi novi izzivi, predvsem trajnostno upravljanje z gozdovi na izločenih območjih Nature 2000. Gre predvsem za načrtovanje in izvajanje ukrepov, ki zagotavljajo ugodno stanje vseh habitatnih tipov in vrst vezanih na gozdne ekosisteme (Operativni program, 2007). Gozdnogojitveni modeli, ki jih poznamo, so lahko dobra osnova za doseganje navedenih ciljev, vendar je potrebno upravljanje gozdnih ekosistemov izpopolniti: 1) s povečanjem deleža in velikosti gozdnih rezervatov, 2) s posnemanjem naravnih procesov in motenj, 3) z ohranitvijo in pospeševanjem pragozdnih atributov v GG, ter z ohranjanjem specifičnih sestojnih struktur ključnih za preživetje ogroženih drevesnih vrst (Lindenmayer in Franklin, 2003; Bauhus in sod., 2009).

Večjo skupino mešanih bukovih gozdov predstavljajo dinarsi jelovo-bukovi gozdovi (*Omphalodo-Fagetum* (Tregubov, 1957 corr. Puncer, 1980), Marinček in sod., 1993), ki zavzemajo 14 % površine slovenskih gozdov (Bončina in sod., 2002). Spadajo med najbolj ohranjene gozdove pri nas, tako glede drevesne sestave in strukture sestojev, kakor tudi glede živalskega sveta (Diaci in sod., 2003). Razlogov za to je več, in sicer: majhen vpliv človeka (Ficko in sod., 2011), postopno preoblikovanje v gospodarske gozdove brez golosekov (Kordiš, 1993) in sedanje gospodarjenje, ki upošteva načela trajnosti in sonaravnosti. Trajnostno in sonaravno gospodarjenje z gozdovi je eden izmed temeljnih pristopov k uresničevanju strategije varovanja biotske pestrosti. Velik del jelovo-bukovih gozdov je v omrežju Nature 2000. Za omenjeni tip gozda ni jasnih usmeritev za gospodarjenje. Razlog je v pomanjkanju raziskav v GG in primerjav z ugotovitvami iz PG.

Pomanjkljivo je predvsem znanje o ekoloških razmerah v GG, v prvi vrsti svetlobnih. Prvi korak k izboljšanju gojenja gozdov so primerjalne raziskave PG in GG. Na podlagi podobnosti in razlik bo mogoče izdelati usmeritve za izpopolnjevanje gospodarjenja z gozdovi v prihodnosti.

2 DOSEDANJA RAZISKOVANJA

2.1 ZAČETKI RAZISKAV

V preteklosti so predstave o rasti, življenju in nastajanju gozda temeljile na proučevanju bolj ali manj umetnih sestojev. Šele stik raziskovalcev s pragozdovi je povzročil večje premike v razumevanju gozda (Mlinšek, 1967a; 1967b; Leibundgut, 1982; Wirth in sod., 2009). Pragozda ne spoznavamo zato, da bi ga posnemali, temveč zato, da bi spoznali naravne razvojne zakonitosti. Namen raziskav ni »konzerviranje« pragozdnega stanja, temveč ohranitev naravnega razvoja za proučevanje dogajanj v nedotaknjenem gozdu (Wraber, 1952). Začetnik sistematičnih pragozdnih raziskav v Sloveniji je bil Mlinšek s sod. (1980). Prve raziskave pomlajevanja v slovenskih pragozdovih so nakazale, da ima pragozdno okolje izravnano mikroklimo brez večjih topotnih sprememb, posebno svetlobno klimo in veliko količino opada, pomlajevanje bukve je obilno (skupinsko), medtem ko je jelka precejšen individualist oziroma se pomlajuje v manjših skupinah (Brinar, 1969). Mlinšek (1967a) je proučeval tudi značilnosti bukovega in jelovega mladja v pragozdu Rajhenavski Rog. Ugotovil je, da izmed nekaj sto tisoč osebkov bukve doživi starostno fazo le nekaj sto osebkov. Pri jelki od 2000 do 3000 jelk v mladju doživi starostno fazo prav tako nekaj sto dreves. V optimalni fazi nastajajo bukovo-jelovi sestoji, kjer jelka tvori šope in gnezda s prevladujočim deležem lesne zaloge. Debla jelk so debelovejnata, kar je dokaz, da se posamezna drevesa samostojno prebijajo skozi krošnjo dominantnega sestoja. Pri jelki je skromnejše nasemenjevanje v primerjavi z bukvijo naraven pojav. Delno je možno povečati nasemenitev jelke s pripravo tal, kar je vidno v kmečkih gozdovih. V gospodarskih gozdovih pogosto sekamo jelko ravno v času, ko najmočneje prirašča in se naglo povečuje tudi njena lesna zaloga in tako dajemo prednost bukvi. Kot ugotavlja Mlinšek (1967b) je podobno tudi z bukvijo, in sicer je priraščanje bukve zelo neenakomerno in odvisno od življenskega okolja. Kljub večkratnemu pomanjkanju svetlobe lahko bukev močno prirašča v višino, kar krepi njeno tekmovalno moč. Ugotovil je tudi, da osebki z dolgim zastiranjem in tisti brez utesnitve v mladosti ne dosežejo višin, ki jih dosežejo osebki z zmerno dolgo dobo zastiranja (100 do 150 let). Te ugotovitve so potrdile tudi meritve debelinskih prirastkov. Daljša kot je doba zastiranja v mladosti, dalj časa traja priraščanje v višino v višji starosti. Do podobnih zaključkov je prišel že prej tudi Šafar (1958), ki je opravil prve raziskave jelovo-bukovega pragozda Ličke Plešivice na Hrvaškem. Pomlajevanje obeh vrst je najobilnejše pod rahlim zastorom.

Diaci (2006) navaja, da bi lahko v Sloveniji, glede na razvoj metod spremljanja stanja v gozdnih rezervatih, ločili tri obdobja, in sicer: prvo obdobje od leta 1882 do 1950 (prve meritve), drugo obdobje od leta 1951 do leta 1980 (posamične poglobljene raziskave; Mlinšek, 1967a; Mlinšek in Zupančič, 1974) in tretje obdobje po letu 1980 (trajne raziskovalne ploskve in sistematične raziskave; Mlinšek in sod., 1980). Za zadnje desetletje dvajsetega stoletja je značilen začetek primerjalnih raziskav (PG – GG, pragozdovi različnih evropskih držav ter ekofizioloških in interdisciplinarnih študij; prim. (Bončina, 2000a).

2.2 RAZISKAVE V SLOVENIJI

Novejše primerjalne raziskave med značilnostmi gospodarskih dinarskih jelovo-bukovih gozdov in pragozdov so se začele v 90-tih letih prejšnjega stoletja, (npr. Bončina, 1997; Bončina, 2000b). Avtor je primerjalno proučil pragozd Rajhenavski Rog in gospodarski gozd v neposredni bližini. Primerjal je strukture gozdnih sestojev in sestave rastlinskih vrst v pragozdu in gospodarskem gozdu ter presojal uporabnost izsledkov za gozdarsko načrtovanje. Ugotovil je, da je v gospodarskem gozdu mozaičnost horizontalne strukture bolj izrazita, število vrzeli in mladovij je večje in tudi njihova površina je večja. V gospodarskem gozdu je tudi lesna zaloga za več kot polovico nižja, delež debelega drevja in količina odmrlega drevja sta občutno manjša kot v pragozdu, drevesna sestava je pestrejša in v pomladku uspeva večje število drevesnih vrst. Zeliščna plast je bolje razvita v gospodarskem gozdu. V cikličnem razvoju gozdnih sestojev od mladovij do debeljakov in pomlajencev se število in obilje vrst v zeliščni plasti povečujeta. Avtor je torej primerjal strukturo gozda in sestojev ter pestrost rastlinskih in ptičjih vrst, ni pa primerjal podrobnejših značilnosti vrzeli in svetlobnih razmer v obeh tipih gozda.

Robič in Bončina (1990) sta ugotovljala sestavo in strukturo naravnega mladovja bukve in jelke v dinarskem jelovem bukovju ob izključitvi vpliva rastlinojede parkljaste divjadi. Analiza je pokazala, da je bil učinek ograje dvojen. Dobra polovica vseh analiziranih bukovih mladic je starejših od ograje in še po desetih letih so bile opazne poškodbe zaradi objedanja. Poškodovanost bi bila zagotovo še večja če ograje ne bi bilo. Pri jelki je učinek ograje še bolj očiten, saj so skoraj vse jelke mlajše od ograje.

Debeljak (1997) je na podlagi primerjave petih popisov pomladka v pragozdu Pečka (med leti 1963 in 1995), ugotovil izjemno nazadovanje jelke, in sicer je ugotovil, da je bilo

pomlajevanje jelke problematično zaradi slabega zdravstvenega stanja jelk in močnih izločevalnih dejavnikov okolja (objedanje). Ugotovil je tudi močno značilno zvezo med višino in poškodovanostjo jelk, saj so bile jelke nepoškodovane le do višine 10 cm, višje pa so bile delno ali močno poškodovane, kar je pojasnilo izginotje jelk, višjih od 30 cm. Izredno močno je bilo izločanje jelk med posameznimi višinskimi razredi, saj je v obdobju med dvema popisoma preživelno le do 15 % jelk.

Diaci in Bončina (1998) sta prikazala osnovne značilnosti sestojnih vrzeli in naravnega pomlajevanja pragozdnih sestojev na podlagi raziskave v dinarskih jelovo-bukovih pragozdovih. Po oceni obeh avtorjev, naj bi v Rajhenavskem Rogu prevladovale vrzeli do velikosti 500 m^2 . Različni avtorji v svojih raziskavah prav tako prihajajo do zanimivih zaključkov. V pragozdu Strmec najdetra Konečnik in Zaplotnik (2001) kar 86 % vrzeli do velikosti 100 m^2 . V Pečki se v dveh ponovitvah, najprej Turk s sod. (1985), kasneje Roženberger (1999) izkaže, da prevladujejo vrzeli do velikosti 500 m^2 in nenazadnje še v Krokarju, kjer je Zeibig s sod. (2005) ugotovil, da pripada največji delež (90 %) vrzelim do 300 m^2 in od tega kar 60 % vrzelim do velikosti 100 m^2 . V naslednjih letih je bila narejena primerjava med značilnostmi dinarskih jelovo-bukovih gozdov in jelovih gozdov, vključujuč pragozdove in gozdne rezervate (Bončina in sod. 2002).

Ferlin (2002) je proučeval dendrokronološke in gozdnogojitvene značilnosti v naravnih in prebiralnih raznodbahnih dinarskih jelovo-bukovih gozdovih po Sloveniji. Rezultati so nakazali, da imajo podstojne relativno stare jelke in smreke, še vedno veliko zmožnost, da prenašajo zasenčenost in konkurenco okoliških dreves in se lahko na sprostitev odzovejo z bujno rastjo. Sposobnost rasti po zasenčenosti ni bila odvisna od starosti drevesa ali od dolžine trajanja mladostne faze. Rast sproščenih dreves je bila od 3,2 (pri smreki) do 5,7 krat (pri jelki) večja od višinske rasti zastrtih dreves. Rezultati so pokazali, da z jelko in smreko lahko gospodarimo malopovršinsko ali prebiralno, saj sta sposobni odzivanja na boljše svetlobne razmere.

Izsledkov o pomlajevanju po velikopovršinskih motnjah v pragozdu je malo, zato sta Marinšek in Diaci (2004) izpeljala analizo pomlajevanja v pragozdu Ravna gora, kjer je zaradi vetroroma nastala 5,17 ha velika vrzel. Vzorce pomlajevanja po vetroromih v jelovo-bukovih pragozdnih ostankih so preučevali tudi drugi avtorji npr. Nagel s sod.

(2006). Diaci in Kozjekova (2005) sta preučila vpliv motenj (majhnih in srednjih) na bukovo mladje v dinarskih jelovo-bukovih gozdovih. Izkazalo se je, da je razvoj mladja v manjših vrzelih otežen. Diaci in sod. (2003) so izpeljali raziskavo, v kateri so želeli ugotoviti povezave med svetlobnimi razmerami v vrzelih in pomlajevanjem, in sicer primerjalno med gospodarskim gozdom in pragozdom. Raziskava kaže na razlike v svetlobnih razmerah med vrzelmi v PG in GG (višje vrednosti v GG), kljub temu, da so vrzeli po velikosti primerljive.

Raziskavo o bukovem mladju različne starosti je opravil Roženberger (2007). Primerjal je razrast bukovega mladja v odvisnosti od svetlobnih razmer v pragozdu Rajhenavski Rog in na primerljivih rastiščih v gospodarskem gozdu.

Razvoj zamisli o gozdnih rezervatih v Sloveniji in Evropi ter sodobna gibanja na področju snovanja omrežij gozdnih rezervatov in metod spremeljanja razvoja gozdov prepuščenih naravnemu razvoju so podali Diaci in sod. (2006).

V zadnjih letih so se raziskave v gospodarskih gozdovih in pragozdovih precej okrepile. Jenko (2007) je proučeval vpliv svetlobnih razmer na razrast bukovih gošč in ugotovil, da je tudi v razmerah šibke osvetljenosti (pod 15 %, velikost vrzeli do 1,5 ara) kakovost izbranih bukovih osebkov zadovoljiva. Yrska (2008) je ugotavljala spremeljanje razvojnih faz pragozda Rajhenavski Rog od leta 1984 do leta 2006. Ugotovila je, da je iz matrike prehodov razvidno, da je le ena tretjina terminalne faze iz leta 1984 prešla v inicialno sproščeno fazo. Iz navedenega je sklepala, da obnova v največji meri poteka pod zastorom. Opazila je tudi, da prihaja do izmenjave drevesnih vrst. Bukev namreč v lesni zalogi narašča, jelka pa upada. Najizrazitejše zmanjšanje števila jelk in porast bukve je v najnižjih debelinskih stopnjah. Razpotnikova (2008) je opravila raziskavo glede značilnosti sestojnih vrzeli v pragozdu Rajhenavski Rog in ugotovila, da največji delež vrzeli pripada velikostnemu razredu od 600 do 800 m². Perme (2008) je proučeval razvoj mladja v vrzelih pragozda Rajhenavski Rog in ugotovil, da je pomlajevanje v vrzelih dolgotrajen proces in da pomlajevanje bukve ni problematično, saj se obilno pomlajuje v različnih svetlobnih razmerah. Večji problem je zasledil pri pomlajevanju jelke in javorja, saj sta iz mladja skoraj povsem izginila. Bornšek (2009), ki je raziskoval sestojne vrzeli pragozda Rajhenavski Rog, je ugotovil, da v omenjenem pragozdu prevladujejo malopovršinske

motnje v obliki manjših vrzeli, ki so posledica odmrtja enega ali več dreves. Ugotovil je tudi, da ima največ vrzeli od 2 do 5 vrzelnikov, ki se pojavljajo v različnih stopnjah razkroja. Sklepati je tako mogoče, da se vrzeli postopoma širijo v večletnem razdobju in na drugi strani hkrati tudi zapirajo. Peteržinek (2009) je proučeval naravno obnovo v eksperimentalnih vrzelih gospodarskih jelovo-bukovih gozdov na Kočevskem. Kakovost mladja in ostale ugotovitve so bile podobne, kot pri drugih raziskavah (Roženberger in Diaci, 2003; Joubert, 2005; Roženberger in sod., 2007; Perme, 2008). Izkazalo se je tudi, kot navaja tudi Roženberger (2007), da je za doseganje dovolj velikega števila osebkov bukovega mladja primerne razrasti optimalna velikost vrzeli med 500 in 1200 m². Pomlajevanje jelke in javorja je zadostno, vendar se pri razvoju mladja pokaže izostanek teh dveh vrst v višjih višinskih razredih. Omenjene raziskave podajajo odgovore le na posamezna specifična vprašanja. Raziskav z večjo celovitostjo analiziranja pomlajevanje ni veliko oziroma so redke.

2.3 RAZISKAVE NA BALKANU

Dinarski jelovo-bukovi gozdovi se raztezajo po celotni dinarski verigi. Na Balkanu je bilo opravljenih kar nekaj raziskav (Matić, 1983; Kramarić in Iculano, 1989; Anić in sod., 2006; Klopčić in Diaci, 2007; Mikac in sod., 2007; Anić in Mikac, 2008; Mikac, 2010). Poleg navedenih, predstavljamo v nadaljevanju nekaj pomembnejših.

Dubravac s sod. (2007) je ugotavljal strukturo in možnosti naravnega pomlajevanja v gospodarskih jelovo-bukovih gozdovih in rezervatih na Hrvaškem. Prišel je do podobnih ugotovitev kot avtorji v Sloveniji. Raziskava je potekala v okolici rezervata »Risnjak« in je pokazala odsotnost mladih osebkov jelke, njeno mesto pa prevzema bukev. Omenjeno kaže na močno ogroženost jelke s strani velikih rastlinojedov.

Diaci s sod. (2010) je prikazal sintezo štirih skupin raziskav v dinarskih jelovo-bukovih gozdovih, vendar je bila raziskava namenjena spoznavanju zakonitosti, ki spremljajo jelko in deloma tudi bukev tekom življenja v dinarskem jelovo-bukovem gozdu. Ugotovili so, da se gostota jelovega mladja v Sloveniji v primerjavi z območjem Balkana izrazito hitro zmanjšuje, saj je tam jelovega mladja, ki je ključno za njeno ohranitev, bistveno več, razvija pa se tudi v skupinah. Jelka se tudi v Sloveniji na silikatnih rastiščih zadovoljivo pomlajuje, medtem ko je njeno pomlajevanje na apnenčasti podlagi zaradi porušene

starostne strukture sestojev izrazito oteženo. Za nazadovanje jelke sta ključna onesnaževanje zraka in objedanje divjadi.

Diaci s sod. (2011) je proučeval strukturno dinamiko in vzroke za nazadovanje jelke v 15 pragozdovih Slovaške, Slovenije, Hrvaške in Bosne in Hercegovine. Ugotavljal so tudi vzroke za obliko porazdelitev prsnih premerov in ugotovili, da je bila večina porazdelitev v obliki obrnjene sigmoidne oblike, kar so pojasnili z razlikami v rasti in smrtnosti v različnih debelinskih razredih, predvsem pa z zgodovino intenzivnih motenj, saj so upoštevali tudi te. Antropogene in naravne motnje lahko značilno vplivajo na obliko porazdelitev prsnih premerov. Kljub motnjam so ostale lesne zaloge dolgoročno stabilne, saj so odmiranje jelke preostala drevesa kompenzirala s pospešeno rastjo. Ugotovili so, da antropogene motnje zlasti v Sloveniji in na Slovaškem vplivajo na soobstoj jelke in bukve. V danem primeru je šlo za onesnaževanje ozračja (emisije SO₂) in prekomerno objedanje jelovega pomladka s strani jelenjadi, viden pa je tudi vpliv naravnih motenj – šlo je predvsem za vetrolome in prenamnožitve podlubnikov. Spremembe v zmesi obeh drevesnih vrst so postale sočasne in velikopovršinske. Zaradi motenj so bili najmanj prizadeti pragozdovi na Hrvaškem in v BiH. V Sloveniji so odkrili zaporedno zmanjševanje števila klic, v nekaterih pragozdovih (poleg Slovenije, tudi na Slovaškem) pa so bile popolnoma odsotne tudi jelove mladice. Ugotovili so, da je v pragozdovih s prekomernim objedanjem jelke le-to že zmanjšalo delež jelke. Zanimivo je, da se v pragozdovih z najnižje ocenjenimi gostotami jelenjadi prav tako ni povečal delež jelke. Po 21 in več letih je bilo okoli 75 % opazovanih porazdelitev že znatno drugačnih od prvotnih. Kljub radikalnemu zmanjševanju emisij SO₂ v regiji, zadnji trendi v Sloveniji kažejo, da se bo izginjanje jelke zaradi pomanjkanja pomlajevanja nadaljevalo. Zdi se, da so na pragozdove vzhodne in jugovzhodne Evrope naravne in antropogene motnje vplivale bolj, kot so mislili v preteklosti. Rezultati nevdene raziskave kažejo, da bi za povečano pomlajevanje v pragozdovih bilo treba pomembno zmanjšati gostoto jelenjadi in srnjadi, jo nehati krmiti in daljši čas ohranjati njen populacijo nizko. Zaradi podobnih procesov v pragozdovih in gospodarskih gozdovih, bi bilo za pospeševanje jelke potrebno prilagoditi gospodarjenje njenim ekološkim zahtevam. To bi dosegli z ohranjanjem visoke lesne zaloge, daljšimi obhodnjami in pomladitvenimi dobami, večjimi ciljnimi premeri in posebnimi režimi pomlajevanja.

Nagel s sod. (2010) je v pragozdu Perućica v Bosni in Hercegovini ocenjeval vpliv motenj, ki povzročajo tvorbo majhnih vrzeli, na razvoj sestaja in soobstoj drevesnih vrst v jelovo-bukovem pragozdu. Zgradba in sestava pomladka v vrzelih in v gozdu je bila podobna. Povezavo med skupno gostoto mladja in velikostjo vrzeli ni bilo, kar je kazalo na to, da je večina osebkov rasla na mestu še pred nastankom vrzeli. Izračunane verjetnosti prehoda so pokazale, da bi v večini vrzeli prevladovala bukev, čeprav je še v fazi letvenjaka kazalo, da bi se ohranili tako jelka kot bukev. Ugotovili so, da imajo vrzeli bistveno vlogo pri uravnovanju zmesi rastočega pomladka in da je soobstoj jelke in bukve verjetno bolj povezan z njuno sencoždržnostjo, kot pa z ločevanjem glede na velikost vrzeli. Gostota jelovih in javorjevih klic je naraščala z velikostjo vrzeli, čeprav se je jelov pomladek pojavljal le v maloštevilnih vrzelih. Prevlada mladja sencoždržnih drevesnih vrst, ki je značilna za Perućico, je pogosta tudi v drugih jelovo-bukovih gozdovih srednje in jugovzhodne Evrope, kot tudi v številnih tropskih gozdovih in gozdovih zmernega pasu, ki se pomlajujejo v manjših vrzelih. Gostota prevladujočih drevesnih vrst je ostala podobna v vseh življenskih fazah tako v vrzelih, kot tudi v gozdu kot v celoti, čeprav so v fazi letvenjaka pričakovali večje gostote v vrzelih, saj je tam več svetlobe. Gostota bukovega letvenjaka je naraščala z velikostjo vrzeli, kar je kazalo na to, da je preraščanje uspešnejše v večjih vrzelih. Uspešna rast jelke v starejših razvojnih fazah bi lahko kazala na njeni sposobnosti, da preživi daljše obdobje zasenčenosti od bukve, saj v vrzelih prevlada. Druga razlaga je bila, da jelov letvenjak izvira iz časov, ko so bile razmere za pomlajevanje ugodnejše (pred nastankom vrzeli), kar pa je težko potrditi brez analize starosti dreves.

Bottero in sod. (2011) so opravili raziskavo v pragozdu Lom v Bosni in Hercegovini. Osredotočili so se na vrzeli, njihovo velikost, obliko, starost in lastnosti vrzelnikov. Ugotovili so, da so vrzeli velike v povprečju 77 m^2 ($11 \text{ m}^2 - 708 \text{ m}^2$). Vrzeli nastajajo postopoma z odmiranjem posameznih dreves in se spreminjajo v času. Ugotovitve so podobne kot v ostalih pragozdovih srednje Evrope. Kljub temu, da so dinarski jelovo-bukovi gozdovi v Sloveniji in drugih »dinarskih« državah rastiščno primerljivi, ugotovitev hrvaških in bosanskih avtorjev ne moremo direktno prenašati v slovenske gozdove.

Višnjić in sod. (2013) so primerjali strukturne značilnosti, pomlajevanje in količine odmrle lesne mase med pragozdom Grmeč in primerljivimi GG. Ugotovili so, da je gostota dreves večja v GG. Krivulja porazdelitve prsnih premerov je padajoče oblike, vendar se oblika

med PG in GG razlikuje. Lesna zaloga v PG je sicer večja kot v GG, vendar je lesna zaloga tanjših dreves večja v GG, debeljših dreves pa v PG. Tudi lesna zaloga iglavcev je večja v PG kot v GG, kar kaže na gospodarjenje oziroma večji interes po iglavcih. V višinskem razredu 51 cm do 130 cm v PG prevladujejo javor, brest in smreka. Bukev se pojavlja v manjšem deležu. V GG pa jelka in bukev. V višinskem razredu od 130 cm višine do pod 5 cm premera v PG prevladujeta jelka in brest, v GG pa bukev in jelka. Avtorji to razliko pripisuje načinu gospodarjenja.

2.4 RAZISKAVE PO EVROPI

O naravnem pomlajevanju bukve in jelke ter lastnostih sestojnih vrzeli v gozdovih kjer prevladujeta omenjeni dve vrsti, so bile po Evropi opravljene številne raziskave. Sicer ne gre za jelovo-bukove gozdove, vendar lahko iz ugotovitev izluščimo zakonitosti, ki veljajo za obe vrsti tudi v jelovo-bukovem gozdu. V Franciji (Collet in sod., 2002) je bila narejena raziskava o naravnem pomlajevanju in vplivu svetlobe na morfologijo in anatomijo naravno pomlajenega bukovega mladja. Bukovo mladje v vrzelih je imelo večjo višino in prsní premer kakor mladje, ki je raslo pod zastorom. Stopnja odprtosti sklepa krošenj je imela velik vpliv na rast mladja. Mladje, ki je raslo v vrzeli, je bilo večje in je koncentriralo več energije v sekundarno rast kot v primarno, če ga primerjamo z mladjem, ki je raslo pod sklenjenim sklepom krošenj. Tudi druge študije so pokazale, da bukove sadike, ki rastejo v razmerah z manjšo stopnjo svetlobnega sevanja, reducirajo rast in izkazujejo manjši premer, višino, manjše koreninske poganjke ter manjše razmerje debeline vej in debla (Suner in Rohring, 1980; Madsen, 1994; Nicolini in Caraglio, 1994; Collet in Chenost, 2006).

Rezultati raziskave v poljskem delu zahodnih Karpatov (Paluch, 2005a) nakazujejo, da razporeditev dreves v raznomernih sestojih močno vpliva na zeliščno plast kakor tudi na vrstno sestavo pomladka drevesnih vrst. Ko se pomladek primerno razvije, to je, ko preraste talno gozdno vegetacijo, je svetloba ključni dejavnik, ki vpliva na preživetje in rast mladja pod sklenjenim sklepom krošenj. V zaplatah z večjo gostoto odraslih dreves je bila zeliščna plast manj razvita, večkrat so se pojavile rastlinske vrste zmerno vlažnih leg in obilno se je pomlajevala jelka. V vrzelih, kjer je bil prekinjen sklep krošenj in na delih z relativno majhnimi drevesi, je jelka v pomladku pogosto manjkala. Na jelki je omenjeni avtor opravil še dve raziskavi (Paluch, 2005a in 2005b). Želel je ugotoviti ali je

razporeditev pomladka v raznодobnih jelovih gozdovih povezana s prostorsko razmestitvijo dreves. V nasprotju s prvotnimi ocenami se je samo v nekaj primerih zgodilo, da so bile jelke s prsnim premerom med 5 in 15 cm pogosteje v vrzelih in zrahljanih sestojih. Gostota mladic jelke je pokazala šibko pozitivno korelacijo z indeksom vpliva sestoja. Stopnja preživetja jelovega mladja je bila višja na ploskvah z višjo temeljnico sestoja. Dokazal je tudi, da konkurenca v sestoju ni najpomembnejši dejavnik, ki vpliva na smrtnost jelovih mladic.

Več kot deset let pred navedenimi raziskavami je Dobrowolska (1998) raziskovala zgradbo pomladka v nižinskem poljskem pragozdnem rezervatu Jata. Ugotovila je, da na številčnost in hitrost rasti jelovega mladja zelo vplivajo rastične razmere, eden najpomembnejših dejavnikov pa je delež jelke v sestoju. Z naraščanjem deleža jelke v sestoju se je povečala tudi številčnost jelovih klic in vsota višinskih prirastkov v mladju. Ugotovili so tudi vpliv vrstne sestave sestoja, saj se je jelka uspešno pomlajevala ne le v čistih jelovih sestojih, ampak tudi v mešanih gozdovih. Potrdili so pozitiven vpliv zastora rdečega bora in breze na klitje in razvoj jelovega pomladka, kar so pri boru utemeljili z večjim deležem razpršene (difuzne) svetlobe, ki doseže tla, pri brezi pa s svetlobo z večjim deležem rdečega in modrega spektra. Optimalne razmere za rast in razvoj jelke so ugotovili v mešanih gozdovih s primesjo belega gabra, najslabše pa v mešanih gozdovih z izrazito pestro drevesno sestavo.

Mihok in sod. (2007) so raziskovali pomlajevanje bukve v vrzelih v bukovih gozdovih na Madžarskem. Ugotovili so veliko variabilnost svetlobe, tako pod zastorom kot v vrzelih. Razlika je samo pri velikih vrzelih, kjer je prišlo do tal značilno več difuzne svetlobe. Pri direktnem sevanju razlik med zastorom in vrzelmi ni bilo. Te ugotovitve so v nasprotju z ugotovitvami drugih avtorjev, ki so raziskovali svetlobne razmere v zmernih gozdovih (Collins in Picket, 1987; Collins in Picket, 1988; Canham in sod. 1990). Ugotovili so tudi veliko variabilnost v zastiranju zeliščne plasti, kar kaže na pestre svetlobne razmere. Podobno so ugotovili tudi Hughes in Fahey (1991) in Schumann in sod. (2003).

Holeksa (2003) je prišel do drugačnih ugotovitev, in sicer je ugotovil razlike v zastiranju vegetacije pod zastorom ali v vrzelih, vendar v primerih ko so vrzeli večje kot 50 m^2 . Na Madžarskem je kar nekaj raziskovalcev raziskovalo pomlajevanje bukve. Tako je (Markus,

1959, cit. po Mihok in sod. 2007) ugotovil, da je na robovih vrzeli več pomladka kot pod zastorom. Podobno je ugotovil tudi Mendlik, 1989 cit. po Mihok in sod. 2007. Markus in Matyas. 1966, cit. po Mihok in sod. 2007 sta se lotila obsežne raziskave in sta opravila meritve v vseh tipih gozda, kjer se pojavlja bukev. Ugotovila sta velike razlike med različnimi tipi gozda. Za tako velike razlike sta okrivila predvsem različne klimatske razmere. Novejše ugotovitve je v svoje raziskave vnesel Török, 2000, 2006, cit. po Mihok in sod. 2007. Splošno raziskavo o ekoloških lastnostih v vrzelih bukovih gozdov na Madžarskem so opravili Galhidy in sod. (2006). Raziskava je pokazala, da ima velikost vrzeli velik vpliv na merjene okoljske spremenljivke. Večje vrzeli so imele višjo izmerjeno jakost svetlobe kot manjše, vlažnost tal pa je v manjših vrzelih dosegala podobne maksimalne vrednosti kakor v velikih. V primerjavi z gozdno vegetacijo, ki raste pod zastorom, mikroklima vrzeli poveča klitje semen in poveča stopnjo rasti zeliščnih in drevesnih vrst. Do podobnih ugotovitev so prišli tudi Schaetzl in sod. (1989), Denslow in Spies (1990) in Goldblum (1997). Da je nasemenitev in rast različnih drevesnih vrst v korelaciji z velikostjo vrzeli ter z lego znotraj same vrzeli so že prej ugotovili tudi Busing in White (1997), Brokaw in Busing (2000). Študija naravno pomlajenega bukovega mladja v Angliji (Mountford in sod., 2006) je pokazala, da se bukev pomlajuje v zaplatah, na osnovanje in rast pa močno vpliva lega mladja znotraj vrzeli. Bukovo seme ne potuje daleč, posledica tega je, da se v vrzelih, večjih od 5 m premera, mladje koncentriра na robu vrzeli. Zastor starejših dreves ima velik vpliv tako na stopnjo rasti kot tudi na obliko bukovega mladja, čeprav svetloba znotraj vrzeli korelira z vlažnostjo tal, kar tudi vpliva na rast. Do podobnih ugotovitev so prišli tudi Madsen (1994), Madsen in Larson (1997).

Robakowski s sod. (2003) je testiral prilagoditve jelovih mladic na različne jakosti svetlobe. Rast jelovih mladic je bila največja pri 18 % svetlobe. Ugotovili so, da so se celotna biomasa osebkov, celotna listna površina, količina dušika v iglicah in razmerje med maso korenin in celotno biomaso povečevali premo sorazmerno s količino svetlobe, zmanjševalo pa se je razmerje površine iglic. Kritična temperatura za fotosintezo pri iglavcih je neodvisna od količine svetlobe, slabša od listavcev je odzivnost jelk na spremembe v količini svetlobe.

Nekaj zadnjih raziskav sestojnih vrzeli v Evropi (Drösser in von Lüpke, 2005; Nagel in sod., 2006; Splechtna in Gratzer, 2005; Zeibig in sod., 2005) je pokazalo kar nekaj skupnih

značilnosti vrzeli. Večina vrzeli, ki so se pojavile, so bile manjše od 100 m². Motnje v obliki vetroloma občasno oblikujejo vrzeli večje od 1000 m². Drevesa, ki odmrejo kasneje v okolini vrzeli, igrajo pomembno vlogo pri razširjenih vrzelih.

Glede porazdelitve prsnih premerov dreves Janowiak in sod. (2008) navajajo, da so v jelovih gospodarskih gozdovih v Franciji opravili meritve prsnih premerov in prikazali število dreves/ha po debelinskih stopnjah. Krivulja, ki so jo pri tem dobili, je imela obliko obrnjene črke J (reverse-J), kar kaže na enakomerno upadanje števila dreves s povečevanjem prsnega premera. Tej obliki danes pravimo negativna eksponentna (NE).

2.5 RAZISKAVE PO SVETU

Mešani gozdovi severovzhoda Amerike so po nekaterih razvojnih značilnostih podobni dinarskim jelovo-bukovim gozdovom. Proučevanje podobnih razvojnih procesov, predvsem pa bistveno večji obseg in metodološka razvitost raziskav, spodbujajo prenos metodologij v Evropo. Prve temeljitejše pragozdne študije izvirajo iz tega območja (Lutz, 1930; Cotam in Curtis, 1956 in Runkle, 1981, 1982, 1990). Raziskave ekoloških dejavnikov v tem tipu gozdov so sledile razvoju tehnike. Intenzivnejše raziskave svetlobnih razmer so se začele v 80-tih letih prejšnjega stoletja (npr. Pearcy, 1983; Chazdon in Fletcher, 1984 in Canham in sod., 1990). Kmalu so pri raziskavah v vrzelih začeli uporabljati hemisferno fotografijo (Chazdon, 1987; Valverde in Silvertown, 1997).

Leak (1996) je opravil primerjavo strukturnih sprememb v 35. letnem obdobju v gospodarskem gozdu in ugotovitve primerjal z ugotovitvami iz pragozdov. Primerjalne študije med gospodarskimi gozdovi in pragozdovi so se še nadaljevale. Številni avtorji (Goodburn in Lorimer, 1999; McGee in sod., 1999; Scheller in Mladenoff, 2002; Angers in sod., 2005; Burton in sod., 2009) so opravili primerjave zgradbe in strukture. Beaudet in sod. (2004) so ugotavliali kako sečnja vpliva na svetlobne razmere v listopadnih gozdovih severne Amerike. Ugotovili so, da je največ svetlobe takoj po sečnji, nato pa se naglo zmanjšuje. Po 13 letih je svetlobe toliko, kot jo je bilo pred sečnjo. Še bolj so svetlobne razmere zaostrene v gozdovih slatkornega javora in ameriške bukve.

Čisti in mešani bukovi gozdovi se pojavljajo še na Japonskem in kaspiski regiji (Iran). Cao in Ohkubo (1999) sta proučevala bukove gozdove na Japonskem. Vetrolomi

predstavljajo motnje, ki vplivajo na pomlajevanje teh gozdov. *Fagus crenata* Blume. je dominantna vrsta, poleg nje se pojavlja še *Acer mono* Maxim. in skupaj oblikujeta sestoje. Domnevajo, da je javor bolj svetloljubna vrsta kot bukev. V raziskavi, ki je potekala v dveh pragozdovih na Japonskem, so omenjeno domnevo potrdili in še dodatno potrdili močan vpliv vetra in drugih motenj na pomlajevanje tamkajšnjih gozdov. Ohkubo in sod. (1996) so ugotavljeni odziv japonske bukve na povečane količine svetlobe (odziv na pojave vrzeli). Ugotovili so, da bukev in njeno mladje na svetlobo reagirata hitreje kot ostale vrste. Še več, avtorji ugotavljajo, da gre pravzaprav za strategijo. Stalna prisotnost mladja pod zastorom in hitra reakcija na svetlobo pomeni bistveno prednost pred ostalimi vrstami. Podobno ugotavljajo tudi drugi raziskovalci (Ohkubo 1992, Peters 1992, cit. po Ohkubo 1996). Poleg navedenega so ugotovili, da bukev v manjših vrzelih bolj pripomore k njihovim zapiranjem, kot v velikih vrzelih.

Sagheb-Talebi in Schütz (2002) sta v kaspijski regiji v Iranu raziskovala strukturo in pomlajevanje čistih in mešanih bukovih sestojev (*Fagus orientalis* Lipsky) v odvisnosti od velikosti sestojnih vrzeli. Prišla sta do enake ugotovitve kot številni drugi avtorji, in sicer, da se bukev najbolje pomlajuje v majhnih skupinah enake starosti in v srednje velikih vrzelih (0,02 ha – 0,05 ha). Zaključuja, da z odstranitvijo do štirih odraslih dreves, ustvarimo najboljšo klimo za pomlajevanje. Sefidi in sod. (2011) so želeli ugotoviti značilnosti naravnih vrzeli v iranskih bukovih pragozdovih in vpliv na pomlajevanje. Ugotovili so, da so v tem tipu gozda v povprečju 3 vrzeli/ha z velikostjo od 19 m² do 1250 m². V celoti so vrzeli pokrivale 9,3 % površine. Praviloma so nepravilnih oblik in nastajajo z odmiranjem posameznih dreves. Zaključili so, da je pri gospodarjenju z gozdom koristno upoštevati te ugotovitve in da so za pomlajevanje bukve najprimernejše manjše vrzeli.

Wagner in sod. (2010) so naredili primerjavo med različnimi vrstami bukve znotraj rodu *Fagus*. Primerjali so japonsko, ameriško, vzhodno in navadno bukev. Ugotovili so, da so si posamezne vrste po svojih lastnostih precej podobne in imajo tudi podobno preživetveno strategijo. Seveda pa so razmere v sestojih, kjer se pojavljajo lahko med seboj različne. V gozdovih, kjer se bukev pojavlja in uspešno pomlajuje lahko prihaja do velikopovršinskih motenj, ali pa do propadanja posameznih dreves, kjer so motnje zelo majhne. Ponekod je ravno zmožnost uspešnega pomlajevanja v majhnih vrzelih prednost, kot je to v primeru japonske bukve, saj to pomeni bistveno prednost pred vrsto bambusa (*Sasa spp.*). Na

splošno pa velja, da se pri vseh vrstah pojavljajo semenska leta, oprševanje je učinkovito na razdalji 100 m, seme je sorazmerno težko in ga najdemo v povprečju do 20 m od drevesa, klice so občutljive na zgodnjo pozebo in sušo, vendar izredno sencozdržne. Vrste so tudi manj priljubljene pri velikih rastlinojedih.

Z metodami, ki so jih razvili severnoameriški raziskovalci, so opravili tudi raziskave v tropskih gozdovih Paname (Putz in Brokaw, 1989) in ostalih tropskih deževnih gozdovih (npr. Asner in Keller, 2004; Numata in sod., 2006).

V zvezi s porazdelitvijo prsnih premerov dreves je Leak (1996) ugotovil, da velja za nekatere sestoje q-razmerje, ki narašča s prsnim premerom, zato ji rečemo naraščajoča q (increasing-q, IQ). Za sestoje z večjimi povprečnimi prsnimi premeri pogosto ugotovimo, da ima krivulja, ki ponazarja porazdelitev prsnih premerov na logaritemski skali obliko rotacijskega sigmoida (RS). To kaže na hiter upad števila dreves v višjih in nižjih debelinskih stopnjah. Vmes je rahla izravnava, ki jo povzroči visoka mortaliteta in počasna rast med mlajšimi zastrtimi osebki in starejšimi osebki v višjih debelinskih stopnjah. To »pomanjkanje« dreves v srednjih in višjih debelinskih razredih lahko povzroči še konkavno (CO) in unimodalno (UNI) obliko krivulj porazdelitve prsnih premerov.

Tako kot v Evropi, severni Ameriki in drugod po svetu primerjalne analize pragozdov in gospodarskih gozdov manj pogoste.

3 DELOVNE HIPOTEZE

SVETLOBNE RAZMERE

- (H1) V gospodarskih gozdovih so srednje vrednosti direktnega in difuznega sevanja v pritalni plasti večje kot v pragozdovih.
- (H2) V gospodarskih gozdovih je v primerjavi s pragozdovi večja variabilnost svetlobnih razmer.

POMLAJEVANJE

- (H3) V gospodarskih gozdovih je večje zastiranje pritalne vegetacije, večja gostota in zastiranje mladja ter večja vrstna pestrost drevesnih in zeliščnih vrst (svetloljubne vrste).
- (H4) V pragozdovih se pomlajevanje odvija tudi izven sestojnih vrzeli.
- (H5) V gospodarskih gozdovih mladje hitreje zapolnjuje vrzeli,
- (H6) Med pragozdovi in gospodarskimi gozdovi ni značilnih razlik v razrasti in objedenosti mladja.

SESTOJNE STRUKTURE IN ZMESI

- (H7) V pragozdovih je več velikih dreves, veteranov, poškodovanih dreves, dreves z dupli in drevesnih ostankov.
- (H8) V gospodarskih gozdovih je manjša variabilnost in raznolikost v sestojnih strukturnih značilnostih (premeri in višine dreves, gostote, plastovitost).
- (H9) Porazdelitve prsnih premerov se med pragozdovi in gospodarskimi gozdovi razlikujejo.

TEKSTURA GOZDA

- (H10) V pragozdovih predstavljajo vrzeli manjši skupni delež površine kot v gospodarskih gozdovih,
- (H11) V pragozdovih so vrzeli manjše, bolj raznolikih oblik in imajo večjo variabilnost površin.

4 MATERIAL IN METODE

4.1 OPIS RAZISKOVALNIH OBJEKTOV

Objekti raziskave se nahajajo na jugovzhodnem delu Slovenije in obsegajo rastišča dinarskih jelovo-bukovih gozdov (slika 1). Gre za skrajni severni del Dinarskega gorstva, ki se od Slovenije proti jugovzhodu razprostira po Balkanskem polotoku ob obali Jadranskega morja. To je naše najbolj gozdnato področje, obsega velike gozdne komplekse jelovo-bukovih gozdov Notranjskega in Kočevskega Snežnika, se razširi proti jugovzhodu v gozdove Kočevskega Roga in na severu prosti Trnovski planoti (Melik, 1959).



Slika 1: Objekti raziskave

Figure 1: Locations of research area

Kljub precejšnji geološko-petrografske raznolikosti je to v glavnem apneniški blok, sestavljen iz mezozojskih kamenin (Kordiš, 1993). Pestrost kameninske sestave se odraža tudi v raznolikosti različnih rastlinskih združb jelovo-bukovega dinarskega gozda in v celotni paleti kraških pojavov od vrtač do kraških polj in rek ponikalnic. Posledica pestrosti klimatskih in geoloških dejavnikov so različne oblike tal, ki so ozko pogojene z okoljem, v

katerem nastajajo. Najbolj neugoden talni tip so rendzine, kjer prihaja zaradi slabo razkrojenih organskih snovi v A₀ horizontu do rahle kiselkaste reakcije. Takšna tla tudi slabo vpijajo padavinsko vodo in so zato nagnjena k pomanjkanju vode. Za razliko od rendzin so ostali talni tipi za rast rastlin veliko bolj ugodni. Na dnu vrtač, še posebej geološko starih, se pojavljajo relativno globoka koluvijalna tla z večjim deležem glinastih delcev in relativno debelo humusno plastjo. Značilnost takih lokacij je nekoliko večja vlažnost in manj topote (Levanič, 1996).

Klimatsko je preučevano območje zelo pestro, saj leži na stičišču treh različnih klimatskih vplivov, in sicer submediteranskega, celinskega in atlantskega. Vsi trije klimatski tipi se združijo v prehodni tip klime, katerega še dodatno poudarja razgiban relief visokega kraša. Značilnost tega tipa klime je relativno veliko padavin, enakomerno razporejenih prek vsega leta z izrazitim jesenskim maksimumom. Količina pomladanskih padavin ni posebej velika, vendar pa zaradi enakomerne porazdelitve padavin prek vsega leta ne prihaja do izrazitih pomanjkanj vode v vegetacijski dobi. Povprečne letne temperature imajo na rast in razvoj dinarskega jelovo-bukovega gozda bistveno manjši vpliv kot padavine. Povprečna letna temperatura z gozdom poraščenih visokokraških masivov je med 5° in 8°C in pada z nadmorsko višino. Značilnost prehodnega tipa klime so temperaturni ekstremi, zlasti minimumi, ki se lahko pojavljajo tudi med vegetacijsko dobo. Na višinah od 500 do 1000 m se dokaj pogosto pojavlja žled, ki lahko povzroča precejšnjo gmotno škodo.

Floristično in vegetacijsko so za dinarsko fitogeografsko območje značilni obsežni in strnjeni gozdovi jelke in bukve vključeni v asociacijo *Omphalodo-Fagetum* (TREG, 57) MAR. in sod. 93 (sin.: *Abieti-Fagetum dinaricum* (TREG. 57) en. PUNC. 79), ki poraščajo velike visokokraške planote Slovenije. Glavni vrsti jelovo-bukovih gozdov sta jelka in bukev, pridružujejo pa se jim tudi smreka (*Picea abies* Karst.), gorski brest (*Ulmus glabra* Huds.), gorski javor (*Acer pseudoplatanus* L.) in veliki jesen (*Fraxinus excelsior* L.). Gozdna vegetacija asociacije *Omphalodo-Fagetum* velja za klimazonalno in je zaradi pestrosti rastiščnih razmer razdeljena na številne subasociacije, ki izražajo pomembne rastiščne posebnosti.

4.2 IZBIRA RAZISKOVALNIH OBJEKTOV

Osnovni namen naloge je primerjava dogajanj v pragozdovih z dogajanji v gospodarskih gozdovih. Pri izbiri pragozdov nismo imeli težav, saj smo izbrali edine možne (preglednica 1 in slika 1). Drugače je bilo pri gospodarskih gozdovih. Pri izbiri primernih objektov v gospodarskem gozdu so bili kriteriji za izbor objektov naslednji:

- primerno rastišče (rastišče primerljivo z rastiščem v PG),
- uravnoteženo razmerje razvojnih faz,
- zadnja sečnja opravljena pred vsaj petimi leti,
- lokacija čim bližje pragozdu.

Pri izbiri primernih objektov so nam pomagali uslužbenci Zavoda za gozdove Slovenije. Po pogovorih z revirnimi gozdarji smo hitro ugotovili, da ni objektov, ki bi v celoti zadostili vsem pogojem. Iz omenjenega razloga smo tudi v gospodarskih gozdovih opravili meritve na edinih možnih (primerljivih) lokacijah (preglednica 1 in slika 1). Osnovni in podrobnejši podatki o raziskovalnih objektih so predstavljeni v preglednicah 1 in 2.

Preglednica 1: Osnovni podatki o lokacijah raziskovalnih objektov

Table 1: Basic characteristics of the study areas

Raziskovalni objekti	Kratica	GGO	GGE	ODD/ODS	Leto meritev	Leto sečnje
Rog	M.RO	KOČEVJE	ROG	19	2011	2006
		KOČEVJE	ROG	23	2011	2006
		KOČEVJE	ROG	24	2011	2007
		KOČEVJE	ROG	28A	2011	2006
Rajhenavski Rog	O.RR	KOČEVJE	ROG	28B	2006	
		KOČEVJE	RAVNE	9	2011	2006
		KOČEVJE	RAVNE	11	2011	2006
		KOČEVJE	RAVNE	13	2011	2006
Krokar Soteska	O.KR	KOČEVJE	RAVNE	81	2004	
		NM	SOTESKA	16A	2012	2008
		NM	SOTESKA	16B	2012	2008
		NM	SOTESKA	17B	2012	2008
Soteska	M.SO	NM	SOTESKA	29A	2012	2008
		NM	SOTESKA	34A	2012	2008
		NM	SOTESKA	34D	2012	2008
		NM	SOTESKA	36A	2012	2008
Pečka Koče	O.PE	NM	SOTESKA	37	2014	
		KOČEVJE	KOČE	11	2013	2008
		KOČEVJE	KOČE	16	2013	2008
		KOČEVJE	KOČE	13B	2013	2010
		KOČEVJE	KOČE	15B	2013	2007
Strmec	O.ST	KOČEVJE	KOČE	14	2013	

Preglednica 2: Podrobnejši podatki o lokacijah raziskovalnih objektov

Table 2: Detailed characteristics of the study areas

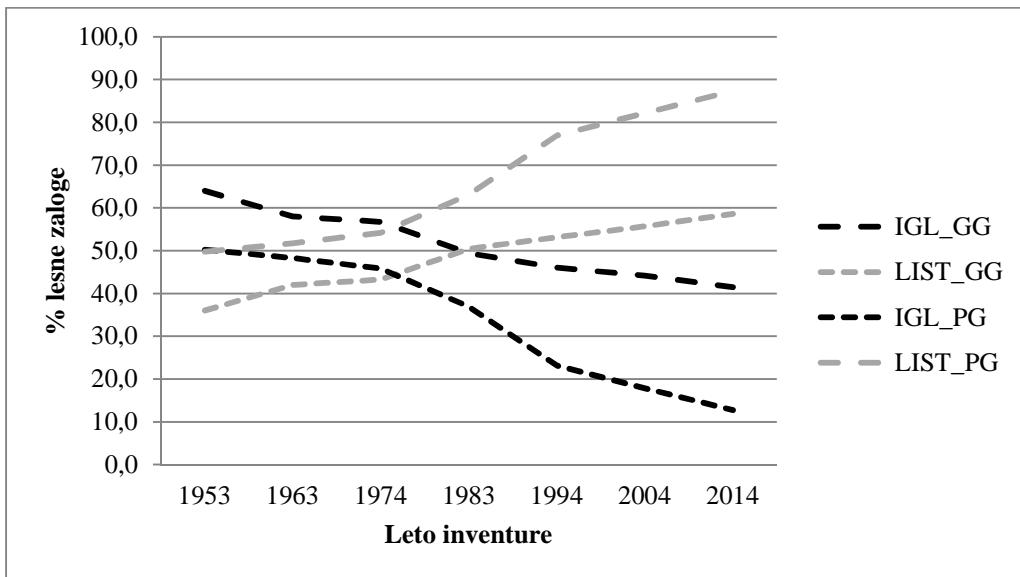
Objekt	Površina (ha)	Geografska širina	Geografska dolžina	Nadmorska višina (m)	Povprečne letne padavine (mm)	Povprečne letne temperature (°C)	Matična kamenina	bukov/jelka/javor/smreka
O.RR	52,1	45° 40' N	15° 01' E	740-880	1760	6-7	apnenec	40/60/0/0
M.RO	89,8	45° 40' N	14° 59' E	700-920	1760	6-7	apnenec	46/47/4/3
O.KR	74,5	45° 33' N	14° 47' E	840-1170	2000	6	apnenec	93/4/0/3
M.RA	108,8	45° 34' N	14° 44' E	1000-1210	2000	6	apnenec	57/28/4/11
O.ST	15,6	45° 38' N	14° 49' E	840-940	1770	6-7	apnenec	74/16/9/1
M.KO	102,5	45° 37' N	14° 49' E	710-995	1700	6-7	apnenec	40/47/6/7
O.PE	59,5	45° 46' N	15° 00' E	795-910	1500	6-7	apnenec	87/13/0/0
M.SO	83,8	45° 46' N	14° 59' E	565-900	1500	6-7	apnenec	54/28/5/13

4.3 DOSEDANJE UPRAVLJANJE Z GOSPODARSKIMI GOZDOVI

Naši objekti raziskave se nahajajo v dveh območnih enotah Zavoda za gozdove Slovenije, in sicer novomeški, GGE Soteska (M.SO in O.PE) in kočevski, GGE Rog (M.RO in O.RR), GGE Koče (M.KO in O.ST) in GGE Ravne (M.RA in O.KR). Načrtovanje upravljanja z gozdovi je zato predmet dveh načrtov, in sicer Gozdnogospodarskega načrta

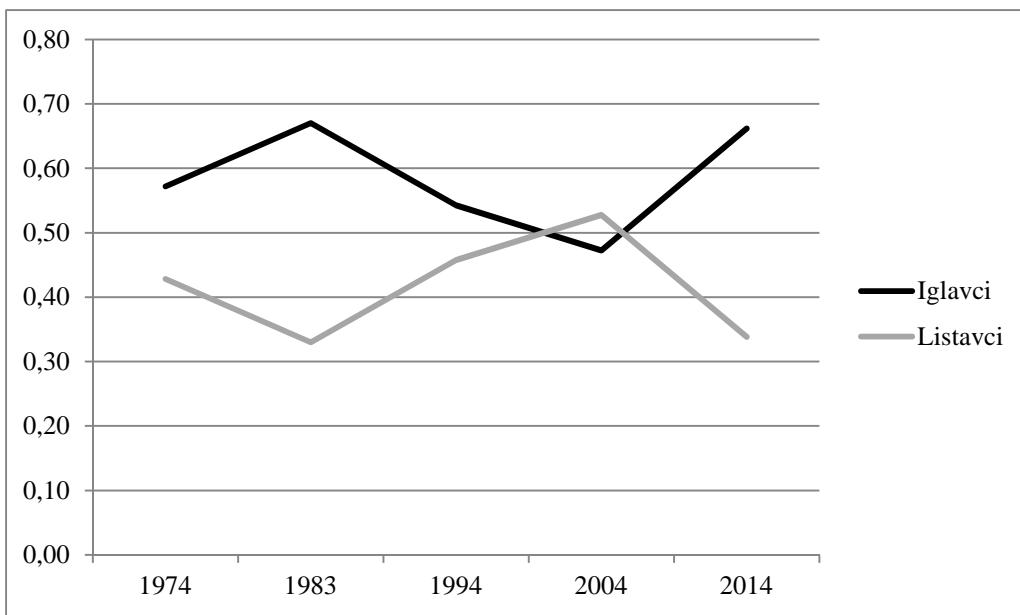
gozdnogospodarskega območja Novo mesto (2011) in Gozdnogospodarskega načrta gozdnogospodarskega območja Kočevje (2011) skupaj z Gozdnogospodarskimi načrti gozdnogospodarskih enot. Glavni graditeljici sestojev v dinarskih jelovo-bukovih gozdovih sta bukev in jelka. Posamično so primešani še gorski javor, smreka, veliki jesen, lipovec in brest. Upravljanje s temi gozdovi je prilagojeno ekologiji glavnih drevesnih vrst. Dosedanje gospodarjenje je bilo skupinsko postopno in mestoma tudi prebiralno. Močno je bila poudarjena naravna obnova gozda. Pomlajevanje se je odvijalo v obliki pomladitvenih jeder in skupin velikosti do 0,25 ha oziroma največ dveh drevesnih višin. Zaradi težav z obnovo jelke in zaradi njene izrazite sencozdržnosti, je bila jakost sečenj prilagojena pomladitveni dinamiki in višinskemu preraščanju jelke. Obnova debeljakov se je pričela z jakostjo poseka do 35 % lesne zaloge (Gozdnogospodarski...Kočevje, 2011). Podobno je navedeno tudi v Gozdnogospodarskem načrtu...Novo mesto (2011). Pomlajevanje je potekalo skupinsko postopno, malopovršinsko (tudi velikopovršinsko) s pospeševanjem jelke v vseh razvojnih fazah. V smislu sprošcene tehnike so v čim večji meri izkoriščali raznomerne in skupinsko prebiralne strukture na manjših površinah. V teh sestojih so gospodarili na manjših površinah (do 0,25 ha). Obnova gozgov so začeli zmerno z jakostjo med 30 % do 35 %, da so lahko omogočili tudi pomlajevanje jelke. V Gozdnogospodarskem načrtu...enote Soteska (2014), ki je podrejen Gozdnogospodarskem načrtu... Novo mesto (2011), so usmeritve za obnovo drugačne. Obnova je potekala po naravni poti na površinah večjih od 1 ha. Priporočene intenzitete sečnje se po površini uporabljajo v različnih razponih, z namenom, da ustvarimo različne svetlobne razmere. V primeru, da v sestojih še ni pomladka, je bila jakost pomladitvene sečnje od 35 % do 50 %. Pri dosedanjem upravljanju z dinarskimi jelovo-bukovimi gozdovi so bile med območjem manjše razlike, vendar do večjih uspehov pri pomlajevanju jelke in gorskega javorja ni prišlo.

Iz slik 2 in 3 je razvidno, da je dosedanje upravljanje s temi gozdovi vodilo v upad iglavcev (predvsem jelke) na račun listavcev (predvsem bukve). V GG se je obrat med drevesnima vrstama zgodil skoraj 30 let za obratom v PG.



Slika 2: Gibanje lesne zaloge listavcev in iglavcev v M.SO in O.PE od leta 1953 do leta 2014

Figure 2: Changes in growing stock deciduous and coniferous trees in M.SO and O.PE from 1953 to 2014



Slika 3: Delež iglavcev in listavcev v skupnem poseku na raziskovalnih objektih M.SO

Figure 3: The proportion of coniferous and deciduous trees in the total logging in research object M.SO

4.4 METODE DELA

4.4.1 Postavitev ploskev

Stalne vzorčne ploskve

Stalne vzorčne ploskve so zakoličeni koncentrični krogi s stalno površino. Notranji krog je velikosti dveh arov ($R = 7,98 \text{ m}$) in zunanji krog velikosti petih arov ($R = 12,61 \text{ m}$). Drevje s premerom $d_{1,3} \geq 30 \text{ cm}$ merimo na celotni površini petih arov, medtem ko drevje s premerom $d_{1,3} < 30 \text{ cm}$ le na notranjem krogu.

Na vseh objektih raziskave smo zgostili že obstoječo mrežo stalnih vzorčnih ploskev. Ploskve smo postavili na vsakih 125 m (mreža 125 m x 125 m). Drugače je bilo v pragozdovih Strmec in Pečka. V prvem smo mrežo zgostili, v drugem pa mreže stalnih vzorčnih ploskev ni bilo, tako da smo jo morali postaviti sami in jo nato še dodatno zgostiti (mreža 250 m x 125 m) (preglednica 3 in slika 4). Meritev nismo opravili v pragozdovih Krokar in Rajhenavski Rog. Za omenjena dva pragozdova smo podatke prevzeli iz baze meritev na stalnih vzorčnih ploskvah Zavoda za gozdove Slovenije.

Ploskvice za analizo pomlajevanja

Meritve mladja in ostale vegetacije smo opravili na manjši kvadratni ploskvici velikosti $2,25 \text{ m}^2$ (okvir velikosti 1,5 m x 1,5 m). Desni zgornji kot ploskvice se je nahajal 1 m severno od središča ploskve. Meritev smo izvedli na vseh objektih GG in v PG Strmec. Za ostale objekte PG smo uporabili podatke iz drugih raziskav.

Preglednica 3: Metode postavitve in število ploskev

Table 3: Methods of installing plots and number of plots

Objekt	Metode zbiranja podatkov	Določitev ploskev	Število ploskev
O.RR	Mreža ploskev / linijski transekti	Mreža (125 m x 125 m) / ploskve na 21 m	32/164
M.RO	Mreža ploskev	Mreža (125 m x 125 m)	56
O.KR	Mreža ploskev	Mreža (62,5 m x 62,5 m)	46/124
M.RA	Mreža ploskev	Mreža (125 m x 125 m)	66
O.ST	Mreža ploskev	Mreža (62,5 m x 31,25 m)	14/51
M.KO	Mreža ploskev	Mreža (125 m x 125 m)	50
O.PE	Mreža ploskev / linijski transekti	Mreža (250 m x 125 m) / ploskve na 21 m	49/164
M.SO	Mreža ploskev	Mreža (125 m x 125 m)	62



Slika 4: Prikaz objektov raziskave M.KO in O.ST (levo zgoraj), M.SO in O.PE (desno zgoraj), M.RA in O.KR (levo spodaj), M.RO in O.RR (desno spodaj) z označenimi stalnimi vzorčnimi ploskvami

Figure 4: Locations of research areas M.KO and O.ST (top left), M.SO and O.PE (top right), M.RA and O.KR (bottom left), M.RO in O.RR (bottom right) indicating permanent sample plots

4.4.2 Delo na ploskvi

Delo na vsaki ploskvi smo razdelili na naslednje faze:

- snemanje mladja in ostale vegetacije,

- snemanje po metodi snemanj na stalnih vzorčnih ploskvah,
- hitra okularna ocena plastovitosti (sensu Ferris in sod., 2000),
- snemanje svetlobnih razmer.

Snemanje mladja in ostale vegetacije

Na vsaki ploskvici smo merili in ocenjevali naslednje parametre:

- Zastiranje tal v deležih

Na 1 % natančno smo ocenjevali zastiranje mladovja, zelišč in mrtvega lesa. Vsota vseh ocen na ploskvi je bila 100 %, saj smo ocenjevali zastiranje le za najvišjo plast oz. tiste elemente zastiranja, ki so vidni od zgoraj.

- Zastiranje glavnih drevesnih vrst in vegetacije

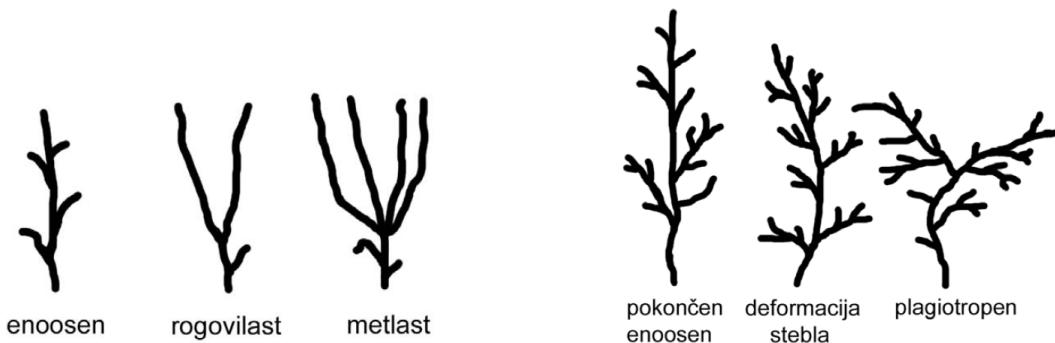
Za vsako drevesno vrsto in zelišče smo na 1 % natančno ocenjevali zastiranje. V tem primeru smo ocenjevali zastiranje tudi, če sta se površini dveh dreves ali zelišč prekrivali, kar pomeni, da je bila vsota deležev zastiranja vseh drevesnih vrst in zelišč večja kot 100 %.

- Gostota klic in starejših osebkov mladovja po drevesnih vrstah

Na vsaki ploskvici smo prešteli vse enoletne klice in starejše osebke mladovja po drevesnih vrstah.

- Lastnosti treh dominantnih osebkov na ploskvici

Na vsaki ploskvici smo določili tri dominantne osebke. Izbrani so bili vitalni in praviloma najvitalnejši osebki zgornje plasti mladovja. Silaških in očitno starejših osebkov v raziskavo nismo zajeli. Izmerili smo naslednje parametre: poškodovanost, višina, dolžina, premer na koreninskem vratu, premer na 10 cm višine, višinski prirastek v letu, tloris krošnje in obliko razrasti terminalnega poganjka (sensu Sagheb-Thalebi, 1996; Roženberger, 2007) (slika 5).



Slika 5: Oblike razrasti glavnega poganjka in oblike razrasti celotnega dominantnega osebka (Roženberger, 2007)

Figure 5: Branching of the seedling top and the whole seedling (Roženberger, 2007)

Snemanje po metodi snemanja na stalnih vzorčnih ploskvah

Uporabili smo metodo snemanj na stalnih vzorčnih ploskvah (SVP). Posameznim drevesom na stalni vzorčni ploskvi smo določali naslednje parametre: drevesno vrsto, azimut, razdaljo, novi premer, kodo, višino in socialni položaj.

- Drevesna vrsta

V obrazec smo vpisali dvomestno šifro drevesne vrste iz šifrantu npr. (41 – bukev, 21-jelka, 11 – smreka, 61 – gorski javor).

- Azimut

Azimut smo merili s kompasom na 1° natančno, in sicer od središča ploskve do levega roba drevesa gledano od središča ploskve proti drevesu.

- Razdalja

Razdaljo smo odmerili od središča ploskve do središča drevesa vzporedno s terenom v prsnih višinah in jo vpisali na decimeter natančno. Pri mejnih drevesih smo merili razdaljo na centimeter natančno.

- Novi premer

Prsni premer smo merili s klupo na centimeter natančno (zaokroževanje navzdol), in sicer v prsnih višinah 1,3 m od tal, pravokotno na os debla. V strmini smo vedno merili z zgornje strani debla. Zaradi pogoste nepravilne oblike debel je pomembno, da zaporedne meritve premera opravljamo natanko na istem mestu. Vsa drevesa s prsnim premerom $d_{1,3} \geq 30$ cm smo posneli na celotni ploskvi velikosti petih arov ($R_1 = 12,61$ cm), drevje s prsnim premerom $d_{1,3} < 30$ cm pa le na notranjem krogu velikosti dveh arov ($R_2 = 7,98$ m).

- Višina

Na ploskvi smo merili višine vsaj treh središču ploskve najbližjih dreves. Ta drevesa so bili osebki glavnih drevesnih vrst v posamezni gospodarski enoti. Socialni položaj mora biti nadvladajoči, vladajoči ali vsaj sovladajoči.

Poleg popisa dreves smo na ploskvi opravili tudi popis samih ploskev. Omenjeni popis obsega: oddelek (odsek), datum, popisovalec, radij ($R_1=12,62$ m in $R_2=7,98$ m), koordinate, izmerjene s sprejemnikom GPS, nadmorska višina, naklon (nagib), lega, položaj v pokrajini in razvojno fazo gozda.

Okularna ocena plastovitosti

Indeks plastovitosti (Cover indeks – CI) smo ugotavliali po metodi, ki jo je predlagal Ferris s sod. (2000). Večji indeks pomeni večjo prisotnost vegetacije po določenih višinskih slojih (min = 0, max = 4455). Ugotavliali smo ga na 5 arski SVP na vseh objektih, razen na O.KR in O.RR. Oblikovali smo 4 razrede plastovitosti: (S1) sloj pritalne vegetacije 0.1–0.5 m; (S2) grmovni sloj 0.5–4 m; (S3) sloj podstojnih dreves 4–20 m; (S4) drevesni sloj 20–40 m.

Snemanje svetlobnih razmer

Nad središčem vsake ploskve smo posneli sliko s fotoaparatom NIKON COOLPIX 995 (2048 x 1536) in ribjim očesom FC-08. Za lažjo obdelavo slik smo uporabili samonastavljeni nosilec (O-MOUNT) z iskalcem severa (NORTH-FINDER) podjetja Regent's Instruments. Višina snemanja je znašala 1,5 metra. Zaradi premočnih kontrastov na posnetkih, smo vsa snemanja izvedli pred sončnim vzhodom ali po sončnem zahodu.

Fotografije smo obdelali s programskim orodjem WinScanopy 2003 pro-b (Regent, 2003).

Pri programske opremi smo uporabili naslednje nastavitev:

- trajanje vegetacijske dobe smo nastavili od 5. maja do 25. septembra;
- za definicijo porazdelitve razpršene svetlobe v hemisferi smo uporabili standardni model zastrtega neba;
- položaj sonca smo izračunavali vsake tri minute;
- za solarno konstanto smo uporabili vrednost 1370 W/m^2 ;
- za propustnost atmosfere smo uporabili vrednost 0,6;
- delež razpršenega sevanja v direktnem sevanju smo nastavili na 0,15;
- pri nastavitevah velikosti sonca smo uporabili nastavitev realna velikost;

- za klasifikacijo slikovnih točk smo uporabili barvno lestvico.

4.4.3 Oblikovanje baz podatkov ter izračuni

Za potrebe izračunov smo oblikovali dve bazi podatkov (BAZA_struktura in BAZA_pomlajevanje). BAZA_struktura je zajemala podatke pridobljene na SVP. BAZA_pomlajevanje je zajemala podatke pridobljene na ploskvicah za pomlajevanje. Na objektih O.RR in O.KR nismo opravili meritev, medtem ko na objektu O.PE nismo opravili meritev za analizo pomlajevanja. Podatke za analizo pomlajevanja za omenjene objekte smo povzeli po drugih raziskavah. Podatke za analizo strukture smo pridobili iz baze podatkov Zavoda za gozdove Slovenije. V omenjenih drugih raziskavah je bilo za potrebe analize pomlajevanja posnetih več ploskvic, kot smo jih potrebovali. Ker nismo želeli izgubiti variabilnosti, smo število ploskvic za pomlajevanje zmanjšali na število SVP. To smo storili tako, da smo SVP poiskali ustrezno število najbližjih ploskvic za pomlajevanje, podatke s teh ploskvic povprečili in dobljeno vrednost pripisali SVP oziroma njej ustrezni ploskvici za pomlajevanje. Skupno število izmerjenih stalnih vzorčnih ploskev in ploskvic za pomlajevanje, ter število stalnih vzorčnih ploskev in ploskvic za pomlajevanje v računski bazi prikazujemo v preglednici 4.

Preglednica 4: Skupno število izmerjenih stalnih vzorčnih ploskev (N_SVP) in ploskvic za pomlajevanje (N_ploskvice), ter število stalnih vzorčnih ploskev (N_SVP_baza) in ploskvic za pomlajevanje (N_ploskvice_baza) v računski bazi

Table 4: The total number of permanent sample plots (N_SVP) and plots for regeneration (N_ploskvice), the total number of permanent sample plots (N_SVP_baza) and plots for regeneration in calculation database (N_ploskvice_baza)

OBJEKTI	N_SVP	N_ploskvice	N_SVP_baza	N_ploskvice_baza
M.KO	49	49	49	49
M.RA	66	66	66	66
M.RO	52	52	52	52
M.SO	59	59	59	59
O.KR	46	124	46	46
O.PE	49	164	49	49
O.RR	32	164	32	32
O.ST	51	51	14	14
SKUPAJ	404	729	367	367

Za prikaz povprečnih vrednosti in odstopanj smo uporabljali izračune za aritmetično sredino (formula 1), mediano (formula 2), standardni odklon (formula 3) in koeficient variacije (formula 4).

$$\bar{X} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i \quad \dots (1)$$

$$Me = \begin{cases} x_{\frac{n+1}{2}} & (n = liho število) \\ \frac{1}{2} \left(x_{\frac{n}{2}} + x_{\frac{n+1}{2}} \right) & (n = sodo število) \end{cases} \quad \dots (2)$$

Števila (x_1, x_2, \dots, x_n) so razvrščena po velikosti.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N}} \quad \dots (3)$$

$$KV = \frac{100\sigma}{\bar{x}} \quad \dots (4)$$

Za izris vseh grafov smo uporabili program Microsoft Excel 2010, razen za prikaz okvirjev z ročaji in statistične izračune smo uporabljali statistični program SPSS.

Za prikaz sestojnih svetlobnih razmer, smo direktno in razpršeno svetlobno sevanje, glede na mediani obeh vrst sevanj, razdelili v 4 stratume (A – majhen delež DIR in velik delež DIF, B – velik delež DIR in velik delež DIF, C – majhen delež DIR in majhen delež DIF in D – velik delež DIR in majhen delež DIF) (Preglednica 5).

Preglednica 5: Prikaz oblikovanja stratumov glede na kombinacije sevanj

Table 5: Strata depending on the combination of radiation

stratum	vrednost DIF	vrednost DIR
A	+	-
B	+	+
C	-	-
D	-	+

Z indeksom strukture gozda želimo prikazati razlike v strukturi gozda. Večji indeks pomeni bolj pestro strukturo (več dreves, višja in debelejša drevesa,...) gozda (min = 0, max = 2787457). Za potrebe prikaza trajnosti zmesi drevesnih vrst, smo celotno drevesno vegetacijo razdelili v tri stratume (A, B in C). Stratum A predstavljajo osebki/drevesa višine od 20 cm do 10 cm prsnega premera (mladovje). Stratum B predstavljajo drevesa od 10 cm do vključno 30 cm prsnega premera (drevesa srednjega sloja) in stratum C predstavljajo drevesa debelejša od 30 cm (odrasla drevesa).

V nalogi smo prikazali ekološke razmere, ki vladajo na objektih raziskav. Pomagali smo si s popisom vegetacije, na podlagi katere smo oblikovali Landoltove fitoindikacijske vrednosti (Landolt, 2010). S pomočjo ordinacije smo prikazali razmerja med fitoindikacijskimi vrednostmi po Landoltu, merjeno svetlobo in pomlajevanjem. Izraz

ordinacija združuje številne metode, ki skušajo multidimenzionalnost matrik poenostaviti na nekaj novih spremenljivk oziroma osi, ki so v korelaciji z originalnimi spremeljivkami. Uporabili smo korespondenčno analizo z odstranjenim trendom (detrended correspondence analysis) oziroma analizo DCA.

Pri analizah krošenj dominantnih osebkov mladja smo oblikovali tri parametre: LD indeks, ki predstavlja razmerje med višino in dolžino osebka (1 = pokončen osebek, 0 = ležeči osebek), DK indeks, ki je definiran kot razmerje med dolžino krošnje in dolžino celotnega osebka (narašča z izboljšavo socialnega statusa) in RSD indeks, ki je razmerje med srednjo vrednostjo maksimalnega in minimalnega premera krošnje ter dolžino krošnje (nizke vrednosti naj bi kazale na ugodne svetlobne razmere).

Za ugotavljanje osnovnih odvisnosti pojavljanja posameznega tipa razrasti od svetlobe smo zaradi atributivnosti podatkov uporabili kontingenčne tabele. Za določanje prve dimenzijskega razmerja smo uporabili tri tipe razrasti poganjka ali celotnega osebka, za določanje druge pa smo ustvarili štiri skupine ploskev glede na svetlobne razmere, ki so bile definirane s pomočjo kvartilnih vrednosti svetlobe skupno za vse lokacije. Analizo smo opravili posebej za DIR in DIF. Za dodatno ugotavljanje kombiniranih učinkov obeh komponent svetlobe na pojavljanje posameznega tipa razrasti smo iz spremenljivk DIR in DIF ustvarili eno opisno spremenljivko s štirimi stratumi (preglednica 5), ki so bili v tem primeru določeni z različnimi DIR in DIF. Mejne vrednosti za določevanje skupin so bile mediane za posamezno komponento svetlobe (Roženberger, 2007). Značilnost odvisnosti smo preverjali s serijo testov χ^2 .

Analiza kontingenčnih tabel je sicer pokazala, kakšen je vpliv svetlobnih razmer na pojavljanje posameznega tipa razrasti, vendar smo za najbolj problematične tipe razrasti z vidika bodoče kakovosti (rogovilasta in metlasta razrast glavnega poganjka in plagiotropna razrast celotnega osebka) žeeliše bolj natančne informacije. V ta namen smo uporabili logistično regresijo, ki omogoča analizo atributivnih spremenljivk, hkrati pa ne zahteva normalnosti porazdelitev neodvisnih spremenljivk. V vseh primerih je imela odvisna spremenljivka dve vrednosti. Vrednost 1 smo odvisni spremenljivki pripisali v primeru pojavljanja rogovilaste ali metlaste razrasti glavnega poganjka in v primeru plagiotropne razrasti celotne rastline. Uporabili smo dve neodvisni spremenljivki in sicer DIF in DIR, analizo pa smo opravili za vsako neodvisno spremenljivko posebej. Linearno odvisnost

med neodvisno spremenljivko in logaritemskimi vrednostmi odvisne spremenljivke smo potrdili z grafično analizo.

Shannonov indeks biotske pestrosti (formula 5) je najbolj razširjena mera za pestrost vrst. Na osnovi tega indeksa je mogoče interpretirati pestrost območja ali neke skupnosti. Višja je vrednost H' , večja je pestrost. Funkcijska vrednost H' bo enaka nič, kadar bodo v vzorcu organizmi ene same vrste, maksimum pa bo dosegla tedaj, ko bo imela vsaka izmed S vrst enako število osebkov.

$$H' = - \sum_{i=1}^R p_i \ln p_i \quad \dots (5)$$

R = število vrst

p = obilnost posamezne vrste (število osebkov)

Kot osnovne strukturne značilnosti smo uporabili: povprečno število dreves, povprečno temeljnico, povprečno lesno zalogo in aritmetično srednji premer. Stalno vzorčno ploskev predstavlja dva koncentrična kroga. Površina notranjega kroga znaša dva ara in površina zunanjega kroga pet arov. Vsako izmerjeno drevo na površini notranjega kroga predstavlja 50 dreves/ha in vsako izmerjeno drevo na površini zunanjega kroga 20 dreves/ha. Na podlagi navedenega smo ugotovili povprečno število dreves/ha za vsako ploskev. Temeljnica drevesa (m^2) predstavlja ploščino preseka debla v višini prsnega premera. Iz podatkov o prsnih premerih smo izračunali temeljnice za vsako izmerjeno drevo na ploskvi. Iz podatkov o številu dreves in temeljnicih posameznih dreves smo lahko izračunali povprečno temeljnico/ha za vsako ploskev. Lesna zaloga (m^3/ha) predstavlja količino lesa na določeni površini. Metod za ugotavljanje lesne zaloge je več. V praksi je najpogostejša metoda izračuna preko volumskih tarif. Uporabili smo vmesne izvirne francoske tarife. Tarifne razrede smo povzeli iz gozdnogospodarskih načrtov. Vsakemu drevesu na stalni vzorčni ploskvi smo izmerili premer v prsni višini. Ker smo podatke pridobili na stalnih vzorčnih ploskvah, smo pri izračunu aritmetično srednjih premerov upoštevali koncentrične krožne ploskve in različne uteži posameznih dreves. Poleg osnovnih strukturnih znakov smo izračunali tudi indeks plastovitosti (Cover index – CI) (formula 6). Ugotavljeni smo ga po metodi, ki jo je predlagal Ferris s sod. (2000). Oblikovali smo 4 razrede plastovitosti: (S1) sloj pritalne vegetacije 0,1 m – 0,5 m; (S2) grmovni sloj 0,5 m – 4,0 m; (S3) sloj podstojnih dreves 4,0 m – 20,0 m; (S4) drevesni sloj nad 20,0 m.

$$CI = A \cdot S1 + A \cdot S2 + A \cdot S3 + A \cdot S4 \quad \dots (6)$$

A = višina posameznega sloja v metrih

$S1, S2, S3, S4$ = plastovitost v %

Indeks strukture gozda ozziroma HC indeks (Indeks of structural complexity) (formula 7) smo izračunali kot to predlagata Neumann in Starlinger (2001), in sicer:

$$HC = H \cdot BA \cdot n \cdot N \quad \dots (7)$$

H = povprečna drevesna višina treh najvišjih dreves na ploskvi

BA = povprečna temeljnica na ploskvi

n = število dreves/ha

N = število drevesnih vrst v plasti krošenj (višina nad 25 m)

Indeks gostote sestoja (SDI indeks) (formula 8) je za dani sestoj tisto število dreves, ki ustreza enakemu deležu dreves v sestoju, vendar za primer, da bi ta sestoj imel premer srednje temeljničnega drevesa 25 cm.

$$SDI = N_{obs} \cdot \left(\frac{25}{DBH_q} \right)^{-1,605} \quad \dots (8)$$

N_{obs} = dejansko število dreves v sestoju

DBH_q = srednje temeljnični premer

Poleg frekvenčne porazdelitve prsnih premerov, smo prikazali tudi porazdelitve povprečnega števila dreves po 10 cm debelinskih razredih. Pri tem smo se poslužili metode, kot jo predlaga Janowiak in sod. (2008).

Za prikaz odvisnosti pojavljanja posameznih drevesnih vrst od drugih proučevanih dejavnikov smo uporabili linearne mešane modele (Linear mixed models, LMM). Omenjene modele smo uporabili za tiste znake, ki smo jih lahko normalizirali. Podatkov, ki jih nismo uspeli normalizirati, smo pretvorili v binomsko (nbin) ali logistično (logistic) obliko in uporabili posplošene linearne mešane modele (Generalized linear mixed models, GLMM). Raziskovalne ploskve in ploskvice so bile ugnezdzene v osmih raziskovalnih območijih (slika 1), zato smo jih v mešanih modelih upoštevali kot naključni dejavnik (angl. *random factor*). Pred začetkom modeliranja smo preverili normalnost podatkov. V

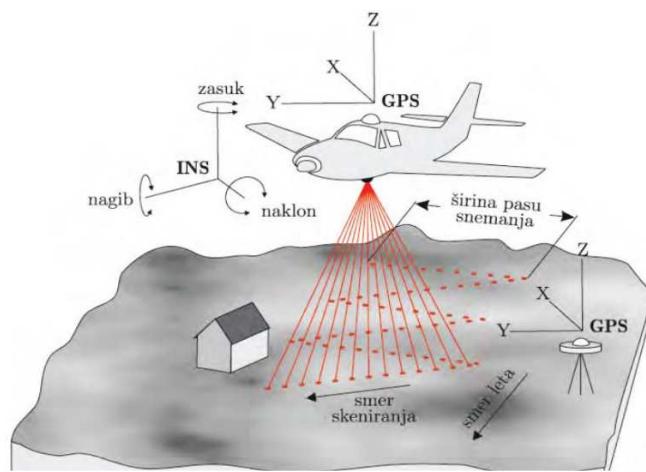
primeru odstopanja smo uporabili ustrezone transformacije, za deleže večinoma transformacijo arcsinus, za gostote korensko ali logaritemsko. Preverili smo tudi multikolinearnost in izločili vse spremenljivke z VIF (angl. *variance inflation factor*) večjim od 5 (Zuur in sod., 2009). Za validacijo modelov smo uporabili različne grafične metode (Zuur in sod., 2009; Robinson in Hamann, 2010). Analize smo izpeljali v programskem okolju R različica 3.0.2 ob uporabi knjižnice "nlme" (Pinheiro in Bates, 2000).

Teksturo gozda oziroma dinamiko vrzeli smo želeli preveriti s pomočjo lidarskih posnetkov. Delovanje sistema Lidar prikazujemo na sliki 6. Ob analizi se je pokazalo, da je kakovost posnetkov slaba in da razmejevanje posameznih vrzeli ne bo možno. So pa Lidarski posnetki dovolj dober pripomoček za ugotavljanje višine sestoja (razvojnih faz). Lastnosti letalskega lidarskega snemanja so prikazane v preglednici 6. Za potrebe analize objektov smo za vsako točko na mreži 25 m x 25 m s posnetkov odčitali/razbrali višino drevesnega sloja. Na ta način smo pridobili podatke o deležih posameznih višinskih razredov (do 0,5 m; 0,5 m - 5,5 m; 5,5 m - 11,0 m; 11,0 m - 16,5 m; 16,5 m - 22,0 m; 22,0 m - 27,5 m; 27,5 m - 33,0 m; 33,0 m - 38,5 m; nad 38,5 m). Za prikaz deležev posameznih razvojnih faz, smo oblikovali štiri razrede (do 11,0 m; 11,0 m - 22,0 m; 22,0 m - 33,0 m; nad 33,0 m). Kot vrzel smo določili vse odprtine v plasti krošenj, kjer višina dreves ni presegla polovico sestojne višine (do 22,0 m in nad 22,0 m).

Preglednica 6: lastnosti letalskega lidarskega snemanja iz leta 2014

Table 6: The characteristics of lidar recording from 2014

Čas snemanja	25.2.2014, 11.3.2014, 15.3.2014, 30.3.2014 in 7.6.2014
Tip skeniranja	Riegl LMS-Q780
Hitrost letenja	do 80 km/h
Širina skeniranja	$\pm 30^\circ$
Višina letenja	1200 m do 1400 m nad tlemi
Razmak med linijami	100 m
Footprint	10 cm
Divergenca žarka	0,25 mrad
Usklajenost snemalnih linij	2 cm



Slika 6: Delovanje LIDAR sistema (Oštir, 2006)

Figure 6: Operations of the lidar system (Oštir, 2006)

Za preizkušanje hipotez o razlikah preučevanih znakov med objekti raziskave in PG ter GG smo uporabljali neparametrični Mann-Whitney U test.

5 REZULTATI

5.1 SVETLOBA IN EKOLOŠKI DEJAVNIKI

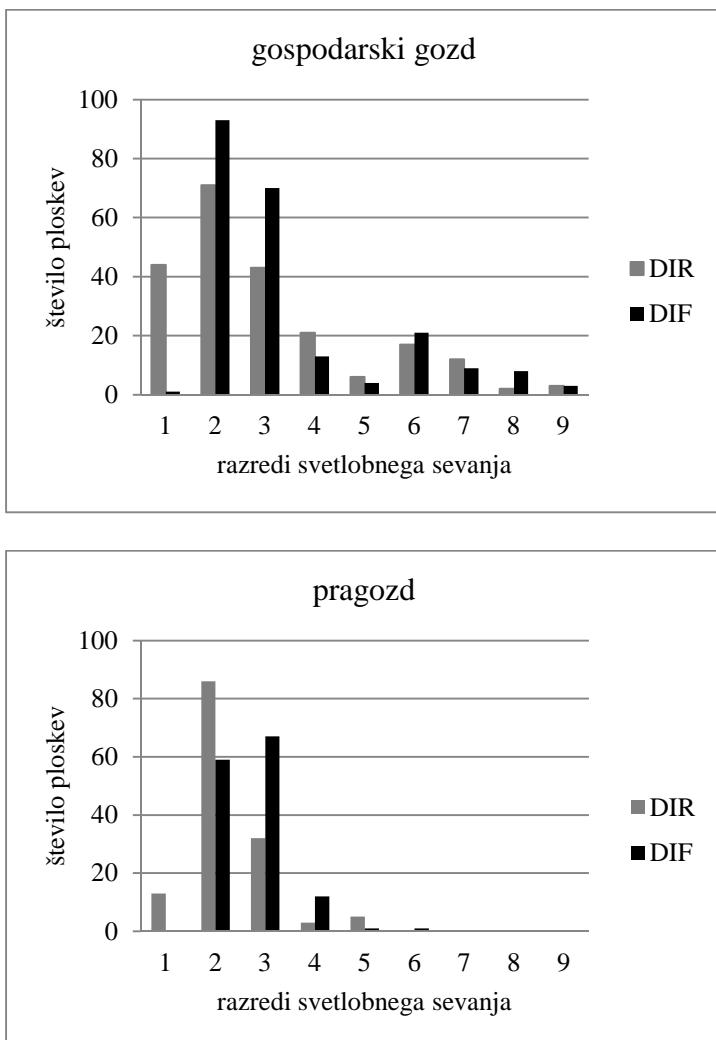
5.1.1 Sestojne svetlobne razmere

Sončno sevanje je med najpomembnejšimi ekološkimi dejavniki v gozdu, saj predstavlja glavni vir energije za življenje rastlin. Med sosednjimi osebki poteka stalen boj za zadostne količine svetlobe. Iz omenjenega razloga je poznavanje svetlobnih razmer ključnega pomena za lažje razumevanje sestojne zgradbe. Svetlobno sevanje je lahko direktno ali razpršeno. Povprečne vrednosti svetlobnega sevanja po objektih raziskave so predstavljene v prilogi A, skupno za GG in PG pa v preglednici 7. Maksimalna vrednost direktnega sevanja v GG znaša 59,8 % in minimalna 0,03 %. V PG znaša maksimalna vrednost direktnega sevanja 10,9 % in minimalna vrednost 0,92 %. Podobno je tudi z razpršenim sevanjem, kjer v GG znašajo vrednosti od 69,2 % do 1,7 % in v PG od 10,5 % do 1,1 %.

Preglednica 7: Povprečne vrednosti direktnega in razpršenega sevanja ločeno za GG (N = 226) in PG (N = 141), ter rezultati Mann-Whitney U testa

Table 7: The average values of direct and diffuse radiation separately for MF (N = 226) and OGF (N = 141) and the results of the Mann - Whitney U test

	FDIR (%)			FDIF (%)		
	GG	PG	p	GG	PG	p
Aritmetična sredina	6,81	3,47	0,0040	7,85	4,38	0,0273
Standardni odklon	8,73	1,51		9,52	1,33	
Mediana	3,85	3,27		4,18	4,20	
Spodnji kvartil	5,65	3,22		6,59	4,16	
Zgornji kvartil	7,96	3,72		9,12	4,60	
Minimum	0,03	0,92		1,65	1,10	
Maksimum	59,83	10,93		69,22	10,50	
Število ploskev	226	141		226	141	



Slika 7: Frekvenčna porazdelitev direktnega in razpršenega sevanja (%) za GG (zgoraj) in PG (spodaj) (1 = 0,00-2,00; 2 = 2,01-4,00; 3 = 4,01-6,00; 4 = 6,01-8,00; 5 = 8,01-10,00; 6 = 10,01-20,00; 7 = 20,01-30,00; 8 = 30,01-40,00; 9 = 40,01-70,00)

Figure 7: Frequency distribution of direct and diffuse radiation (%) MF (above) and OGF (below) (1 = 0,00-2,00; 2 = 2,01-4,00; 3 = 4,01-6,00; 4 = 6,01-8,00; 5 = 8,01-10,00; 6 = 10,01-20,00; 7 = 20,01-30,00; 8 = 30,01-40,00; 9 = 40,01-70,00)

Frekvenčne porazdelitve direktnega in razpršenega sevanja v GG in PG kažejo na asimetrijo v desno, kar pomeni, da je večina sevanja v prvih štirih razredih (do 8,00 %). V PG je v tem okviru večina svetlobnega sevanja, medtem ko so svetlobne razmere v GG bolj pestre. Grafični prikaz frekvenčnih porazdelitev svetlobnega sevanja v GG in PG je prikazan na sliki 7, za posamezne objekte pa v prilogi B.

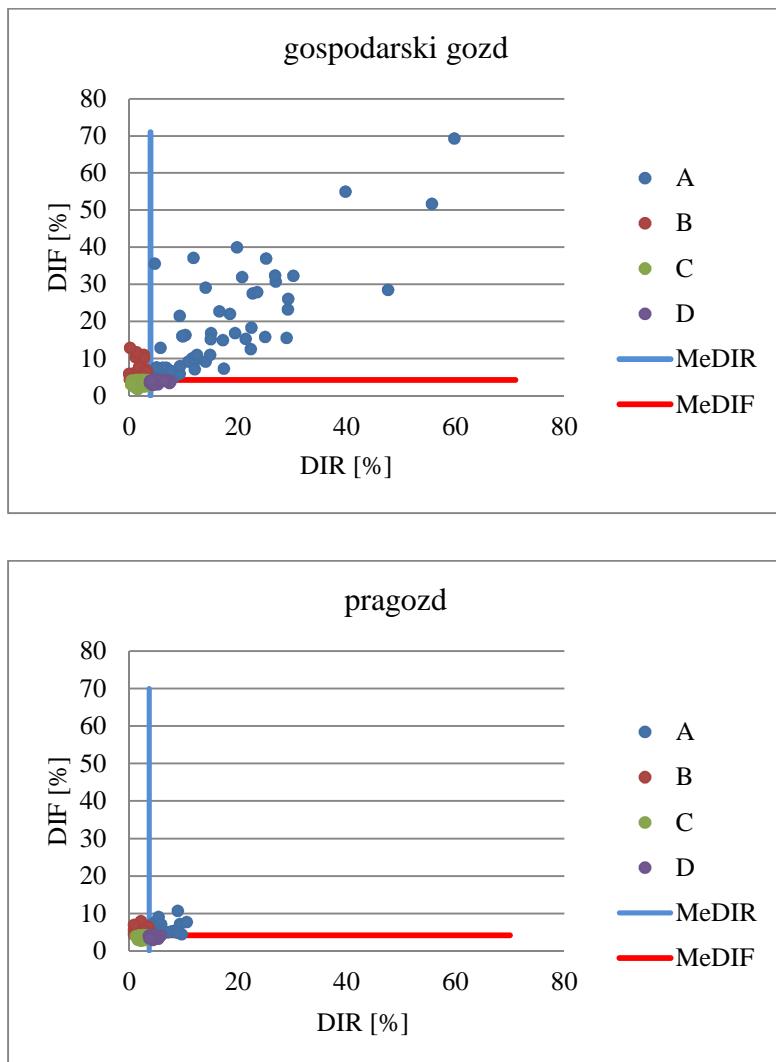
Ker se obe vrsti sevanja pojavljata skupaj je smiselno, da ju tako tudi prikažemo. Oblikovali smo štiri stratume (A, B, C in D), glede na mediani obeh vrst sevanj. Število

ploskev po objektih raziskave in skupno za GG in PG po stratumih sevanja prikazujemo v preglednici 8 in dodatno še grafično na sliki 8 ter v prilogi C.

Preglednica 8: Število ploskev po objektih in skupno, razdeljenih po stratumih svetlobnega sevanja za GG in PG

Table 8: Number of plots for the research areas and the total, divided by strata of light radiation for MF and OGF

OBJEKTI	STRATUMI				OBJEKTI	STRATUMI			
	A	B	C	D		A	B	C	D
M.KO	15	9	16	9	O.KR	14	8	15	8
M.RA	19	7	25	12	O.PE	13	12	13	11
M.RO	15	10	16	10	O.RR	11	6	10	5
M.SO	12	13	17	16	O.ST	3	4	3	4
Skupaj GG	61	39	74	47	Skupaj PG	41	30	41	28



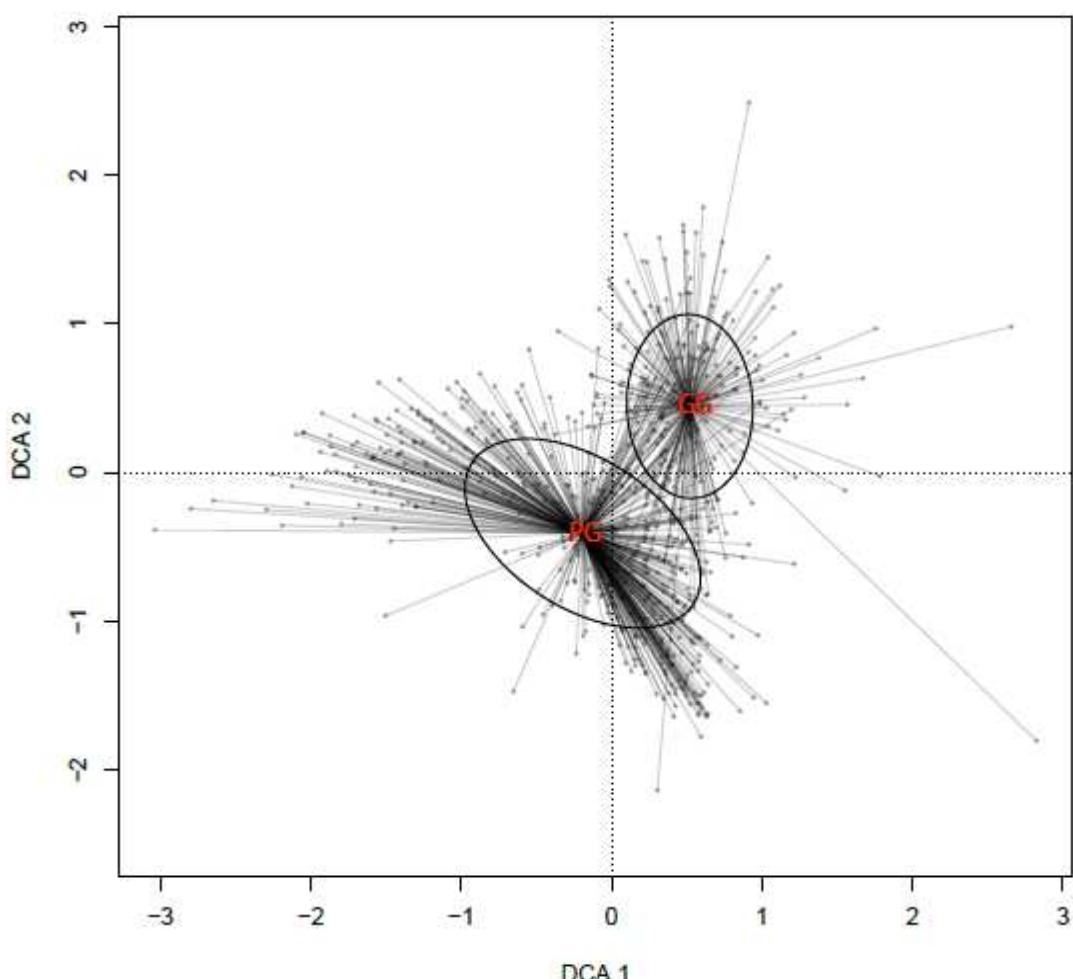
Slika 8: Grafa direktnega in razpršenega sevanja razdeljena na stratume (A, B, C, D) skupno za GG in PG

Figure 8: Charts of direct and diffuse radiation divided into strata (A, B , C, D) for MF and OGF

Kot najpogosteješa kombinacija svetlobnega sevanja se pokažeta stratuma A in C.

5.1.2 Ekološka oznaka proučevanih rastišč z oznakami pritalne vegetacije

Na sliki 9 prikazujemo DCA analizo za posamezne objekte raziskave in združeno za GG in PG. Os DCA 1 prikazuje vlažnostne razmere (od sušnih do bolj vlažnih) in os DCA 2 prikazuje obliko vegetacije (od gozdne do travniške). Na splošno se naši objekti raziskave nahajajo nekje v sredini. Ni izrazito vlažnih niti sušnih razmer in v gozdu najdemo kar nekaj zeliščnih vrst. Kljub temu, pa med nekaterimi objekti raziskave obstajajo določene razlike, na kar kažejo ločeni oblaki točk. Razlike so tudi med GG in PG. V ta namen smo izračunali landoltove fitoindikacijske vrednosti po posameznih objektih raziskave (priloga D) in skupno za GG in PG, kar je prikazano v preglednici 9. Pripravili smo tudi grafični prikaz landoltovih fitoindikacijskih vrednosti nanešenih na oblak točk iz DCA analize, kar je prikazano v prilogi E.



Slika 9: DCA analiza za GG in PG

Figure 9: DCA analysis for MF and OGF

Preglednica 9: Landoltove fitoindikacijske vrednosti za GG (N = 226) in PG (N = 503) ter rezultati Mann-Whitney U testa

Table 9: Landolt's indicator values for MF (N = 226) and OGF (N = 503) and the results of the Mann - Whitney U test

	GG				PG				p
	M	SD	Me	min-max	M	SD	Me	min-max	
Lan_T	3,37	0,40	3,48	2,00-4,50	3,46	0,25	3,50	2,05-4,38	0,000
Lan_K	2,32	0,44	2,11	2,00-4,81	2,17	0,34	2,01	2,00-4,00	0,000
Lan_L	1,61	0,58	1,50	1,00-3,00	1,38	0,47	1,07	1,00-3,00	0,000
Lan_F	3,18	0,24	3,08	2,09-3,92	3,20	0,30	3,02	2,53-4,00	0,009
Lan_R	3,10	0,54	3,00	1,18-5,00	3,23	0,40	3,01	2,00-4,00	0,000
Lan_N	2,98	0,25	3,00	2,00-4,00	3,09	0,26	3,00	2,00-4,00	0,000
Lan_H	3,24	0,45	3,03	2,67-5,00	3,31	0,58	3,03	2,99-5,00	0,817
Lan_D	2,81	0,43	3,00	1,00-3,25	2,76	0,55	3,00	1,00-3,10	0,116

Lan_T, K, L, F, R, N, H, D – landoltove fitoindikacijske vrednosti za temperaturo (T), kontinentalnost (K), svetlobo (L), vlago (F), reakcijo tal (R), dušik (N), humus (H) in prezračenost tal (D)

Glede temperturnih razmer so posamezni objekti raziskave precej izenačeni, kljub temu Mann-Whitney U test pokaže razlike v temperaturi med GG in PG. Nekoliko višje temperature so v PG, medtem ko bolj kontinentalne razmere izkazuje GG. V GG je tudi statistično značilno več svetlobe in manj vlage. Glede dušika v tleh in reakcije tal smo ugotovili, da je v PG več dušika in reakcija tal bolj nevtralna kot v GG.

5.2 LASTNOSTI MLADJA IN ODZIV NA SVETLOBNE RAZMERE

5.2.1 Osnovne značilnosti osebkov mladja

Za lažje razumevanje splošnih razmer, ki vladajo v jelovo-bukovih gozdovih, smo analizirali nekatere pomembnejše parametre, ki smo jih merili na ploskvah v GG in PG. Prikazujemo jih v preglednici 10.

Primerjava deležev zastiranja ploskev je pokazala, da mladje v PG zastira večji delež ploskev kot v GG. Podobno je tudi z deležem zastiranja zelišč, ki v PG v povprečju zastira četrtnino površine ploskve. Statistično značilno različno je tudi zastiranje drevesnih ostankov. Med drevesnimi vrstami v deležu zastiranja močno prevladuje bukev, katere delež zastiranja se med GG in PG statistično razlikuje. Podobno je tudi z jelko, le da je delež zastiranja bistveno manjši. Pri zastiranju javora nismo odkrili razlik. Je pa zastiranje ostalih vrst statistično značilno večje v GG. Najvišje gostote dosega bukovo mladje, sledi mladje gorskega javora. Ostalih drevesnih vrst skorajda nismo našli. V GG nismo našli nobenega osebka jelke in v PG nobenega osebka smreke. Število klic je močno odvisno od

količine semena v preteklem letu in vremenskih razmer v tekočem letu. V času meritev je bilo v PG največ klic jelke, medtem ko je bilo v GG največ klic gorskega javora. Z Mann-Whitney U testom smo preizkušali hipoteze o zastopanosti posameznih drevesnih vrst v mladju. Ugotovili smo, da je v GG statistično značilno večje število bukovih osebkov (klic in starejših) kot v PG. Ravno nasprotno je pri jelki, kjer je v PG statistično značilno večje število osebkov (klic in starejših) kot v GG. V PG je v mladju tudi statistično značilno več osebkov (brez klic) gorskega javora, smreke in ostalih drevesnih vrst kot v GG. V številu klic nismo odkrili statistično značilnih razlik. Dominantni osebki bukve in javora so statistično značilno višji in daljši v PG.

Tudi znaki in izpeljani indeksi za dominantne osebke, se med GG in PG statistično značilno razlikujejo, razen prirastka dominantnih osebkov gorskega javorja, za katerega nismo ugotovili statistično značilnih razlik.

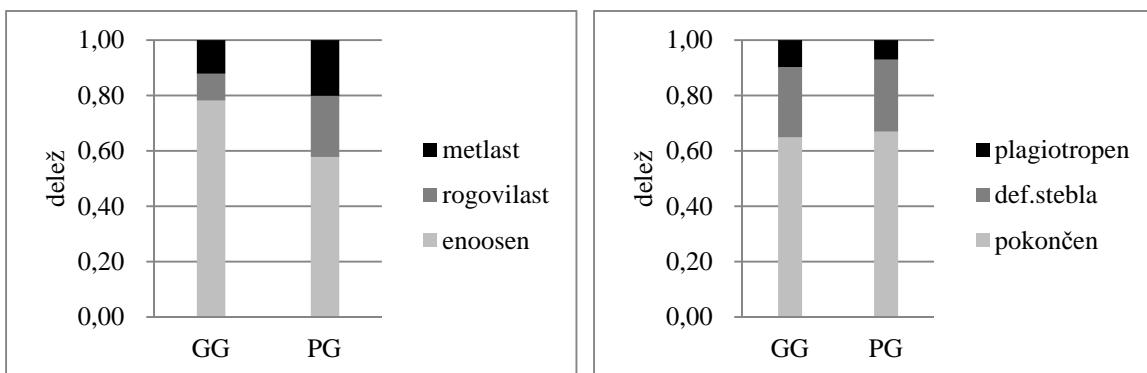
Preglednica 10: Velikost vzorca (N), aritmetična sredina (M), standardni odklon (SD), mediana (Me) in statistična značilnost razlik med PG in GG (p) za izbrane parametre

Table 10: The sample size (N), mean (M), standard deviation (SD), median (Me) and statistical significance of differences between OGF and MF (p) for the selected parameters

	gospodarski gozd				pragozd				Me	p
	N	M	SD	Me	N	M	SD	Me		
Zastiranje (%)										
Mladje	141	19,41	29,91	3,85	226	23,03	24,30	14,60	0,000	
Zelišča	141	12,69	16,25	6,00	226	25,90	28,40	14,10	0,001	
Skale	141	10,48	17,40	2,00	226	7,79	11,38	3,33	0,308	
Drevesni ostanki	141	6,55	11,54	2,00	226	10,16	10,64	7,38	0,000	
Bukev	141	18,45	29,85	3,00	226	21,85	23,56	14,00	0,007	
Jelka	141	0,00	0,00	0,00	226	0,54	6,31	0,00	/	
Javor	141	0,68	1,28	0,10	226	0,54	1,06	0,04	0,202	
Smreka	141	0,07	0,38	0,00	226	0,00	0,00	0,00	/	
Ostalo	141	0,12	0,44	0,00	226	0,00	0,03	0,00	0,002	
Gostote (N/ha)	N	M	SD	Me	N	M	SD	Me	p	
Bukev – klice	141	647,6	2089,8	0,0	226	31,5	374,3	0,0	0,000	
Bukev	141	27099,3	51548,6	6666,7	226	21749,2	32354,9	12500,0	0,043	
Jelka – klice	141	2025,5	4759,7	0,0	226	205,4	792,5	0,0	0,001	
Jelka	141	0,00	0,00	0,00	226	136,7	496,2	0,0	/	
Javor – klice	141	865,3	4287,9	0,0	226	702,6	2939,6	0,0	0,512	
Javor	141	1435,6	5663,1	0,0	226	4386,3	9869,2	0,0	0,000	
Smreka-klice	141	19,67	189,6	0,0	226	22,2	189,2	0,0	0,316	
Smreka	141	19,7	295,6	0,0	226	0,00	0,00	0,00	/	
Ostalo-klice	141	255,7	1629,6	0,0	226	94,6	834,5	0,0	0,311	
Ostalo	141	157,3	1097,3	0,0	226	63,0	527,4	0,0	0,417	
Dominantni osebki bukve	N	M	SD	Me	N	M	SD	Me	p	
Višina (cm)	338	90,38	91,31	59,50	632	115,86	102,14	84,00	0,000	
Dolžina krošnje (cm)	338	30,20	42,58	16,00	632	35,19	43,34	20,00	0,001	
Dolžina osebka (cm)	338	105,12	101,72	75,00	632	144,98	123,02	109,00	0,000	
Prirastek (mm)	338	10,94	11,11	6,87	632	8,03	6,84	6,00	0,005	
LD indeks	338	0,85	0,15	0,88	632	0,80	0,129	0,82	0,000	
DK indeks	338	0,36	0,25	0,29	632	0,29	0,21	0,24	0,000	
RSD indeks	338	0,71	1,81	0,57	632	0,60	0,18	0,58	0,023	
Dominantni osebki javora	N	M	SD	Me	N	M	SD	Me	p	
Višina (cm)	182	13,35	9,15	9,00	47	17,18	9,03	14,50	0,000	
Dolžina krošnje (cm)	182	10,74	7,77	9,20	47	12,14	5,83	11,50	0,008	
Dolžina osebka (cm)	182	13,45	10,69	10,30	47	21,59	9,80	20,50	0,000	
Prirastek (mm)	182	2,13	1,32	2,07	47	1,92	1,35	1,67	0,167	
LD indeks	182	0,86	0,15	0,91	47	0,79	0,16	0,83	0,000	
DK indeks	182	0,89	0,21	0,99	47	0,61	0,25	0,64	0,000	
RSD indeks	182	0,83	0,40	0,77	47	0,71	0,25	0,72	0,033	

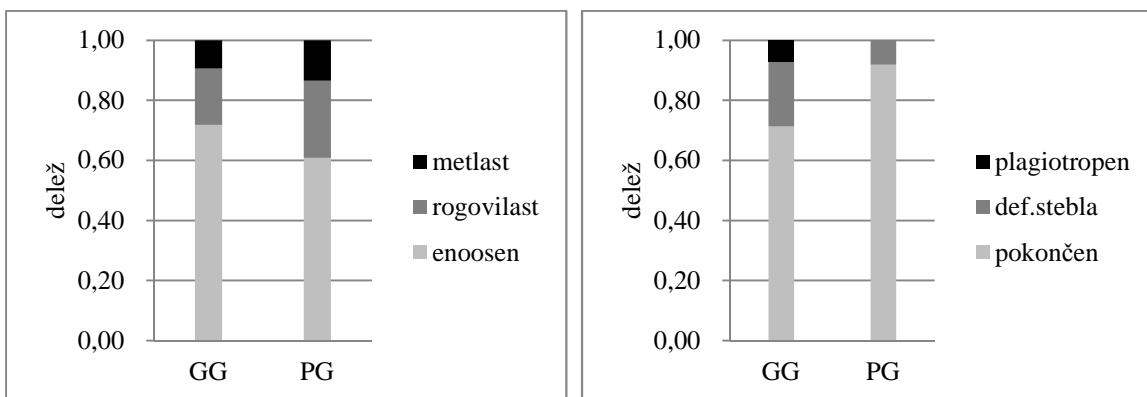
Poleg zastiranja in gostot posameznih drevesnih vrst v mladju je pomembna tudi informacija o razrasti glavnih poganjkov in obliki rasti posameznih osebkov (slike 10 in 11). Za posamezne objekte prikazujemo v prilogi F. Večina dominantnih bukovih osebkov v GG ima enoosno rast, medtem ko so v PG razlike nekoliko večje. Oblike razrasti dominantnih osebkov bukve se med GG in PG bistveno ne razlikujejo. Večje odstopanje opazimo na objektu O.ST. Podobno je tudi z gorskim javorom. V PG opazimo nekoliko manj osebkov z enoosno rastjo, vendar se delež plagiotropnih osebkov v PG močno

zmanjša. Razlog je lahko tudi v tem, da je bilo število izmerjenih osebkov gorskega javora v PG majhno in vezano samo na objekt O.KR.



Slika 10: Deleži metlastih, rogovilastih in enoosnih glavnih poganjkov (levo), ter pokončnih, deformiranih in plagiotropnih osebkov bukve (desno) v skupnem številu osebkov v GG in PG.

Figure 10: Proportion of different branching types for the beech seedling top (left) and the whole beech seedling (right) according to total number of seedling in MF and OGF.



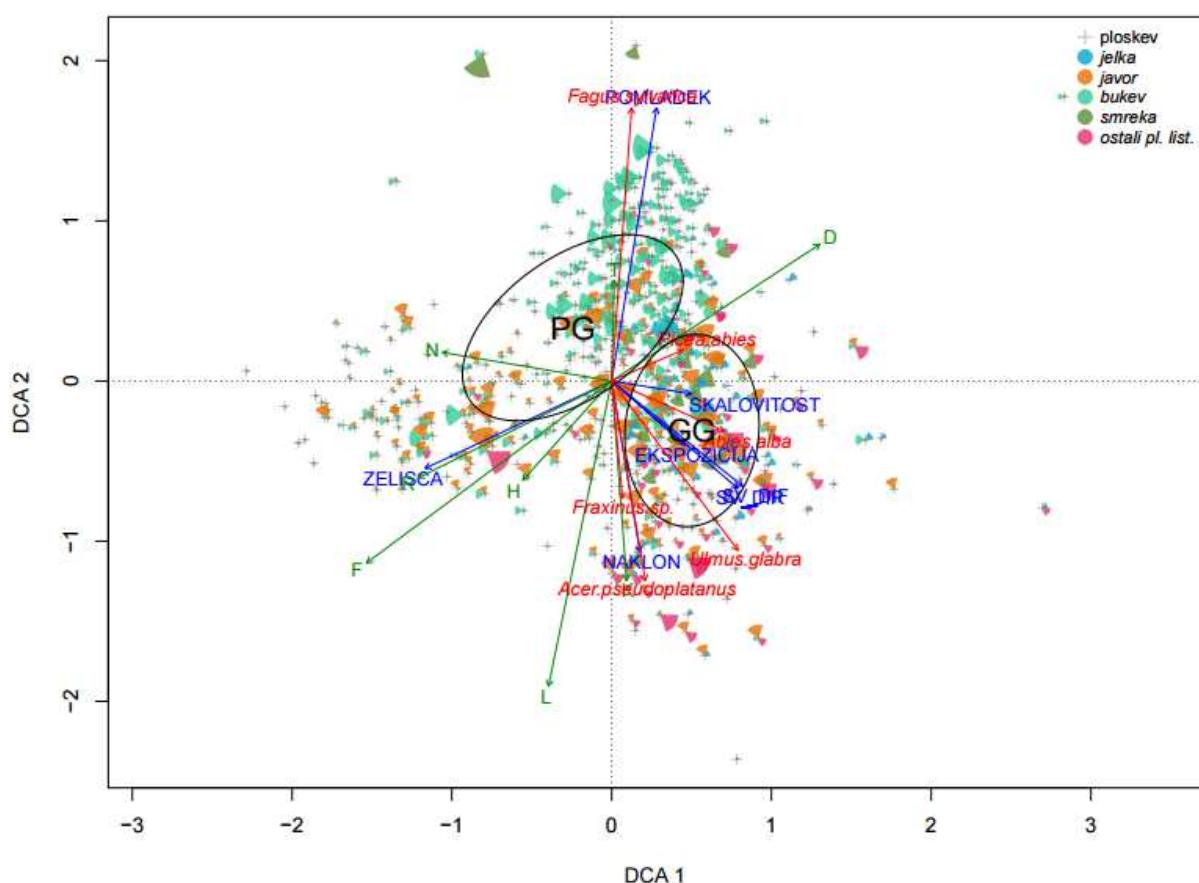
Slika 11: Deleži metlastih, rogovilastih in enoosnih glavnih poganjkov (levo), ter pokončnih, deformiranih in plagiotropnih osebkov gorskega javora (desno) v skupnem številu osebkov v GG in PG.

Figure 11: Proportion of different branching types for the sycamore seedling top (left) and the whole sycamore seedling (right) according to total number of seedling in MF and OGF

5.2.2 Pomlajevanje in ekološki dejavniki

Ordinacija ploskev in razmerja med fitoindikacijskimi vrednostmi po Landoltu (2010), merjenimi ekološkimi dejavniki in pomlajevanjem so prikazana na sliki 12. Sivi križci predstavljajo lokacije popisov (ploskvice 1,5 m x 1,5 m) na 1. in 2. osi DCA. S pomočjo obarvanih delov krogov je prikazana razdelitev ploskev glede na pomlajevanje glavnih drevesnih vrst (jelka, gorski javor, bukev, smreka in ostali plemeniti listavci). Gre za kvadratni koren števila mladja posameznih drevesnih vrst. Kjer ni mladja, so le križci. Puščice predstavljajo značilno naraščanje dejavnika v smeri puščice, rdeče za pomladek, modre za merjene ekološke dejavnike in zelene za Landoltove fitoindikacijske vrednosti.

Opazimo lahko razliko med GG in PG. V GG je več svetlobe in zato tudi več svetloljubnih drevesnih vrst (predvsem plemeniti listavci in tudi smreka), medtem ko v PG prevladuje bukev. Očitno je tudi, da se zahteve bukve razlikujejo od drugih drevesnih vrst. Bučev je v primerjavi z drugimi drevesnimi vrstami precej sencoždržna. Jelke je bilo zelo malo, tako da trdnih zaključkov glede ekoloških zahtev ne moremo podati. Pojavljanje zelišč je večje v bolj vlažnih, prehranjenih in bolj svetlih okoljih. Pojavljanje mladja ustrezata zahtevam bukve, kar je smiselno, saj je največ bukovega mladja.



Slika 12: Ordinacija ploskev (T-temperatuta, K-kontinentalnost, L-svetloba, F-vлага, R-reakcija tal, N-hranila, H-humus, D-prezračenost tal)

Figure 12: Ordination plots (T-temperature, K-continentality, L-light, F-moisture, R-reaction, N-nutrients, H-humus, D-aeration)

5.2.3 Izbrani znaki za posamezne tipe razrasti celotnih osebkov in njihovih glavnih poganjkov

Da bi ugotovili, ali je sploh mogoče govoriti o statistično značilnih svetlobnih razmerah in nekaterih drugih merjenih znakih za posamezen tip razrasti bukovih in javorovih osebkov, smo posebej za GG in PG izvedli Kruskall-Wallis test razlik med skupinami ploskev z različnimi tipi razrasti za relativno direktno in razpršeno svetlobo, povprečni dolžinski

prirastek, indeks ukrivljenosti, sploščenosti krošnje in oblike krošnje. Izračuni (prilogi G in H) pokažejo, da v GG prejmejo največ direktnе in razpršene svetlobe plagiotropni osebki bukve, medtem ko v PG pokončni osebki bukve. Največje povprečne letne prirastke in LD indeks imajo pokončni osebki bukve v GG in PG. Razlike v LD indeksu med različnimi tipi razrasti osebkov so statistično značilno različne tako v GG kot tudi v PG. Razlike v DK indeksu so statistično značilne v PG, kjer imajo najvišji DK indeks pokončni osebki. V GG razlik ni. RSD indeks se statistično značilno razlikuje med različnimi razrastmi bukovih osebkov tako v GG kot tudi v PG.

V GG prejmejo največ direktnе svetlobe pokončni javorjevi osebki, v PG pa plagiotropni. Največ razpršene svetlobe prejmejo plagiotropni osebki tako v GG kot tudi v PG. Največje povprečne letne prirastke imajo pokončni osebki v GG, v PG pa osebki z deformirano rastjo. V primerjavi z bukvijo, so prirastki nižji. Indeksi za različno razraščene osebke niso statistično značilno različni, zato ne moremo podati nobenih zaključkov. Drugače je le pri LD indeksu, ki je pri osebkih v GG statistično značilno različen med različno razraščenimi osebki. Najvišji je pri pokončnih osebkih (Priloga G).

Podobno analizo kot za tipe razraščenosti celotnih osebkov smo opravili tudi za tri tipe razrasti glavnih poganjkov bukovega in javorovega mladja. Tudi v tem primeru smo preverili razlike s Kruskall-Wallis testom med skupinami ploskev z različnimi tipi razrasti glavnih poganjkov za relativno direktno in razpršeno svetobo, povprečni dolžinski prirastek, indeks ukrivljenosti, sploščenosti krošnje in oblike krošnje (Priloga H).

Za bukev ugotovimo, da so vsi preučevani znaki statistično značilno različni med različnimi tipi razrasti glavnih poganjkov, razen indeks oblike krošnje (RSD indeks). V GG prejmejo največ direktnе in razpršene svetlobe bukovi osebki z metlasto razrastjo glavnega poganjka, V PG pa enoosni osebki. Največje povprečne prirastke imajo enoosni osebki v GG in PG. Enako velja tudi za LD indeks. Za DK in RSD indeks ni enotnega pravila.

Za javorjeve osebke v PG nismo ugotovili razlik za znake po različnih oblikah razrasti celotnih osebkov. Drugače je v GG, kjer so razlike statistično značilne, razen za indeks RSD. Največ direktnе in razpršene svetlobe prejmejo osebki gorskega favora z metlasto

razrastjo glavnega poganjka, medtem ko imajo največje prirastke enoosni osebki. Enak je tudi z LD indeksom. DK indeks je najnižji pri osebkih z metlasto razrastjo (Priloga H).

5.2.4 Vpliv svetlobe na razrast celotnega dominantnega osebka in glavnega poganjka

S serijo analiz kontingenčnih tabel (Priloga I) smo ugotavljali, ali obstajajo statistično značilne razlike v pojavljanju posameznih tipov razrasti celotnega bukovega in javorjevega osebka, pri čemer smo preverjali razlike za 4 razrede svetlobnih razmer, posebej za FDIR in FDIF. Razrede smo oblikovali glede na kvartilne vrednosti svetlobe po objektih raziskave in skupno za GG in PG. Razlik med različnimi kvartili sevanja za različne tipe razrasti bukovih osebkov na posameznih objektih GG nismo ugotovili. Razlike smo ugotovili le za razpršeno sevanje na objektu M.KO. Drugače je pri bukovih osebkih v PG. Razlik med kvartili sevanja po posameznih objektih raziskave v PG nismo ugotovili, smo pa potrdili razlike med FDIR in FDIF skupno za PG. Pri javorjevih osebkih nismo ugotovili razlik med stratumi obeh vrst sevanja tako v PG kot tudi v GG.

Pri proučevanju vpliva svetlobe na tipe razrasti celotnih osebkov bukve in gorskega javora, nas je zanimal predvsem vpliv svetlobe na pojavljanje plagiotropne razrasti, ki je z vidika kakovosti najmanj ugodna. Statistično značilen vpliv na plagiotropno razrast bukve smo ugotovili pri direktnem svetlobnem sevanju. Na razrast gorskega javora pa statistično značilnega vpliva svetlobnega sevanja nismo zaznali (Preglednica 11).

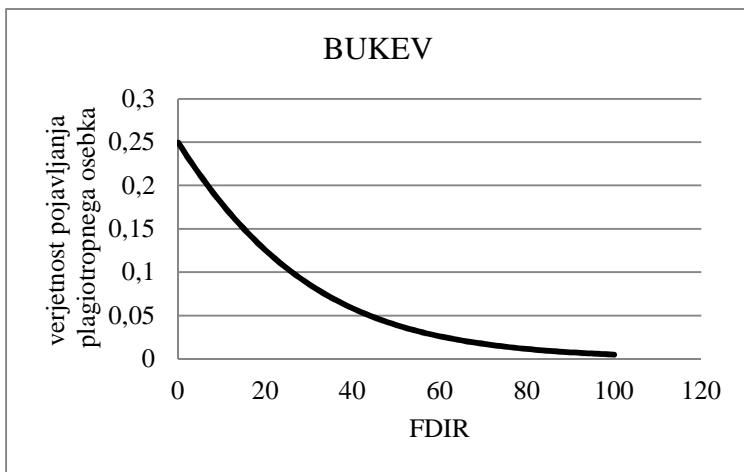
Preglednica 11: Rezultat logistične regresije za analizo vpliva FDIR in FDIF na pojavljanje plagiotropnih osebkov bukovega (N=971) in javorovega (N=257) mladovja.

Table 11: Results of logistic regression models used to analyze the change in beech (N=971) and sycamore (n=257) branching patterns according to FDIF and FDIR. Whole seedling branching pattern includes orthotropic or plagiotropic growth.

	a	St.napaka	B	St.napaka	Razmerje obetov	95 % int.zaupanja	p
BUKEV							
FDIR	-1,101	0,123	-0,042	0,020	0,959	0,922-0,998	0,039
FDIF	-1,165	0,133	-0,022	0,018	0,978	0,944-1,013	0,215
G.JAVOR							
FDIR	-2,327	0,273	0,039	0,033	1,040	0,974-1,109	0,242
FDIF	-2,251	0,282	0,019	0,030	1,019	0,960-1,082	0,528

Za vrsto bukev smo za relativno direktno svetlobno sevanje ugotovili, da se verjetnost pojavljanja plagiotropnega osebka statistično značilno zmanjšuje s povečevanjem

relativnega direktnega sevanja (slika 13). Za razpršeno svetlobo pri bukvi in za obe vrsti sevanja pri gorskem javoru nismo ugotovili statistično značilnega vpliva.



Slika 13: Verjetnost pojavljanja plagiotropnega tipa razrasti celotnih bukovih osebkov (pokončen osebek – 0, plagiotropen osebek – 1) glede na relativno direktno svetlobo kot rezultat logistične regresije

Figure 13: The probability of plagiotropic whole beech seedlings branching (orthotropic seedling – 0; plagiotropic seedling – 1) according to FDIR (%) and FDIF (%) as a result of logistic regression

Analizo kontingenčnih tabel smo opravili še za ugotavljanje odvisnosti med svetlobnimi razmerami, ki so bile definirane s štirimi kvartili za posamezno komponento svetlobe in pojavljanjem različnih tipov razrasti glavnega poganjka bukovih in javorjevih dominantnih osebkov (Priloga J). Tako kot pri razrasti celotnih osebkov, tudi v primeru razrasti glavnih poganjkov dominantnih osebkov bukve na posameznih objektih raziskave in skupno v GG nismo ugotovili razlik med kvartili sevanja, razen za objekt M.SO. Drugače je bilo v PG, kjer po objektih razlik nismo odkrili, razen na objektu O.PE. Ugotovili pa smo razlike po kvartilih direktnega in razpršenega sevanja skupno za PG. Enako velja za dominantne osebke gorskega javora, le da v tem primeru za GG. V PG pa razlik nismo ugotovili.

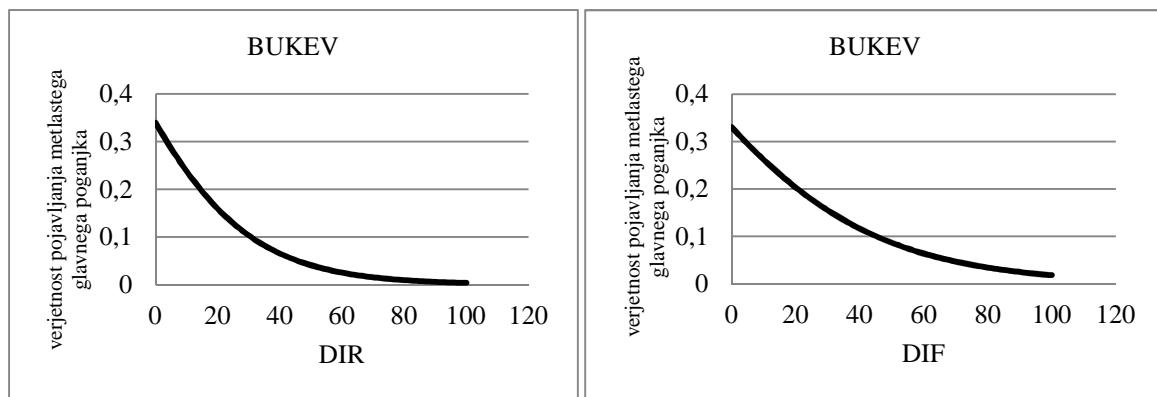
Preučevali smo tudi vpliv svetlobe na pojavljanje metlaste razrasti glavnih poganjkov dominantnih osebkov bukve in gorskega javora. Rezultati so prikazani v preglednici 12.

Preglednica 12: Rezultat logistične regresije za analizo vpliva FDIR in FDIF na pojavljanje metlastih glavnih poganjkov dominantnih bukovih (N=971) in javorovih (N=257) osebkov.

Table 12: Results of logistic regression models used to analyze the change in beech (N=971) and sycamore (n=257) branching patterns according to FDIF and FDIR. Seedling top branching patterns include arthotropic or broom shaped growth.

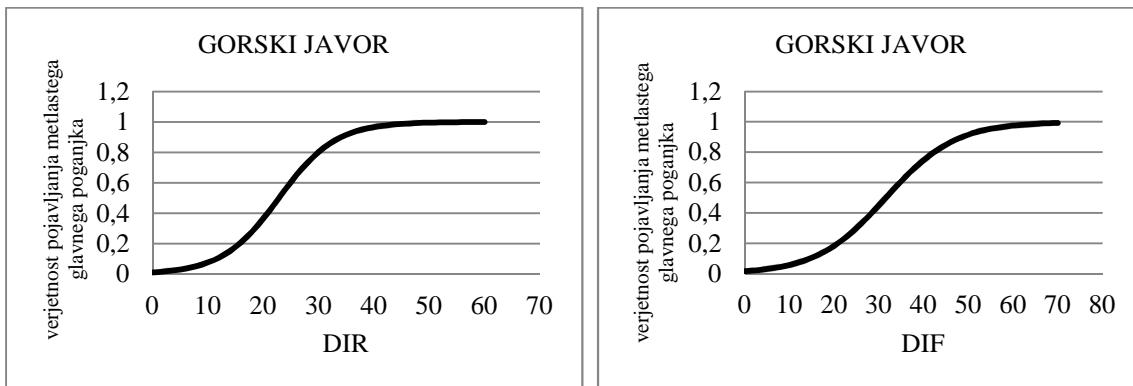
	A	St.napaka	B	St.napaka	Razmerje obetov	95 % int.zaupanja	p
BUKEV							
FDIR	-0,666	0,116	-0,050	0,018	0,951	0,919-0,985	0,005
FDIF	-0,709	0,118	-0,033	0,017	0,968	0,936-1,000	0,049
G.JAVOR							
FDIR	-4,454	0,537	0,195	0,039	1,215	1,126-1,311	0,000
FDIF	-4,067	0,465	0,129	0,029	1,138	1,075-1,204	0,000

Pri bukvi opazimo, da je za obe vrsti svetlobe koeficient b negativen, razmerje obetov pa manjše kot 1, kar pomeni, da se verjetnost pojavljanja metlastih glavnih poganjkov zmanjšuje s povečanjem relativne svetlobe (preglednica 12). Pri javoru je drugače, saj je za obe vrsti svetlobe razmerje obetov za pojavljanje metlastega glavnega poganjka večje od 1, kar pomeni, da se verjetnost pojavljanja tega tipa razrasti glavnega poganjka povečuje s povečevanjem vrednosti svetlobe. Glede na koeficient b lahko ugotovimo, da je vpliv FDIR nekoliko močnejši kot vpliv FDIF. Ugotovitve tudi grafično prikazujemo na slikah 14 in 15.



Slika 14: Verjetnost pojavljanja metlastega glavnega poganjka pri bukvi (0-enoosen osebek; 1-metlast osebek) glede na relativno direktno (FDIR %) in razpršeno svetubo (FDIF %) kot rezultat logistične regresije

Figure 14: The probability of broom shaped beech (orthotropic top – 0; plagiotropic top – 1) branching according to FDIR (%) and FDIF (%) as a result of logistic regression

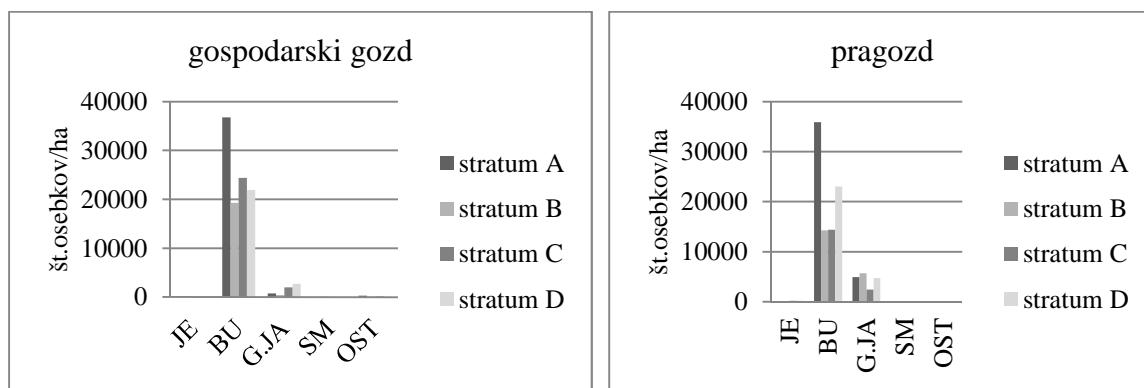


Slika 15: Verjetnost pojavljanja metlastega glavnega poganjka pri gorskem javoru (0=enoosen osebek; 1=metlast osebek) glede na relativno direktno (FDIR %) in razpršeno svetlobo (FDIF %) kot rezultat logistične regresije

Figure 15: The probability of broom shaped sycamore (orthotropic top – 0; plagiotropic top – 1) branching according to FDIR (%) and FDIF (%) as a result of logistic regression

5.2.5 Število osebkov drevesnih vrst v mladju po stratumih sevanja

Očitno je, da po številu močno prevladujejo bukovi osebki (slika 16). V GG najdemo največ bukovega mladja v stratumu A, sledijo stratumi C, D in B. Pri gorskem javoru je drugače, saj je največ mladja v stratumu D, sledijo stratumi C, A in B. Smreke in ostalih drevesnih vrst je malo, zato na sliki 16 niso vidni. V GG jelke nismo našli. Tudi v PG je največ osebkov bukve v stratumu A, sledi stratum D in nato stratuma B in C, ki sta po številu močno izenačena. Svetlobne razmere v katerih se pojavljajo javorjevi osebki, so precej izenačene. Kot najbolj neugodne se kažejo svetlobne razmere, ki jih opisuje stratum C.



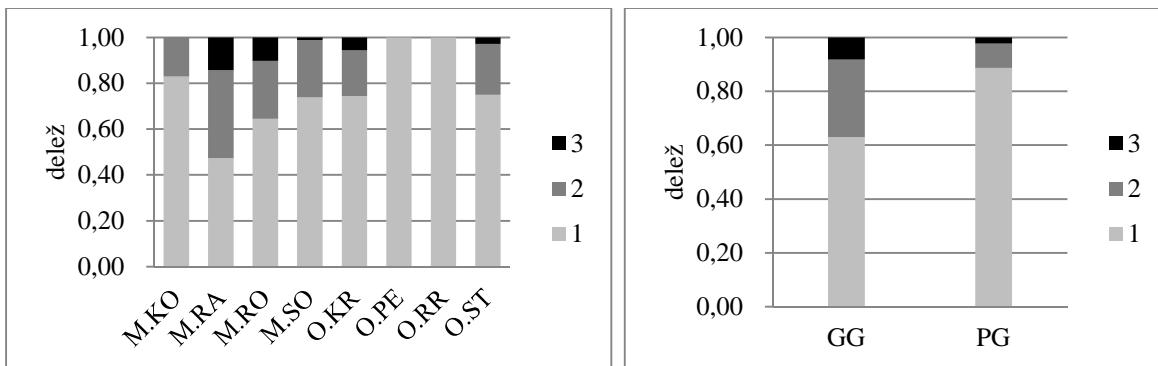
Slika 16: Graf števila osebkov mladja posameznih drevesnih vrst po stratumih svetlobnega sevanja v GG in PG

Figure 16: Graph of the number of individuals seedlings of each species by strata of light radiation in the MF and OGF

5.2.6 Objedenost/poškodovanost dominantnih bukovih in javorjevih osebkov

Pripravili smo tudi analizo poškodovanosti dominantnih bukovih in javorjevih osebkov, ki je rezultat objedanja velikih rastlinojedov. Ugotovimo, da so glede objedanja bolj ugodne

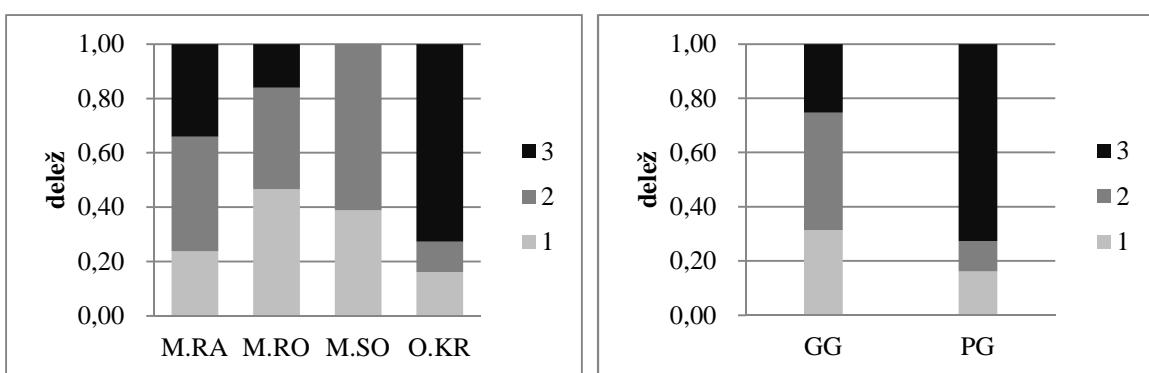
razmere v PG, medtem ko je v GG na objektu M.RA več kot polovico osebkov kakorkoli poškodovanih. Na splošno lahko zaključimo, da je v GG poškodovanih skoraj 40 % vseh bukovih dominantnih osebkov, medtem ko v PG ta delež pade na 10 % (slika 17).



Slika 17: Grafa deležev različno poškodovanih osebkov (1-nepoškodovan, 2-brez vršnega brsta, 3-brez vršnih in stranskih brstov) bukovih dominantnih osebkov na objektih raziskave (levo) in v GG in PG (desno)

Figure 17: Percentage difference damaged specimens (1 - intact , 2- without peak bud , 3 without peak and lateral buds) beech dominant individuals on research areas (left) and the MF and OGF (right)

Drugače je z dominantnimi osebki gorskega javora, ki smo jih našli na treh objektih v GG in v O.KR. Na ostalih lokacijah dominantnih javorjevih osebkov nismo našli, kar tudi delno kaže na njegovo priljubljenost med velikimi rastlinojedi. Kot lahko razberemo iz slike 16, je v GG približno tretjina javorjevih osebkov nepoškodovanih in tretjina močno poškodovanih, vsi ostali so brez vršnega brsta. V PG je slika še slabša, saj je močno poškodovanih nekaj manj kot 80 % vseh dominantnih javorjevih osebkov (slika 18).



Slika 18: Grafa deležev različno poškodovanih (1-nepoškodovan, 2-brez vršnega brsta, 3-brez vršnih in stranskih brstov) javorovih dominantnih osebkov na objektih raziskave (levo) in v GG in PG (desno)

Figure 18: Percentage difference damaged specimens (1 - intact, 2- without peak bud, 3 without peak and lateral buds) sycamore dominant individuals on research areas (left) and the MF and OGF (right)

5.2.7 Shannonov indeks biotske pestrosti drevesnih vrst v pomladku

Shannonov indeks biotske pestrosti je najbolj razširjena mera za pestrost vrst. Na osnovi tega indeksa je mogoče interpretirati pestrost območja ali neke skupnosti. Kot je razvidno iz preglednice 13 je večja pestrost drevesnih vrst v GG.

Preglednica 13: Shannonov indeks biotske pestrosti (H') po objektih in tipih gozda (GG in PG)

Table 13: Shannon biodiversity index (H') for the research areas and types of forest (MF and OGF)

OBJEKTI	H'	GOZD	H'	p
M.KO (N=49)	0,4080	GG (N=226)	0,4555	0,000
M.RA (N=66)	0,6876			
M.RO (N=52)	0,4036			
M.SO (N=59)	0,2931			
O.KR (N=46)	0,2586	PG (N=141)	0,1710	
O.PE (N=49)	0,1119			
O.RR (N=32)	0,1135			
O.ST (N=14)	0,7617			

5.2.8 Pomlajevanje izven sestojnih vrzeli

Ena od hipotez, ki smo se jo odločili preverjati, je tudi prisotnost pomlajevanja izven sestojnih vrzeli. V ta namen smo pripravili izračun deleža ploskvic brez mladja in ga prikazujemo v preglednici 14. Ugotovimo lahko, da je delež ploskvic brez mladja enak v GG in PG.

Preglednica 14: Delež ploskvic brez mladja

Table 14: The percentage of plots without regeneration

OBJEKTI	N_brez	%	GOZD	N_brez	%
M.KO (N=49)	14	28,6	GG (N=226)	38	16,8
M.RA (N=66)	2	3,0			
M.RO (N=52)	3	5,8			
M.SO (N=59)	19	32,2			
O.KR (N=124)	30	24,2	PG (N=503)	81	16,1
O.PE (N=164)	15	9,1			
O.RR (N=164)	19	11,6			
O.ST (N=51)	17	33,3			

5.3 STRUKTURA GOZDA

5.3.1 Osnovne strukturne značilnosti

V preglednici 15 in na sliki 19 prikazujemo primerjavo povprečnih osnovnih strukturnih znakov (gostote, temeljnica, prsni premeri). Opazimo lahko, da je skupna gostota za 24 %

višja v GG kot v PG. Večina drevesnih vrst ima višje gostote v GG, razen gorskega javora, pri katerem so gostote približno enake. Najvišjo razliko v gostotah opazimo pri smreki (1,7 na ha v PG in 17,2 na ha v GG), sledi ji jelka (60,6 na ha v PG in 90,4 na ha v GG). Koeficiente variacije (KV) za bukev in gorski javor sta višja v GG, medtem ko za jelko in smreko v PG.

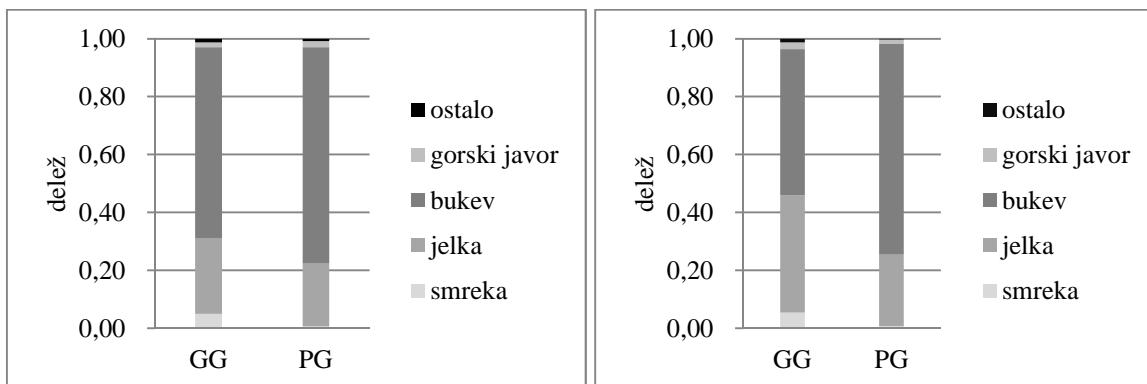
Temeljnica sestojev v GG doseže le približno dve tretjini temeljnice sestojev v PG. Temeljnica bukve in gorskega javora je nižja v GG, medtem ko je temeljnica obeh vrst iglavcev višja v GG. KV za skupno temeljnico je večji v GG. Enako velja za temeljnico bukve, medtem ko je KV temeljnice obeh vrst iglavcev nižji v GG. Temeljnica bukve je močno višja v PG, medtem ko je temeljnica vseh ostalih drevesnih vrst večja v GG.

Aritmetično srednji premeri dreves so za skoraj 10 cm večji v PG, in sicer predvsem na račun bukve in jelke. Opazimo lahko, da so aritmetično srednji premeri bukve in jelke v PG večji od tistih v GG, medtem ko imajo vse ostale drevesne vrste v GG višje aritmetično srednje prsne premere kot v PG. KV za prsne premere vseh dreves in bukve je večji v GG, medtem ko je za ostale drevesne vrste v GG nižji.

Preglednica 15: Primerjava izbranih strukturnih lastnosti za PG in GG

Table 15: Comparison of selected structural characteristics of OGF and MF

	PG (n1=4; n2=141)		GG (n1=4; n2=226)		P	Model
	Povprečje	KV	Povprečje	KV		
gostote (n/ha)	278,6	0,40	345,0	0,56	0,0098	GLMM (nbin)
BUKEV (n/ha)	208,2	0,50	227,3	0,77	0,4600	GLMM (nbin)
JELKA (n/ha)	60,6	1,07	90,4	1,01	0,2700	GLMM (nbin)
SMREKA (n/ha)	1,7	3,91	17,2	2,90	0,2998	GLMM (logistic)
G. JAVOR (n/ha)	6,0	2,69	5,8	2,98	0,4960	GLMM (logistic)
OST. DV (n/ha)	2,1	6,42	4,2	4,87	0,5130	GLMM (logistic)
temeljnica (m ² /ha)	45,7	0,33	29,1	0,416	< 0,001	LMM
BUKEV (m ² /ha)	33,3	0,50	14,7	0,610	0,0131	LMM
JELKA (m ² /ha)	11,3	1,38	11,8	0,833	0,8503	LMM
SMREKA (m ² /ha)	0,3	4,28	1,6	2,604	0,4603	LMM
G. JAVOR (m ² /ha)	0,7	2,65	0,7	2,618	/	/
OST. DV (m ² /ha)	0,0	5,27	0,0	5,203	/	/
prsni premeri (cm)	47,8	0,18	36,5	0,26	0,0013	LMM
BUKEV (cm)	46,3	0,27	32,8	0,39	0,0023	LMM
JELKA (cm)	46,3	0,46	44,9	0,30	0,8838	LMM
SMREKA (cm)	31,0	0,64	41,2	0,44	0,2849	LMM
G. JAVOR (cm)	30,9	0,52	42,2	0,37	0,2405	LMM
OST. DV (cm)	24,2	0,71	47,9	0,51	0,3782	LMM



Slika 19: Zmes drevesnih vrst glede na povprečno število dreves (levo) in povprečno temeljnico (m^2/ha) (desno)

Figure 19: A mixture of tree species according to the average number of trees (left) and the average basal area (m^2/ha) (right)

Iz preglednice 16 lahko ugotovimo, da je v PG več dreves s BDH > 50 cm. V GG delež teh dreves predstavlja 13 %, medtem ko v PG kar 28 %. Ta delež upade pri drevesih z DBH > 70 cm, kjer delež teh znaša v PG 9 % in v GG 2 %. Bukev je v splošnem bolj zastopana v PG kot v GG. Z naraščanjem povprečnega premera, se delež bukve v PG povečuje. Drugače je pri ostalih drevesnih vrstah (jelka, smreka, gorski javor in ostale drevesne vrste), kjer se delež povečuje v GG. V prilogi K prikazujemo povprečne osnovne strukturne značilnosti po objektih raziskave in grafični prikaz. V prilogi L prikazujemo rezultate Mann-Whitney U testa za preizkušanje domnev o statistično značilnih razlikah med primerljivimi objekti raziskave za izbrane strukturne znake in za lažjo predstavo v prilogah M in N prikazujemo še okvire z ročaji (boxplot grafe) za izbrane znake po posameznih objektih raziskave in skupno za GG in PG. Povprečno število dreves, temeljnice in okvire z ročaji za drevesa s DBH > 50 cm in DBH > 70 cm po posameznih objektih raziskave prikazujemo v prilogah O, P in R.

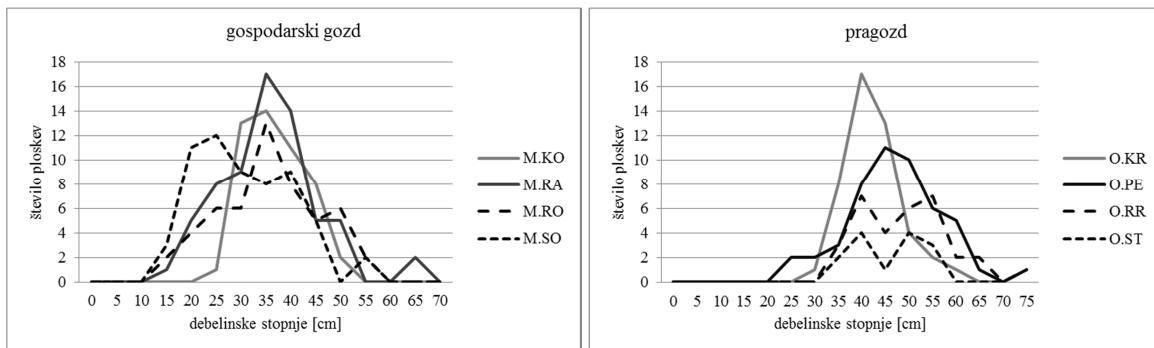
Preglednica 16: Povprečno število dreves/ha s prsnim premerom večjim od 50 cm in 70 cm po drevesnih vrstah za PG in GG

Table 16: The average number of trees/ha with diameter at brest hight of 50 cm and 70 cm by tree species and for OGF and MF

DBH	PG (n1=4; n2=141)		GG (n1=4; n2=226)		<i>P</i>	model
	Povprečje	KV	Povprečje	KV		
Št.dreves/ha > 50 cm	77,5	0,57	44,1	0,73	0,0045	GLMM (nbins)
BUKEV (n/ha)	61,7	0,77	18,2	1,20	< 0,001	GLMM (logistic)
JELKA (n/ha)	14,4	1,60	21,8	1,09	0,0863	GLMM (logistic)
SMREKA (n/ha)	0,5	4,84	2,3	3,53	0,5708	GLMM (logistic)
G. JAVOR (n/ha)	0,9	4,15	1,2	3,90	0,8481	GLMM (logistic)
OST. DV (n/ha)	0,0	/	0,5	7,88	/	/
Št.dreves/ha > 70 cm	25,4	0,94	6,46	1,86	< 0,001	GLMM (logistic)
BUKEV (n/ha)	14,5	1,17	0,80	4,92	< 0,001	GLMM (logistic)
JELKA (n/ha)	10,6	1,94	4,34	2,31	0,1670	GLMM (logistic)
SMREKA (n/ha)	0,28	6,91	0,35	9,17	0,4350	GLMM (logistic)
G. JAVOR (n/ha)	0,04	11,87	0,80	5,95	0,4920	GLMM (logistic)
OST. DV (n/ha)	0,00	/	0,18	10,60	/	/

5.3.2 Frekvenčne porazdelitve dreves po debelinskih stopnjah

Eden od osnovnih strukturnih kazalnikov je tudi frekvenčna porazdelitev dreves po debelinskih stopnjah. Na sliki 20 podajamo grafično predstavitev prej omenjene porazdelitve ločeno za GG in PG. V GG opazimo, da so povprečni premeri zastopani po debelinskih stopnjah od 10 cm do 70 cm, kar pomeni, da je v GG zelo pestra debelinska struktura. V PG so povprečni prsnii premeri zastopani po debelinskih stopnjah od 30 cm do 75 cm, kar pomeni, da v primerjavi z GG prevladujejo debelejša drevesa. Tudi aritmetični sredini povprečnih prsnih premerov se med GG in PG razlikujeta za dva debelinska razreda.



Slika 20: Frekvenčna porazdelitev povprečnih prsnih premerov po objektih raziskave v GG in PG

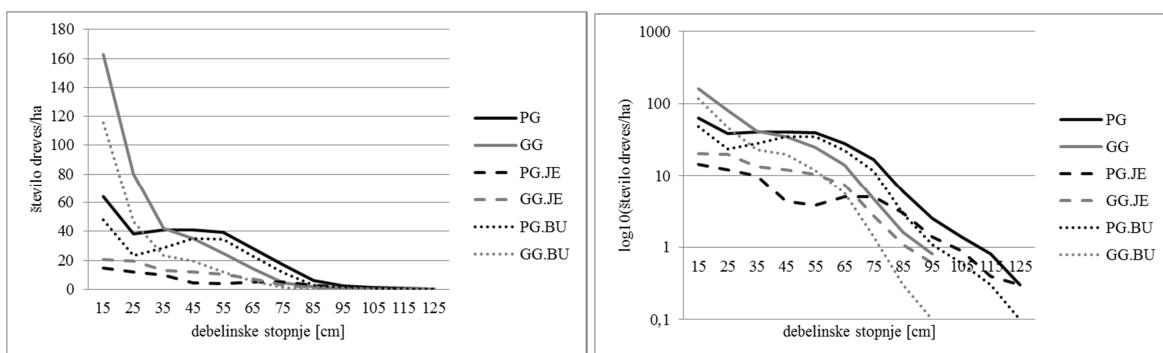
Figure 20: Frequency distribution of average diameter at brest hight of the research areas in MF and OGF

Število dreves/ha posameznih drevesnih vrst po debelinskih stopnjah na objektih raziskave prikazujemo v prilogi S. Opazimo lahko, da se pojavljata dva tipa krivulj, in sicer IQ

(increasing Q oz. naraščajoči Q) porazdelitev in NE (negative exponential oz. negativna eksponentna) porazdelitev. Iz priloge Š in preglednice 17 lahko ugotovimo, da se premeri bukve in jelke porazdeljujejo v IQ in NE porazdelitvi. Pri bukvi v GG prevladuje NE, pri jelki pa IQ. V PG pa se slika obrne. Pri bukvi prevladuje IQ, pri jelki pa NE.

V primeru združitve števila dreves/ha po objektih raziskave ugotovimo, da se skupno število dreves/ha v GG porazdeljuje na vseh objektih v NE porazdelitvi, razen na objektu M.KO, kjer se drevesa porazdeljujejo v IQ porazdelitvi. Drugače je na posameznih raziskovalnih objektih v PG. Tu se drevesa porazdeljujejo v IQ porazdelitvi (slika 21).

Zgoraj navedene ugotovitve, nam je potrdil še skupni graf za GG in PG, kjer se povprečno število dreves/ha v GG porazdeljuje v NE porazdelitvi, v PG pa v IQ porazdelitvi. Omenjeno je razvidno iz slike 21.



Slika 21: Povprečno število in logaritem povprečnega števila dreves/ha po 10 cm debelinskih stopnjah v GG in PG

Figure 21: The average number and the logarithm of the average number of trees/ha at 10 cm diameter class in MF and OGF

Preglednica 17: Skupno število posameznih oblik krivulj v GG in PG po posameznih drevesnih vrstah

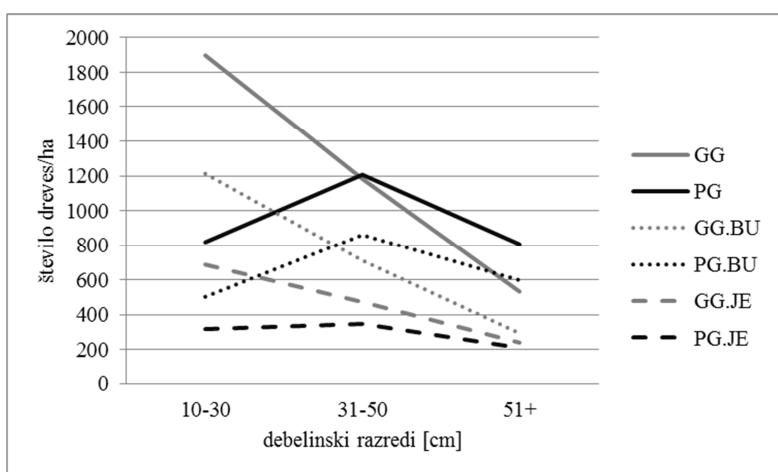
Table 17: Total number of individual forms of curves in MF and OGF according to individual tree species

Gospodarski gozd				Pragozd				
Bukev		Jelka		Bukev		Jelka		
IQ	NE	IQ	NE	IQ	NE	IQ	NE	RS
1	3	4	0	4	0	1	2	1

Povprečno število dreves/ha po razširjenih debelinskih razredih za jelko in bukev prikazujemo v prilogi T. Opazimo lahko, da se število bukovih dreves z debelino zmanjšuje tako v GG kot tudi v PG. Podobno je tudi z jelko, vendar se število v PG ne

zmanjšuje tako hitro kot pri bukvi. V primeru M.RA in O.RR pa se število jelovih dreves do premera 50 cm celo zvišuje.

V primeru seštevka posameznih drevesnih vrst opazimo, da je razlika med raziskovalnimi objekti v GG in PG očitna. Na vseh objektih v GG se število dreves z debelino zmanjšuje, medtem ko na objektih v PG v večini narašča do debeline 50 cm in potem upade, razen na objektu O.PE, kjer število dreves upada podobno kot na objektih v GG. V primeru združitve objektov opazimo, da se na splošno število dreves po debelinskih stopnjah v GG stalno zmanjšuje, medtem ko v PG do debeline 50 cm povečuje in nato upade, vendar ne tako hitro kot v GG (slika 22).



Slika 22: Povprečno število dreves/ha po razširjenih debelinskih stopnjah skupno za GG in PG

Figure 22: The average number of trees/ha for extended diameter classes for MF and OGF

5.3.3 Povprečne višine dreves

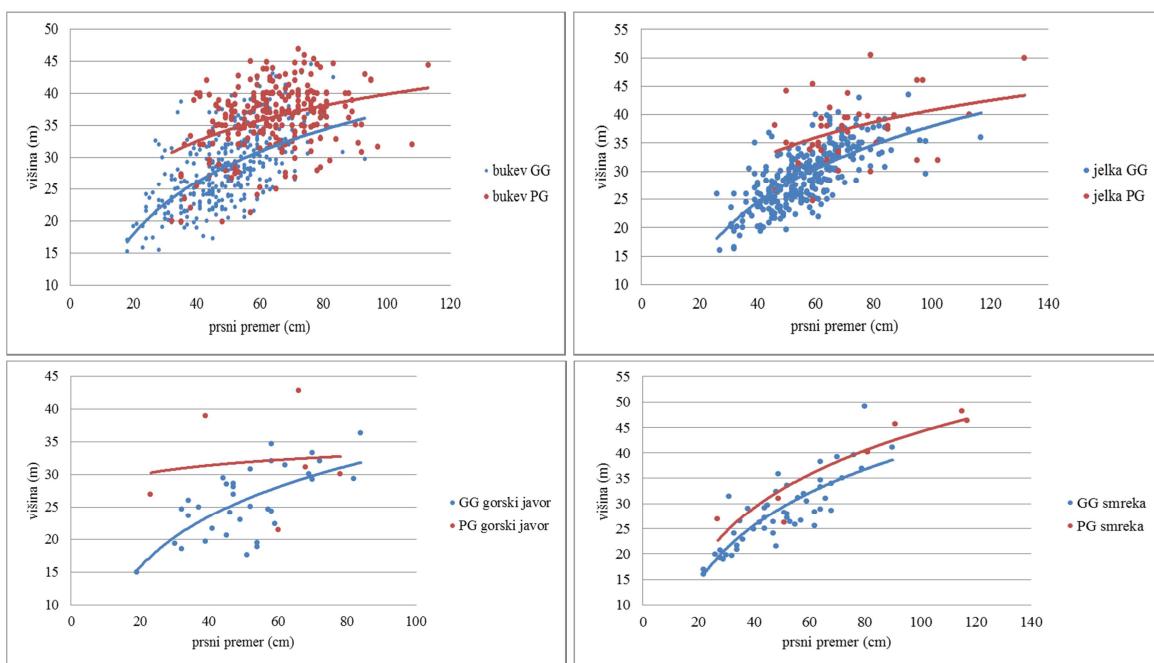
Naslednji osnovni strukturni kazalec je povprečna višina. Ker smo za objekta O.KR in O.RR povzeli podatke iz baze Zavoda za gozdove Slovenije, nam podatki o višinah na teh ploskvah manjkajo. Povprečne višine dreves po posameznih objektih raziskave prikazujemo v prilogi U. V navedeni prilogi so tudi okviri z ročaji (boxplot grafi) povprečnih višin po objektih, iz katerih so lepo vidne razlike med objekti. V GG znaša povprečna višina dreves po posameznih objektih od 26,7 m do 29,0 m. V PG so drevesa višja in znaša višina po objektih od 35,3 m do 37,2 m. Med drevesnimi vrstami so najvišji iglavci. V GG je to jelka, v PG pa smreka. V preglednici 18 so predstavljene vrednosti povprečnih višin dreves posameznih drevesnih vrst. Povprečna vrednost višine v GG znaša 28,04 m in v PG 36,25 m. V GG so najvišje jelke, medtem ko v PG smreke. Ugotovimo

tudi, da so drevesa v PG statistično značilna višja kot drevesa v GG. To velja tudi za posamezne drevesne vrste, razen za skupino ostale DV.

Preglednica 18: Povprečne višine dreves posameznih drevesnih vrst skupno za GG (N=226) in PG (N=63) in rezultati Mann-Whitney U testa

Table 18: The average height of trees of each tree species for MF (N=226) and OGF (N=63) and the results of the Mann - Whitney U test

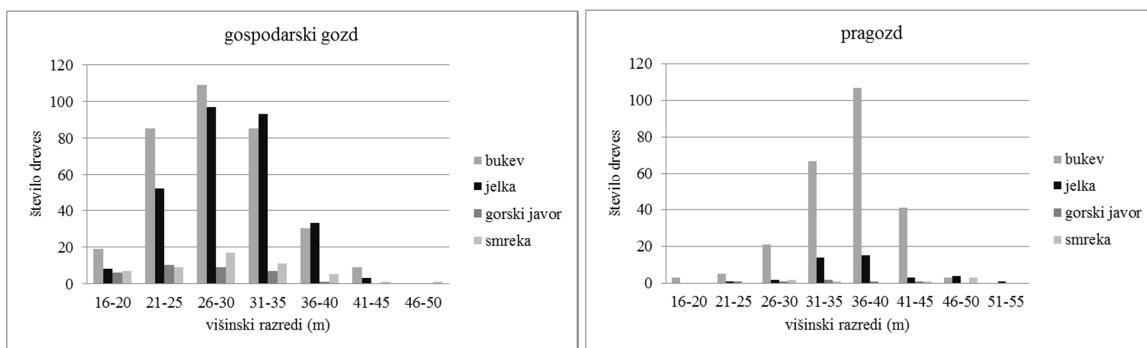
	Višine GG [m]	Višine PG [m]	P
Bukev	28,22	36,14	0,000
Jelka	29,27	37,44	0,000
Smreka	28,28	37,80	0,015
Gorski javor	25,76	31,95	0,030
Skupaj	27,88	35,83	0,000
min-max	15,0-49,1	19,9-50,5	
SD	5,5	5,4	



Slika 23: Razvoj višinskih krivulj za bukev, jelko, gorski javor in smreko v GG in PG

Figure 23: Development of height curves for beech, fir, sycamore and spruce in the MF and OGF

Na sliki 23 je predstavljen razvoj višinskih krivulj po drevesnih vrstah za GG in PG. Ugotovimo, da so vse drevesne vrste v PG višje kot v GG. Jelka in smreka dosegata višje višine kot listavci. Frekvenčna porazdelitev višin dreves (slika 24) za gospodarski gozd kaže normalno porazdelitev, medtem ko je za PG asimetrična v levo.



Slika 24: Frekvenčne porazdelitve višin dreves (m) v GG (levo) in PG (desno)

Figure 24: Frequency distribution of tree height (m) in MF (left) and OGF (right)

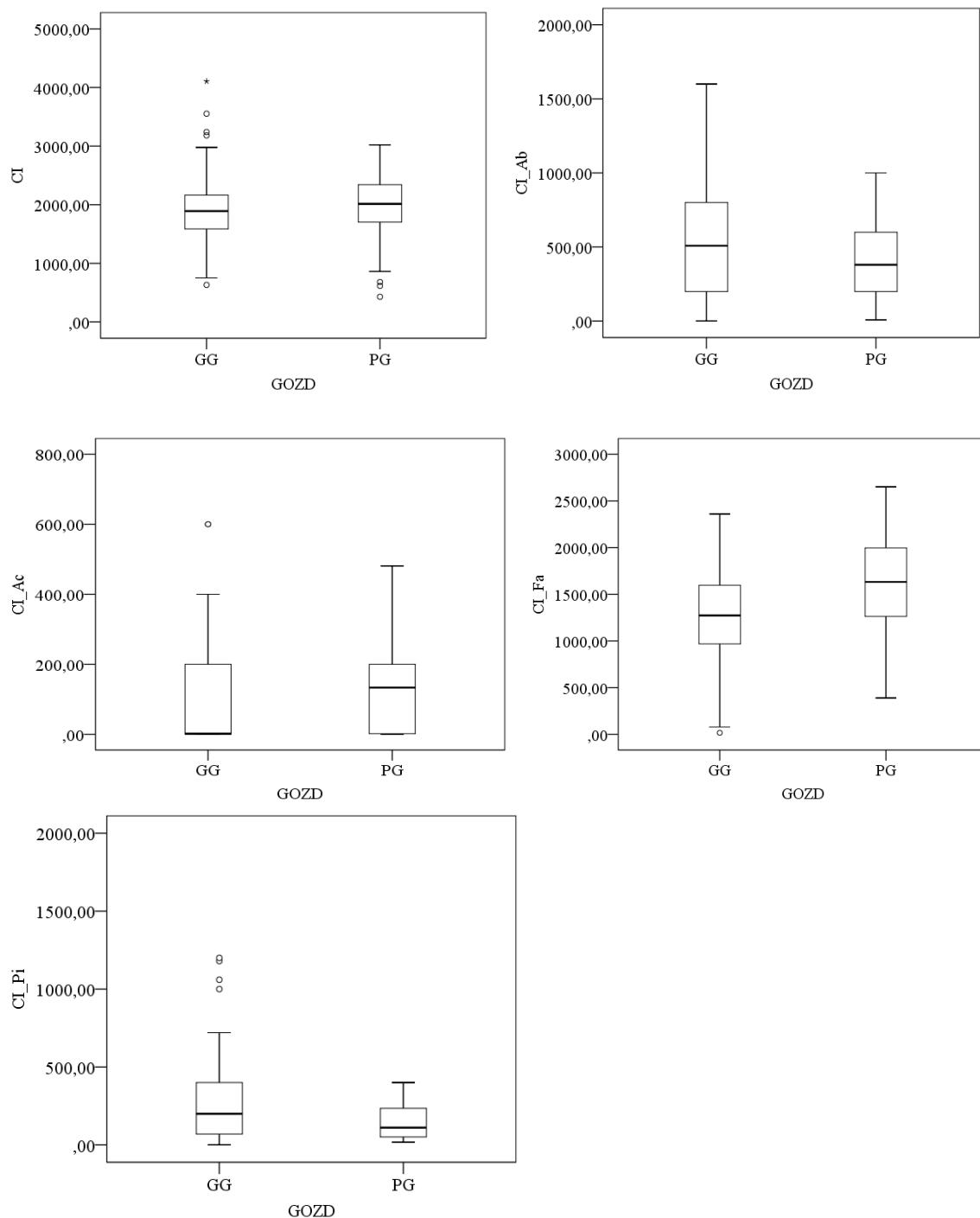
5.3.4 Plastovitost drevesnega sloja, indeks gostote sestoja in indeks strukture gozda

Povprečne vrednosti indeksa plastovitosti po posameznih objektih raziskave so prikazane v prilogi V, združene za GG in PG pa v preglednici 19. Najvišje vrednosti indeksa v GG so v M.KO. Vrednost je celo višja od vrednosti v O.PE in O.ST. Primerjava med GG in PG pokaže, da so vrednosti indeksa v PG višje. To potrdi tudi statistična primerjava. Pokaže se, da ta trditev drži tudi za jelko in bukev. Grafično je plastovitost prikazana na sliki 25.

Preglednica 19: Indeks plastovitosti posameznih drevesnih vrst skupno za GG (N=226) in PG (N=63)

Table 19: Cover index of individual tree species for MF (N=226) and OGF (N=63)

	Indeks GG	Indeks PG	P
Bukev	1257,14	1603,22	0,000
Jelka	523,99	407,46	0,006
Smreka	315,10	154,80	0,384
Gorski javor	95,58	158,42	0,183
Ostale DV	127,87	106,00	0,200
Skupaj	1893,75	1982,70	0,050
minimum	632,0	429,5	
maksimum	4106,50	3021,50	
SD	26,43	27,59	



Slika 25: Okvirji z ročaji (boxplot grafi) za indeks plastovitosti bukve (CI_Fa), jelke (CI_Ab), smreke (CI_Pi), gorskega javora (CI_Ac) ter skupni indeks plastovitosti (CI) za GG in PG

Figure 25: Boxplot charts for cover index of beech (CI_Fa), fir (CI_Ab), spruce (CI_Pi), sycamore (CI_Ac) and overall (CI) for MF and OGF

Indeks gostote sestoj (SDI indeks) za GG in PG ter rezultati Mann-Whitney U testa so prikazani v preglednici 20 in grafično na sliki 26. SDI po posameznih objektih raziskave z rezultati Mann-Whitney U testa in okviri z ročaji pa v prilogi Z. Rezultati pokažejo

statistično značilne razlike v gostotah sestojev med GG in PG ter tudi po objektih raziskave.

Preglednica 20: SDI za GG (N=226) in PG (N=141) in rezultat Mann-Whitney U testa

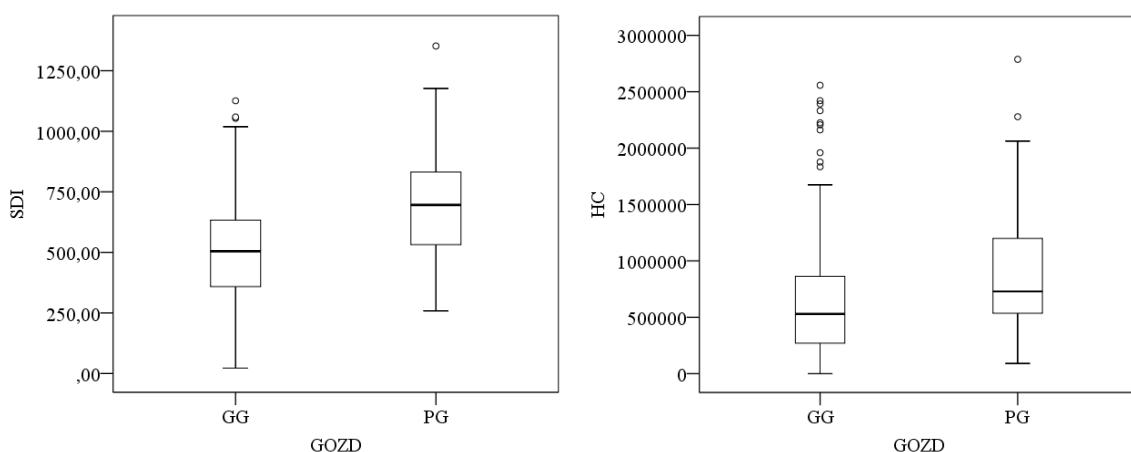
Table 20: SDI for MF (N=226) and OGF (N=141) and the result of the Mann- Whitney U test

	SDI	min-max	SD	P
GG	504,01	22,08-1125,82	212,9	0,000
PG	689,51	258,25-1352,08	210,7	

Preglednica 21: HC za GG (N=226) in PG (N=63) in rezultat Mann-Whitney U testa

Table 21: HC for MF (N=226) and OGF (N=63) and the result of the Mann- Whitney U test

	HC	min-max	SD	P
GG	626536	0-2557390	497223	0,000
PG	918547	0-2787457	602195	



Slika 26: Okvirji z ročaji (boxplot grafi) za SDI in HC za GG in PG

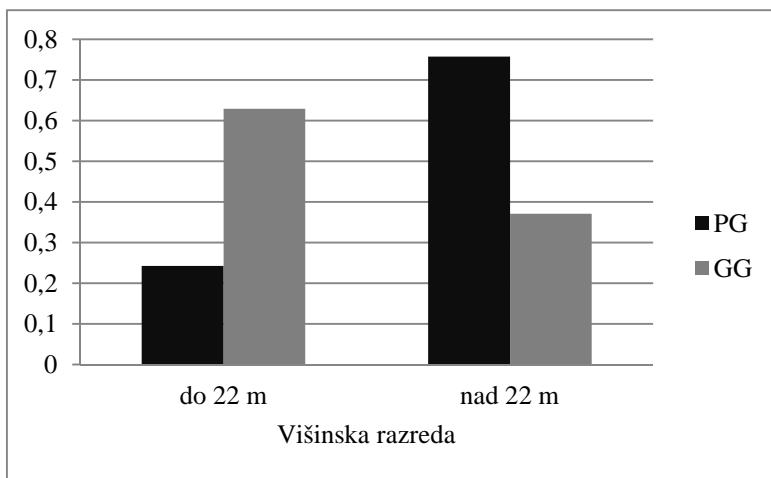
Figure 26: Boxplot charts for SDI and HC for OGF and MF

V preglednici 21 in na sliki 26 prikazujemo vrednosti indeksa strukture gozda (HC indeks) in rezultate Mann-Whitney U testa za GG in PG. Po posameznih objektih raziskave prikazujemo rezultate v prilogi Ž. Opazimo lahko, da je v PG povprečni HC indeks večji od tistega v GG. Navedeno velja tudi za posamezne objekte raziskave.

5.4 HORIZONTALNA ZGRADBA SESTOJEV

Z analizo lidarskih posnetkov smo prikazali horizontalno zgradbo sestojev. Severnoameriški pristop temelji na analizi vrzeli. Ker zaradi preslabe kakovosti posnetkov izločanje vrzeli (sensu Runkle, 1981) ni bilo mogoče, smo kot vrzel določili vse odprtine v plasti krošenj, kjer višina vegetacije ne preseže polovice sestojne višine. Izkaže se, da so

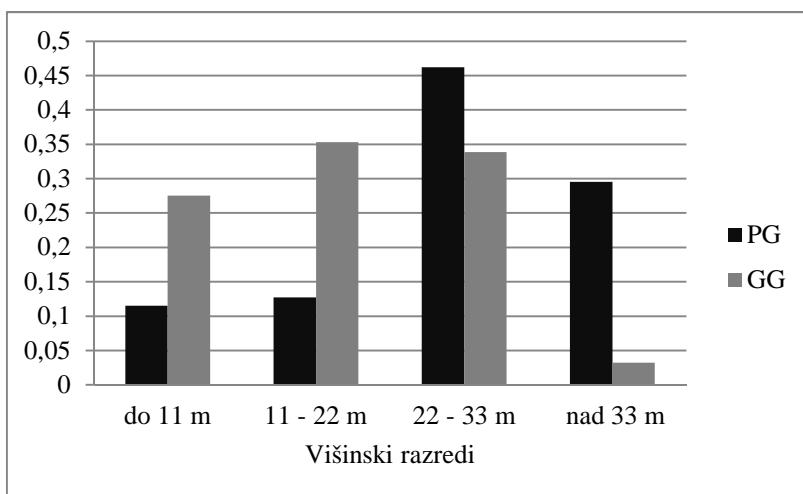
razlike med GG in PG precejšnje (slika 27). Opazimo, da je mlajših razvojnih faz v GG bistveno več kot v PG.



Slika 27: Deleži višinskih razredov drevesnega sloja do 22 m (vrzel) in nad 22 m (zastor) za PG in GG.

Figure 27: The proportion hight classes tree layer up to 22 m (gap) and over 22 m (non gap) for OGF and MF

Srednjeevropski pristop analize horizontalne zgradbe temelji na analizi/določanju razvojnih faz. Razvojne faze (sploh mlajše) se razlikujejo tudi po višini dreves. Drevesno plast smo razdelili na štiri višinske razrede, ki ustrezajo razvojnim fazam (mladovje, letvenjak, drogovnjak in debeljak). Grafično rezultate prikazujemo na sliki 28. Tudi v tem primeru lahko ugotovimo očitne razlike med GG in PG. Deleže višinskih razredov po posameznih objektih raziskave prikazujemo v prilogi AB. Opazimo, da je mlajših (nižjih) razvojnih faz v GG bistveno več kot v PG.



Slika 28: Deleži višinskih razredov drevesnega sloja za GG in PG

Figure 28: The proportion of hight classes tree layer in MF and OGF

5.5 SESTOJNE STRUKTURE IN ZMESI

5.5.1 Osnovne značilnosti mladovij (stratum A), dreves srednjih premerov (stratum B) in odraslih dreves (stratum C)

V preglednici 22 prikazujemo povprečno število dreves po oblikovanih skupinah dreves in v preglednici 23 povprečne temeljnice dreves srednjih premerov in odraslih dreves. Navedeno prikazujemo tudi grafično na slikah 29 in 30. Opazimo lahko, da v mladovju močno prevladuje bukev. Podobno tudi v sloju dreves srednjih premerov ($30 \geq DBH > 10$), vendar delež jelke naraste, sploh v PG, kjer je njen delež tretjinski. V sloju dreves srednjih premerov je bukve več v GG kot v PG. Med odraslimi drevesi je slika ravno obratna, saj je bukve v GG manj kot v PG, jelke in smreke pa je v GG več. Gorskega javora je v GG in PG približno enako, medtem ko je ostalih drevesnih vrst več v GG. Tem ugotovitvam sledi tudi temeljnica, razen za jelko, ki jo je po številu v GG več med odraslimi drevesi, temeljnica pa je nižja kot v PG. Izračune za posamezne primerljive objekte raziskave in rezultate Mann-Whitney U testa prikazujemo v prilogi AA.

Preglednica 22: Povprečno število dreves/ha v mladovju (A), dreves srednjih premerov (B) in odraslih dreves (C) v GG (N=226) in PG (N=141)

Table 22: The average number of trees/ha in young stages (A) , medium diameter trees (B) and adult trees (C) in MF (N=226) and OGF (N=141)

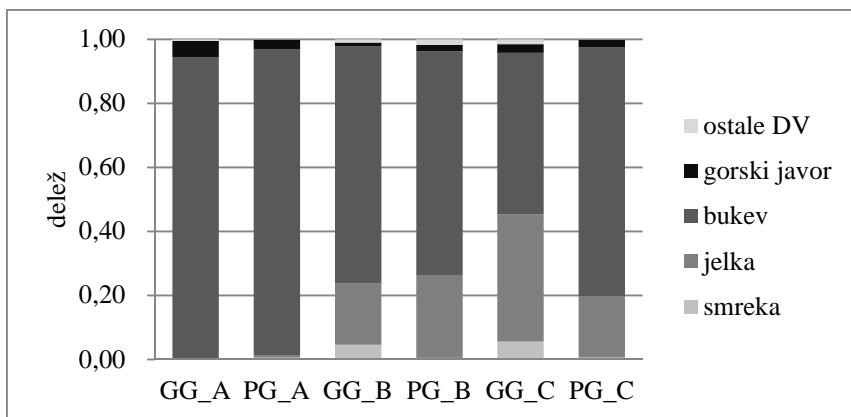
	GG_A	PG_A	GG_B	PG_B	GG_C	PG_C
Bukev	27099,3	21749,2	166,7	74,8	60,0	132,9
Jelka	0,0	136,7	43,0	27,7	47,3	32,7
Smreka	19,7	0,0	10,5	0,5	6,7	1,1
Gorski javor	1435,6	4386,3	2,5	2,1	3,3	3,9
Ostale DV	157,3	63,0	2,2	1,9	1,8	0,3
Skupaj	28711,9	26335,2	224,9	107,0	119,0	170,9
minimum	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	60,0
maksimum	404444,4	111111,1	950,0	700,0	280,0	360,0
SD	51722,3	19152,5	189,1	101,4	119,0	170,9

Preglednica 23: Povprečna temeljnica dreves srednjih premerov (B) in odraslih dreves (C) v GG (N=226) in PG (N=141)

Table 23: Average basal area for trees with medium diameter (B) and adult trees (C) in MF (N=226) and OGF (N=141)

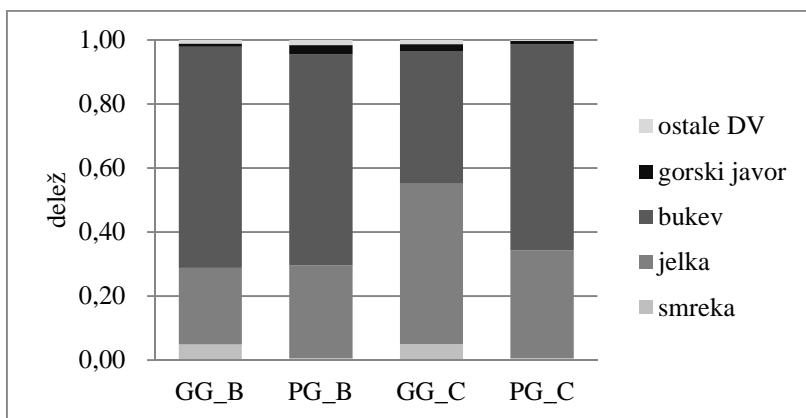
	GG_B	PG_B	GG_C	PG_C
Bukev	4,2	2,1	10,5	31,1
Jelka	1,5	0,9	12,8	16,3
Smreka	0,3	0,0	1,3	0,3
Gorski javor	0,1	0,1	0,6	0,5
Ostale DV	0,1	0,1	0,3	0,2
Skupaj	6,1	3,2	23,1	42,5
minimum	0,0	0,0	0,0	14,23
maksimum	26,1	18,7	63,6	84,9
SD	6,1	3,2	23,1	42,5

GG_B-drevesa srednje višine v GG, GG_C-odrasla drevesa



Slika 29: Deleži povprečnega števila dreves v mladovju (A), plasti dreves srednjih premerov (B) in odraslih dreves (C) v GG in PG

Figure 29: The percentages of the average number of trees in young stages (A), layer of trees of medium diameter (B) and adult trees (C) in MF and OGF



Slika 30: Deleži povprečnih temeljnici v plasti dreves srednjih premerov (B) in odraslih dreves (C) v GG in PG

Figure 30: Percentage of average basal area of the tree in medium diameter (B) and adult trees (C) in the GG and PG

5.5.2 Trajnost sestojnih zmesi in struktur

V preglednicah 24 in 25 prikazujemo rezultate LMM in GLMM za vpliv vrste gozda, temeljnici posameznih drevesnih vrst in naklona terena na temeljnice posameznih drevesnih vrst. Ugotovimo lahko, da je vpliv tipa gozda na temeljnico bukve in jelke statistično značilen, kar pomeni, da imata bukev in jelka v PG više temeljnice. Na temeljnico jelke negativno vpliva temeljnica bukve. Še več, temeljnica bukve v PG negativno vpliva na temeljnico bukve in temeljnico jelke. Velja tudi obratno. Temeljnica jelke negativno vpliva na temeljnico bukve. Omenjeno kaže na medvrsten vpliv med bukvijo in jelko. Pri smreki smo ugotovili edino povezavo z nagibom terena, in sicer več smreke najdemo na strmejših terenih. Preverjali smo tudi vpliv obeh tipov gozda, temeljnici posameznih drevesnih vrst in nagiba na sloj dreves s srednjimi premeri (stratum B). Ugotovili smo, da tip gozda (GG ali PG) ne vpliva na temeljnice drevesnih vrst srednjih premerov. Drugače je pri temeljnici bukve, kjer se kaže vpliv temeljnice bukve na temeljnico jelke. Več bukev v srednji plasti negativno vpliva na jelko v srednji plasti. Več vpliva na srednjo plast imajo odrasla drevesa. Več odrasle bukev negativno vpliva na bukev in smreko srednjih premerov. Več odrasle jelke pozitivno vpliva na jelko srednjih premerov, enako velja tudi za smreko in javor. Kaže se tudi pozitiven vpliv naklona terena na temeljnico jelke.

Preglednica 24: Rezultati LMM in GLMM (logistic) analize temeljnici posameznih drevesnih vrst (N = 367)

Table 24: Results of the LMM and GLMM (logistic) analysis for species specific basal area (N = 367)

	PG/GG	G_BU	PG/G_BU	G_JE	G_SM	G_JA	G_OST	nagib	model
G_BU	23,76 (2,75) ***	/	-2,34(0,65) ***	-1,38 (0,45) **	nz	Nz	nz	nz	LMM
G_JE	18,79(5,60) *	-1,49(0,49) **	-2,84(0,77) ***	/	nz	Nz	nz	nz	LMM
G_SM	Nz	Nz	nz	nz	/	Nz	nz	0,02(0,01) *	LMM

vpliv vrste gozda (PG/GG), temeljnice bukve (G_BU), skupnega vpliva vrste gozda in temeljnice bukve (PG/G_BU), temeljnice jelke (G_JE), smreke (G_SM), gorskega javora (G_JA), ostalih drevesnih vrst (G_OST), nagiba terena na skupno temeljnico bukve (G_BU), jelke (G_JE) in smreke (G_SM)

Preglednica 25: Rezultati LMM in GLMM (logistic) analize temeljnici z ali brez dreves srednjega sloja (N = 367)

Table 25: Results of the LMM and GLMM (logistic) analysis for presence or absence of medium layer trees (10 cm > dbh > 31 cm) predicted by factors indicating presence of other species (N = 367)

	PG/GG	G_BU_B	G_JE_B	G_BU_C	G_JE_C	G_SM_C	G_JA_C	nagib	model
G_BU_B	nz	/	nz	-0,19(0,08) *	nz	Nz	Nz	Nz	GLMM
G_JE_B	nz	-0,36(0,11) **	/	nz	0,23(0,07) ***	Nz	Nz	0,03(0,01) **	GLMM
G_SM_B	nz	Nz	nz	-0,35(0,14) *	nz	-1,06(0,17) ***	Nz	Nz	GLMM
G_JA_B	nz	Nz	nz	nz	nz	Nz	0,65(0,30)*	nz	GLMM

vpliv vrste gozda (PG/GG), temeljnice bukve srednjih premerov (G_BU_B), temeljnice jelke srednjih premerov (G_JE_B), temeljnice odrasle bukve (G_BU_C), jelke (G_JE_C), smreke (G_SM_C), gorskega javora (G_JA_C), nagiba terena na temeljnico bukve, jelke, smreke in gorskega javora srednjih premerov

6 RAZPRAVA

Naloga je po vsebini ločena na štiri večje sklope. Tako smo proučevali: sestojne svetlobne razmere, pomlajevanje, sestojne strukture in teksturo gozda.

6.1 SESTOJNE SVETLOBNE RAZMERE IN OSTALI EKOLOŠKI DEJAVNIKI

Preučevanje sestojnih svetlobnih razmer je pogojeno z razvojem tehnike. Osnovna ideja temelji na hemisferični projekciji krošenj. Prvi pripomoček pri projeciranju krošenj je bil horizontoskop, nato je sledila filmska in digitalna hemisferična fotografija. Razvoj je šel tudi v smeri različnih senzorjev, npr. LAI 2000 (celoten svetlobni spekter) in PAR senzorji (fotosintetsko aktivni del svetlobnega spektra). Upravičeno se je postavilo vprašanje, ali so različne metode snemanja primerne oziroma ali so med seboj primerljive. Ugotovili so (Roženberger in sod., 2011), da so omenjene štiri metode primerljive in primerne za snemanje svetlobnih razmer v sestojih. V naši nalogi smo uporabili digitalno hemisferno fotografijo.

Z gojitvenimi ukrepi, predvsem sečnjo, močno vplivamo na svetlobne razmere v gozdnih sestojih. Po izvedeni sečnji (odvisno od jakosti ukrepanja) lahko delež svetlobe močno naraste, če oblikujemo vrzel (Emborg, 1998; Collet in sod., 2001). V kontroliranih razmerah so opravili poskuse, s katerimi so dokazali, da je spodnja meja za svetlobo, pod katero osebki bukovega mladja več ne preživijo, okoli 1 % (Watt, 1923; Burschel in Schmaltz, 1965). Ponekod je ta meja višje, predvsem zaradi drugih dejavnikov, ki omejujejo rast (pomanjkanje hranih ali talne vlage (Madsen, 1994; Ponge in Ferdy, 1997).

Svetlobne razmere v različno velikih vrzelih v dinarskih jelovo-bukovih gozdovih so že bile proučevane (Diaci in sod., 2003, Roženberger, 2007; Roženberger, 2012), predvsem zaradi preučevanja pomlajevanja drevesnih vrst (jelke in bukve). Zaradi izrazite sencozdržnosti jelke, se pomlajevanje lahko začne tudi že prej in ni pogoj, da jelka za vznik in uspešno rast mladih rastlin potrebuje vrzel. Podobno je tudi pri bukvi. Iz omenjenega razloga je pomembno, da poznamo sestojne svetlobne razmere v celoti (pod zastorom, v vrzelih in tudi med prehodi). Zeibig in sod. (2005) so ugotovili, da je v velikih vrzelih v gospodarskih gozdovih statistično značilno več svetlobnega sevanja kot v pragozdovih. Podobno je tudi pod zastorom. Nekoliko drugače je z direktnim sevanjem, kjer na ploskvah v vrzelih niso ugotovili razlik. V gospodarskem gozdu je tudi večja

variabilnost svetlobnih razmer. V velikih vrzelih v PG so se povprečne vrednosti sevanja gibale okoli 12 %, medtem ko v GG okoli 17 %. Med malimi vrzelmi v GG in PG niso odkrili razlik. Kasneje je bilo še nekaj podobnih raziskav (Roženberger in sod., 2007; Mikac in sod., 2007; Mikac, 2010; Keren, 2015). Splošna ugotovitev je, da je v dinarskih jelovo-bukovih gozdovih malo svetlobe, kar se sklada s preživetveno strategijo obeh glavnih drevesnih vrst. Tudi naša raziskava je pokazala podobno. V povprečju znašajo vrednosti direktnega sevanja v GG 6,81 % in v PG 3,47, vrednosti difuznega pa 7,85 % v GG in 4,38 % v PG. Razlike med maksimalnimi in minimalnimi vrednostmi sevanja so precejšnje (minimalna 0,03 % in maksimalna 59,83 %), ker kaže na lokalno zelo pestre razmere in večjo variabilnost v GG. V naši nalogi smo ugotovili, da obstajajo statistično značilne razlike v svetlobnih razmerah med GG in PG. Razlike se kažejo v obeh vrstah sevanja.

Ostale ekološke dejavnike smo analizirali preko popisa zelišč s pomočjo DCA analize in Landoltovih fitoindikacijskih vrednosti. Primerjali smo fitoindikacijske vrednosti med rastiščno primerljivimi objekti raziskave in skupaj za PG in GG. Razlike v ekoloških razmerah med GG in PG so se potrdile kot statistično značilne (razen za vsebnost humusa in prezračenost tal), kljub rastiščno podobnim objekom. Do razlik v svetlobi prihaja zaradi dela (sečenj, gradnje gozdnih prometnic,...) v GG, s tem je povezana tudi temperatura, saj več svetlobnega sevanja pomeni več energije, ki pride do gozdnih tal. Kljub temu, smo v PG ugotovili toplejše razmere. Razlog je verjetno v legi PG, ki večinoma poraščajo vršne in grebenske lege, ki so bolj skrajnostne. V PG ostaja vsa lesna biomasa v gozdu, zato je razumljivo več dušika, humusa in tudi več vode, ki se zadrži v odmrlji lesni biomasi.

6.2 LASTNOSTI MLADJA IN ODZIV NA SVETLOBNE RAZMERE

6.2.1 Zastiranje mladja, pritalne vegetacije in drugih ekoloških skupin

Na raziskovalnih ploskvah smo ugotavljali zastiranje v tlorisu, kar pomeni, da je posamezen element zastiranja, ki smo ga zaznali na ploskvi zasedal dominantni položaj in je neposredno konkuriral mladju. V zgodnjih fazah razvoja je največji konkurent mladju vegetacija (Marinček, 1987; Mountford in sod., 2006). V naši nalogi smo ugotovili, da so zelišča v povprečju v GG zastirala 12,69 % površine, v PG pa 25,90 %. Razlog za visok delež zelišč je v objektu O.KR, kjer del objekta obsega združbo Isopyro-Fagetum, ki je bogata z zelišči v pritalni plasti. Med posameznimi drevesnimi vrstami je imela daleč

največji delež v zastiranju bukev. Odmrla lesna biomasa je zastirala v povprečju v GG 6,55 % in v PG 10,16 %. Do podobnih ugotovitev je prišel tudi Roženbergar, (2007), čeprav so njegovi deleži zastiranja nekoliko višji kot naši. To lahko pripisemo temu, da smo opravili meritve sistematično čez vse objekte raziskave in ne samo v vrzelih in bližnji okolici, kjer je več svetlobe. Visok delež bukve v zastiranju kaže ne veliko moč bukve in njeno dobro obvladovanja rastnega prostora. Ko bukev preraste višino 50 cm, ostala vegetacija ni več konkurent in je preživetje osebka odvisno samo še od medsebojne konkurence bukve in ostalih drevesnih vrst. Odločilna v tej fazi postane sposobnost prilagajanja osebka zunanjim dejavnikom. To so predvsem svetlobne razmere, na katere pa se osebki odzivajo z različnimi strategijami osvajanja prostora in razrastjo.

6.2.2 Gostote mladja

Sestojne svetlobne razmere, pomlajevanje drevesnih vrst in razvoj zeliščne plasti so med seboj neločljivo povezane. Pod pojmom pomlajevanja razumemo predvsem število (gostoto) mladja posameznih drevesnih vrst po višinskih razredih in analizo določenih znakov dominantnih osebkov, za katere smo se odločili, da jih bomo proučevali.

V naši raziskavi smo ugotovili, da obstajajo statistično značilne razlike v gostoti bukovega in javorovega mladja med GG in PG. Statistično značilno večje gostote bukovega in javorovega mladja so v PG. Jelovega mladja v GG nismo našli, zato primerjave nismo mogli izvesti. Podobno je bilo tudi pri smrekovem mladju, ki ga nismo našli v PG. Kritično malo jelke in gorskega javora je v pragozdu Rajhenavski Rog odkril tudi Diaci s sod. (2011), ko je primerjal gostote mladja iz popisa leta 1984 in 2010. Do podobnih zaključkov so prišli tudi Diaci s sod., (2003), Roženbergar, (2012) in Keren (2015). V raziskavi smo primerjali tudi število klic posameznih drevesnih vrst in ugotovili statistično značilne razlike v številu klic bukve in jelke med GG in PG. Na splošno je klic več v GG, kar je odgovor na gospodarjenje z gozdom in želja po naravnem pomlajevanju. Nasemenitev je očitno zadostna, tudi z vznikom ni težav. Kasneje pa osebkom, predvsem jelovim, ne uspe prerasti višine 20 cm. Podobno stanje z jelko ugotavlja tudi Roženbergar (2012). Tudi v njegovi raziskavi niso zabeležili jelovega drevesa višjega od 50 cm. Analiza gostot jelke v razredu do 20 cm je pokazala močno zmanjšanje števila dreves v obdobju od leta 2000 do 2009. Naši in tudi predhodni rezultati kažejo na anomalijo v razvoju jelovega mladja, saj je prehajanje v višje višinske razrede povsem ustavljen. Ne glede na gostote jelke, ki naj bi

bile v naravnih jelovo-bukovih gozdovih v Sloveniji manjše od gostot bukve (Turk in sod., 1985; Hartman, 1987; Konečnik in Zaplotnik, 2001, Roženbergar in sod., 2007; Roženbergar, 2007), bi moral vsaj en del mladih dreves jelke prehajati v višje socialne razrede. Roženbergar (2012) navaja, da je razlogov za tako stanje lahko več, in sicer konkurenčna pritalna vegetacija, močna in hitra reakcija bukve na povečane dotoke svetlobnega sevanja po motnjah v PG ali sečnji v GG in kot najbolj verjeten razlog močno objedanje velikih rastlinojedov. Do podobnih ugotovitev, kot zgoraj navedeni avtorji, smo prišli tudi v naši raziskavi.

6.2.3 Poškodovanost dominantnih osebkov bukve in gorskega javora zaradi objedenja

Poškodovanost smo ugotavljali na vseh dominantnih osebkih. Po opravljeni analizi pridobljenih podatkov, smo ugotovili, da primerjave med jelovimi, smrekovimi in ostalimi osebki ne bomo mogli izvesti. Razlog je bil v premajhni številčnosti dominantnih osebkov omenjenih drevesnih vrst. Analizo smo lahko opravili le za osebke bukve in gorskega javora. Ugotovili smo precejšnjo poškodovanost predvsem gorskega javora in tudi bukve.

Večina naših raziskovalnih objektov se je nahajalo v popisni enoti Rog. Za omenjeno enoto Zavod za gozdove Slovenije, v Letnem načrtu za III. Kočevsko-Belokranjsko lovsko upravljavsko območje za leto 2015 (2014) piše, da se popisna enota Rog ujema z osrednjim populacijskim območjem jelenjadi na Kočevskem in da se ugotavlajo problemi pri naravni obnovi gozda. Končne ugotovitve popisa objedenosti so, da je objedenost v popisni enoti na zgornji meji še sprejemljivega in da je največji problem nepreraščanje posameznih drevesnih vrst (jelka, gorski javor) v višje višinske razrede. K objedenosti največ prispeva jelenjad, ni pa zanemarljiv niti vpliv srnjadi. Zavod za gozdove Slovenije v omenjenem načrtu ocenjuje, da je glavni razlog za visoko stopnjo objedenosti številčnost jelenjadi in tudi srnjadi.

Ugotovitvam Zavoda za gozdove Slovenije pritrjujejo tudi rezultati drugih raziskav (Perko, 1977; Veselič, 1991; Diaci, 2002; Jarni in sod., 2005; Roženbergar, 2012; Klobučar, 2013; Nagel in sod., 2014). Roženbergar (2012) navaja, da je poškodovanost jelke v višinskem razredu do 20 cm precej manjša od tiste v višjih višinskih razredih. Podobno je ugotavil tudi že Mlinšek (1964) v začetku šestdesetih let, ki je kot pomembno zaščito opredelil

snežno odejo in opad, ki ščitita mlajše osebke pred objedanjem v zimskem času, ko je jelka kot iglavec pomemben vir hrane. Drugače je z gorskim javorjem, ko je glavnina objedanja v času vegetacijske sezone. Veliki deleži poškodovanosti zaradi objedanja za posamezno vrsto niso nujno pokazatelji ogroženosti, če so gostote dovolj velike. Tudi Roženberger (2012) in Klobučar (2013) sta ugotovila, da so gostote nepoškodovane jelke in gorskega javora premajhne za normalen razvoj. To je pokazala tudi naša raziskava.

6.2.4 Morfologija (arhitektura) mladja

Vse rastline za svojo rast potrebujejo svetlobo. Le-te pogosto ni dovolj, zato so rastline razvile posebne mehanizme oziroma načine rasti, da bi kar najbolj optimalno izkoristile trenutne rastne pogoje. Pogosto se najprej ustavi višinska rast in poveča lateralna, kar pomeni zmanjšanje živega dela krošnje. Zmanjša se tudi število poganjkov in poveča zastiranje krošnje. Morfološko se spremenijo tudi listi v smeri boljšega izkoristka svetlobe (Messier in sod. 1999). Preživetje mladega osebka pod zastorom v slabih svetlobnih razmerah je odvisno od številnih dejavnikov. Najpomembnejša pa je oblika krošnja. Široka krošnja omogoča boljše prestrezanje razpršene svetlobe, hkrati pa je samosenčenje minimalno (Takyu, 1998). Pogosta je tudi ukrivljena rast oziroma rast v smeri svetlobe. V raziskavi smo ugotovili, da svetlobne razmere vplivajo na obliko in osnovne značilnosti krošenj dominantnih osebkov, vendar smo pričakovali večji vpliv svetlobe. Vpliv konkurenčnih dreves, senčenja in objedanja je zagotovo tudi pomemben, vendar njihovega vpliva v naši raziskavi nismo ugotovljali. Nekateri strokovnjaki (Šafar, 1964; Roloff in Romer, 1989; Schütz, 1992) navajajo metlasto in rogovilasto razrast glavnega poganjka ter plagiotropno razrast celotnega osebka kot problematično, saj lahko vodi do večosne/večdebelne rasti, ki je z vidika kakovosti izredno problematična. Z uravnavanjem svetlobnih razmer v sestoju lahko vplivamo na nezaželeno razrast. Ugotovili smo, da se pri bukvi verjetnost pojavljanja metlastih glavnih poganjkov zmanjšuje s povečanjem obeh vrst sevanja (DIF in DIR). Drugače je pri razrasti celotnega osebka. Verjetnost pojavljanja plagiotropnega osebka se statistično značilno zmanjšuje s povečanjem FDIR. Za FDIF zakonitosti nismo odkrili. Drugače je pri gorskem javoru, kjer smo ugotovili, da se s povečevanjem FDIR in FDIF povečuje tudi verjetnost pojavljanja metlaste razrasti glavnega poganjka. Pojavljanje plagiotropne rasti za gorski javor pa očitno ni odvisno samo od svetlobe. Podobno raziskavo je opravil tudi Roženberger (2012) in je za bukev uspel potrditi verjetnost pojavljanja plagiotropnih osebkov z nižanjem vrednosti FDIR in

FDIF. Podobno so potrdile tudi druge raziskave (Sagheb-Thalebi, 1995; Stancioiu in O'Hara, 2006; Petritan in sod., 2009). Omenjeni avtorji navajajo mejo 30 % kot mejo, pod katero vrednosti DIF naj ne bi padle, če želimo kakovostno mladje. Roženberger (2012) je ugotovil, da lahko vrednosti padejo tudi pod 30 % in je kakovostnega mladja še vedno dovolj. Sicer gre za pomlajevanje v pragozdu, kjer so vrednosti svetlobnega sevanja še nižje. V GG je sevanja ponavadi več. Tudi v našem primeru je največji upad pojavljanja metlastih poganjkrov bukve pri vrednostih sevanja med 20 % in 40 %.

Naše ugotovitve nekoliko odstopajo od ugotovitev ostalih raziskovalcev. Očitno je, da na razrast celotnih osebkov in glavnih poganjkrov poleg svetlobe vplivajo še drugi dejavniki. Razlike so tudi v zajemanju podatkov, saj je večina raziskav preučevala vpliv svetlobnih razmer na razrast osebkov v vrzelih oziroma v okolini vrzeli, kjer so povprečne vrednosti FDIR in FDIF višje kot v našem primeru, ko smo merili dominantne osebke enakomerno po celotnem sestoju in s tem zajeli večji interval svetlobe. Predvidevamo lahko, da na razrast bukovih in javorjevih osebkov poleg svetlobe vpliva še objedanje velike rastlinojede divjadi, ki ravno tako povzroča rogovilasto oziroma metlasto razrast glavnih poganjkrov in plagiotropno razrast celotnih osebkov. Rezultati pri gorskem javoru kažejo na določene nelogičnosti, saj kot kažejo naši rezultati, naj bi povečanje svetlobe povzročalo metlasto razrast glavnih poganjkrov. Za omenjeno nelogičnost lahko okrivimo rastlinojede, ki s stalnim objedanjem skrbijo za plagiotropno razrast, kar pomeni, da na razrast ne vpliva samo svetloba.

6.3 OSNOVNE STRUKTURNE ZNAČILNOSTI DREVESNE PLASTI

Ekosisteme pogosto opisujemo z njihovo vrstno in genetsko zgradbo/sestavo. Ob tem lahko včasih zanemarjamo ekološke procese, ki se hkrati odvijajo v ekosistemih (npr. kroženje hranil) in ki so nujni za preživetje vrst. McElhinny in sod. (2005) tako predlagajo, da bi lahko gozdne ekosisteme opisali z znaki, ki so povezani z zgradbo (strukturo) in funkcijo. Strukturni znaki so povezani s prostorom oziroma z znaki, ki jih lahko določamo prostorsko. Pogosto so znaki soodvisni in podajajo informacije za več različnih področij.

Pod pojmom sestojna struktura običajno razumemo osnovne sestojne lastnosti, več osnovnih sestojnih lastnosti pa nam poda informacijo o strukturni kompleksnosti. Ta skupina osnovnih sestojnih lastnosti mora biti premišljeno izbrana, da pokaže tudi dejansko

stanje v naravi. McElhinny in sod. (2005) so preko študije literature prepoznali nekaj sestojnih elementov, ki jih lahko preko osnovnih sestojnih lastnosti ovrednotimo in tudi primerjamo med seboj. Nekaj od navedenih sestojnih lastnosti smo merili/ugotavljali tudi v naši raziskavi.

Dinarske jelovo-bukove gozdove gradijo štiri glavne drevesne vrste, in sicer bukev, jelka, smreka in gorski javor. Najdemo tudi še druge drevesne vrste, ki pa so redke in običajno vezane na točno določena specifična okolja oziroma rastišča. V naši raziskavi smo se osredotočili na naslednje strukturne kazalnike: aritmetično srednje premere (cm), gostote dreves oziroma povprečno število dreves na hektar in temeljnico ($m^2 ha^{-1}$). Rezultati kažejo na večje gostote dreves v GG. Drevesa v GG so mlajša in manjših dimenzij kot drevesa v PG, zato je gostota takih dreves lahko večja. Največja razlika v gostotah je opazna pri smreki v GG. Razlog za razlike je predvsem v umetnem vnašanju v GG in lokalno pospeševanje te drevesne vrste. Podobno velja tudi za jelko, katero gozdarji načrtno puščajo v sestojih, predvsem zaradi nasemenitve. Tudi opazne razlike v temeljnicah in prsnih premerih za drevesne vrste, lahko pripisemo načinu gospodarjenja in trenutnemu pospeševanju jelke. Ugotovimo lahko, da so naši rezultati zelo podobni rezultatom iz novejših raziskave, ki so jih opravili Diaci s sod. (2011), Mikac (2010), Višnjić in sod. (2013) in Keren (2015). Pri zadnjih dveh opazimo razlike med našimi GG in GG v BiH, saj so v GG Grmeč, GG Janj in GG Lom vrednosti višje kot na naših raziskovalnih objektih v GG, kar lahko pripisemo metodološkim razlikam (npr. merski prag 5 cm prsnega premera) in različnemu načinu gospodarjenja (odpiranje sestojev na večji površini). Gostote sestojev lahko ugotavljamo tudi preko indeksa gostote sestoja. Število dreves s starostjo upada. Rastni prostor propadlih dreves zavzemajo preživela drevesa in si s tem zagotovijo nemoteno višinsko in debelinsko rast. Slutimo lahko, da bi lahko preko njihovega števila in premerov ugotovili njihovo gostoto. Reineke (1933, cit. po Kotar, 2005) je že leta 1933 ugotovil zvezo med številom dreves in srednje temeljničnim drevesom v polnoporaslih (naravnemu razvoju prepuščenih) endobnih sestojih v severozahodnih območjih Združenih držav Amerike. Zveza naj bi veljala za vse sestoje v katerih ne ukrepamo. Novejše raziskave (Woodall in sod., 2005; Woodall in sod., 2006; Hladnik in Žižek-Kulovec, 2014) kažejo, da se SDI lahko uporablja tudi v raznodbnih GG. Tako sta Hladnik in Žižek-Kulovec (2014) ugotovila za rastiščni tip Dinarsko jelovo bukovje v Sloveniji povprečni SDI indeks 615. Z našo raziskavo smo ugotovili, da znaša SDI indeks

za objekte raziskave v GG v povprečju od 478,9 do 529,9 in za PG od 663,2 do 716,3. Če primerjamo vrednosti, ki sta jih ugotovil Hladnik in Žižek-Kulovec (2014) na ravni Slovenije, lahko zaključimo, da so vrednosti SDI indeksa na naših objektih v GG nekoliko pod slovenskim povprečjem, medtem ko v PG nad povprečjem.

Rezultati analize debelih dreves pokažejo, da so med GG in PG opazne razlike. V PG je v povprečju več debelih dreves kot v GG. Temu sledi tudi temeljnica. Največja razlika je opazna pri bukvi, pri ostalih drevesnih vrstah pa ta razlika ni tako velika. V PG se pokaže, da največji delež dreves, ki so debelejši kot 50 cm pripada bukvi, pri drevesih, ki so debelejša kot 70 cm pa ta delež pripade jelki. V GG tega ne moremo opaziti.

Frekvenčna porazdelitev dreves po debelinskih stopnjah pokaže, da je v GG velika pestrost prsnih premerov na širšem intervalu kot v PG. To je razumljivo, saj gre za posledico gospodarjenja z gozdovi. Poleg frekvenčne porazdelitve prsnih premerov smo prikazali tudi število dreves/ha po debelinskih stopnjah. Oblike krivulj, ki jih ob tem dobimo, so lahko različnih oblik in kažejo na dogajanja v gozdu. Te oblike so lahko: negativna eksponentna (NE), naraščajoča q (increasing-q; IQ), konkavna (CO), unimodalna (UNI) in oblika rotacijskega sigmoida (RS) (Janowiak in sod., 2008; Leak, 1996). Daci in sod. (2011) poročajo, da je v mešanih bukovih in jelovo-bukovih PG v vzhodni in severovzhodni Evropi najpogosteji RS tip krivulje, sledijo IQ, NE in UNI oblike. RS oblika je najpogosteje ugotovljena v PG, medtem ko nekateri avtorji (Goff in West, 1975; Janowiak in sod., 2008) ugotavljajo podobno tudi za GG. Po oblikah krivulj lahko sklepamo, da je najprimernejša oblika za GG IQ, saj s sečnjo odstranjujemo zrela (dovolj debela) drevesa, medtem ko za PG NE oblika, saj je upadanje števila dreves z debelino bolj enakomerno. Kljub navedenemu, pa lahko v primeru večjih naravnih motenj, opazimo tudi v PG IQ obliko krivulje. Z našo raziskavo smo ugotovili, da se na raziskovalnih objektih v GG pojavlja NE oblika (razen na M.KO), medtem ko se v vseh PG pojavlja IQ oblika. Nekoliko drugače je v primeru, če primerjamo krivulje za posamezne drevesne vrste. V GG je krivulja za povprečne prsne premere bukve NE oblike, medtem ko za jelko IQ oblike. V PG je ravno obratno, saj je večinska oblika krivulje za jelko NE in RS, medtem ko za bukev IQ oblike. To razliko lahko pripisemo načinu gospodarjenja in puščanju debelejših jelk v GG zaradi boljše obnove. Keren (2015) ni ugotovil tako očitnih razlik

med GG in PG. Za GG je ugotovil, da so najpogosteje porazdelitve RS in IQ oblike, medtem ko v PG RS in NE oblike.

Še ena od sestojnih lastnosti je višina dreves. V enodobnem sestoju imajo vsa drevesa približno enako starost. Tako kot enako stara drevesa nimajo enakih prsnih premerov tudi nimajo enakih višin. Ugotovili smo, da so višine bukovih, jelovih in smrekovih dreves v PG za skoraj 10 m višje kot v GG. Na to kažejo tudi višinske krivulje. Smreka in jelka sta v povprečju višji od bukve in javora. Razlike smo tudi statistično potrdili. Do podobnih višin in zaključkov v GG in PG je prišel tudi Keren (2015) v PG Janj in Lom v BiH, ter okoliških GG.

Ferris s sod. (2000) je za ugotavljanje sestojnih struktur razvil okularno metodo ocenjevanja plastovitosti. Preizkusil jo je v gozdovih iglavcev v Angliji, kjer je okularno ocenjevanje plastovitosti lažje in tudi bolj zanesljivo. V Sloveniji sta to metodo preizkusila Marinšek in Diaci (2011). Po uporabi metode izračunamo indeks plastovitosti (CI – cover index). Metodo ugotavljanja CI smo preizkusili tudi v naši raziskavi. Določanje plastovitosti oziroma zastiranja je sicer prepričeno subjektivni oceni vsakega popisovalca, vendar se lahko z nekaj skupnimi popisi kriterije dokaj poenoti. V raziskavi smo ugotovili statistično značilne razlike v plastovitosti vegetacije med GG in PG, kar pomeni bolj pestre strukture v PG. Razlike so se pokazale tudi med posameznimi drevesnimi vrstami, razen za gorski javor in smreko.

Vsek sestoj ima svoje lastnosti (aritmetično srednji premer dreves, povprečne višine dreves, število debelih dreves, količina odmrle lesne mase). McElhinny in sod. (2005) so pregledali literaturo in pripravili pregled nekaterih indeksov strukture. V uporabi so številni indeksi, ki vsak po svoje predstavlja strukturo gozda. Za našo raziskavo smo poskušali najti indeks, ki bi ga lahko uporabili glede na naš nabor sestojnih lastnosti, ki smo jih ugotavljali. Neumann in Starling, (2001) sta predlagala združitev tradicionalnih sestojnih lastnosti v indeks strukture sestoja (HC indeks), vendar z omenjenim indeksom nista bila najbolj zadovoljna, saj sta trdila, da je preveč odvisen od števila vrst, ki se pojavljajo v plasti krošenj. Za našo raziskavo smo parameter N obravnavali kot konstanto N=2, saj je število drevesnih vrst v plasti krošenj v jelovo-bukovem gozdu majhno. Močno

prevladujeta samo bukev in jelka. Z našo raziskavo smo ugotovili statistično značilne razlike v strukturi gozda med GG in PG. Kot smo pričakovali je pestrejša struktura v PG.

6.4 SESTOJNA TEKSTURA/HORIZONTALNA ZGRADBA JELOVO-BUKOVIH GOZDOV

Horizontalno zgradbe sestojev lahko preučujemo na dva načina, in sicer preko analize vrzeli ali pa preko členitve gozdov na razvojne faze. Zaradi jasnega protokola, se večina raziskovalcev odloča za analizo vrzeli (sensu Runkle, 1982). Na temo analize vrzeli in horizontalne zgradbe jelovo-bukovih gozdov je bilo opravljenih kar nekaj raziskav (Roženbergar, 1999; Konečnik in Zaplotnik, 2001, Roženbergar in sod., 2002; Klopčič, 2005; Zeibig, 2005; Močilnikar, 2006; Nagel in Diaci, 2006; Nagel in sod., 2006; Nagel in Svoboda, 2008; Razpotnik, 2008; Bornšek, 2009; Nagel in sod., 2010; Bottero in sod., 2011; Garbarino in sod., 2012). Splošna ugotovitev je, da vrzeli v PG nastajajo z odmiranjem posameznih dreves, kar pomeni, da so majhnih velikosti. Večje vrzeli so redkejše, nastanejo pa kot rezultat naravnih motenj, predvsem vetra ali žleda. Pomlajevanje tako poteka izrazito malopovršinsko. Na splošno naj bi v gozdu veljalo pravilo uravnoteženega razmerja razvojnih faz. To so enote, s katerimi razvrščamo gozdne sestoje predvsem glede na njihovo debelinsko in višinsko strukturo ter razmestitev dreves. Razvojne faze poudarjajo ciklični razvoj sestoja. Ker je pomlajevanje izrazito malopovršinsko, so tudi prehodi med razvojnimi fazami hitri. V pragozdu ne poznamo klasičnih razvojnih faz, ampak razvojne stadije. V nalogi smo žeeli opraviti analizo vrzeli s pomočjo lidarskih posnetkov. Ugotovili smo podobno kot Bončina (1997), da je delež sestojev v optimalni oziroma razgraditveni fazi občutno večji v PG kot v GG, razlog je v gospodarjenju, saj v GG drevesa ne dosegajo tolikšnih starosti in dimenzij kot v PG. Podobno je tudi s skupno površino vrzeli, kjer je delež vrzeli v PG manjši kot v GG.

6.5 TRAJNOST ZMESI DREVESNIH VRST

Gorski mešani gozdovi bukve, jelke in smreke so med pomembnejšimi gozdovi v tem delu Evrope. So dobro ohranjeni, saj niso bili tako pod vplivom človekovih dejavnosti kot nižinski gozdovi (Ficko in sod., 2011). Za omenjeni tip gozda je značilno malopovršinsko gospodarjenje, z gozdnogojitvenimi sistemi, ki zagotavljajo raznomerne zgradbe. Večina teh gozdov je doživela spremembe v strukturi in zgradbi v zadnjih nekaj sto letih. Močno povečane potrebe po oglju, pepeliki in lokalno močno steljarjenje so predstavljeni močan

pritisk na bukev (prekomerna sečnja), kar je povzročalo pospeševanje iglavcev (Vrska in sod., 2009). Jelka je svoj maksimum v skupni lesni zalogi dosegla kmalu po 2. sv. vojni (Klopčič in Bončina, 2011). Kasneje je njen delež začel upadati zaradi večih vzrokov, in sicer zaradi sprememb v gospodarjenju (povečane sečnje, gradnja gozdnih cest in vlak), objedanja in onesnaževanja okolja (Vrska in sod. 2009). V luči podnebnih sprememb sta Kutnar in Koblar (2011) ugotovila, da dinarskim jelovo-bukovim gozdovom ne kaže dobro, saj naj bi se njihova površina močno znižala.

V naši raziskavi smo enako ugotovili upad deleža jelke po debelinskih razredih (stratumih). Na račun jelke pridobiva bukev. Gorski javor se pojavlja v vseh treh debelinskih razredih. Več ga je v GG, saj ga gozdarji ponekod načrtno pospešujejo. Ima pa podobne težave kot jelka, predvsem zaradi objedanja. Smreke je več v GG, saj so jo ponekod umetno vnašali, v PG je skoraj ne najdemo. Tudi Diaci in sod. (2011) so ugotovili, da kljub obilici mladja v vseh slovenskih PG, je jelke v mladju/mladovju zelo malo. To pripisujejo visoki številčnosti rastlinojedov (Nagel in sod., 2014). Pragozdro okolje živalim še bolj ustreza, saj imajo v teh okoljih mir. Lov se na zavarovanih območjih namreč ne izvaja. O bistveno nižji številčnosti rastlinojedov poročajo v BiH, in sicer do eno žival/ha. Kljub nižji številčnosti rastlinojedov, pa opažajo nazadovanje jelke tudi v BiH. To pripisujejo predvsem klimatskim spremembam (vroča in sušna poletja, ter močni zimski vetrovi) in posledično ugodnejše razmere za razvoj podlubnikov (Keren in sod., 2014). Neugodne vremenske razmere, napadi podlubnikov in povečanje onesnaženosti ozračja vodijo v povečano osutost jelk, kar je še dodaten razlog za propadanje jelke (Ficko in sod., 2011). Poleg objedanja in klimatskih sprememb, pa v naši raziskavi ugotavljamo tudi medvrstni vpliv, saj je prisotnost bukve na ploskvah negativno vplivala na jelko in obratno. Raziskava pokaže, da prisotnost bukve negativno vpliva tudi na bukev samo. Predvidevamo lahko, da senčenje in vpliv tekmovanja za svetlobo igra pomembno (celo ključno) vlogo v življenju dreves. V nasprotju z bukvijo, pa za ostale drevesne vrste pomeni prisotnost prednost (nasemenitev). Za vrsti smreko in jelko predstavljajo prednost tudi okolja z večjim nagibom. Gre za skrajnostna rastišča, kjer bukev ne predstavlja tako velike konkurence iglavcev kot drugje.

7 SKLEPI

Sklepe smo smiselno oblikovali glede na zastavljene hipoteze.

SVETLOBNE RAZMERE IN OSTALI EKOLOŠKI DEJAVNIKI

H1: *V GG so srednje vrednosti direktnega in difuznega sevanja v pritalni plasti večje kot v PG.*

Hipotezo smo potrdili. V nalogi smo posneli svetlobne razmere neodvisno od sklepa krošenj in ugotovili zelo pestre svetlobne razmere, sploh v GG, kjer s sečnjo močno rahljamo sklep krošenj in s tem spuščamo v sestoj več svetlobnega sevanja. Drugače je v PG, kjer je ponekod sklep krošenj zelo tesen in je svetlobe pogostokrat premalo za preživetje. Na podlagi navedenega smo sklepali, da se svetlobne razmere med GG in PG razlikujejo. Statistično značilne razlike smo potrdili za obe vrsti sevanja. Poleg hemisferne fotografije, smo hipotezo potrdili tudi s pomočjo popisa vegetacije (Landoltove fitoindikacijske vrednosti) in DCA analize. Razlike ne obstajajo samo pri svetlobi, ampak tudi pri ostalih ekoloških znakih.

H2: *V GG je v primerjavi s PG večja variabilnost svetlobnih razmer.*

Hipotezo smo potrdili. Koeficienta variacije za direktno in razpršeno sevanje sta večja v GG. Tudi ekstremne vrednosti obeh vrst sevanj so v GG v večjih razponih kot v PG.

POMLAJEVANJE IN ARHITEKTURA MLADJA

H3: *V GG je večje zastiranje pritalne vegetacije, večja gostota in zastiranje mladja ter večja vrstna pestrost drevesnih in zeliščnih vrst.*

Hipotezo smo delno potrdili. V nalogi smo ugotovili, da je večje zastiranje pritalne vegetacije in mladja v PG. To je nekoliko nepričakovani rezultat glede na izmerjene svetlobne razmere. Domnevamo, da k temu delno vplivajo tudi razlike v rastiščih. Tu iztopa pragozd Krokar, kjer je na rastišču *Isopyro-Fagetum* obilno razvita pritalna vegetacija (čemaž,...). Izpeljali smo tudi analizo zastiranja brez omenjenega pragozda in ugotovili, da v tem primeru naša hipoteza drži. Gostota mladja je višja v GG. Shannonov indeks biotske pestrosti je večji v GG, kar kaže ne večjo pestrost vrst v GG.

H4: *V PG se pomlajevanje odvija tudi izven sestojnih vrzeli.*

Hipoteze nismo uspeli potrditi, saj je delež ploskvic brez mladja enak v GG in PG.

H5: *V GG mladje hitreje zapolnjuje vrzeli.*

Hipotezo smo potrdili. V GG je delež mlajših razvojnih faz bistveno večji kot v PG, kar pomeni, da so svetlobne razmere v GG za razvoj mladja ugodnejše. Hipotezo potrjuje tudi višinsko priraščanje mladja. Mladje v GG ima statistično značilno večje višinske prirastke kot mladje v PG.

H6: *Med PG in GG ni značilnih razlik v razrasti in objedenosti mladja.*

Hipotezo smo potrdili. Objedenost mladja je problem tako v GG kot tudi v PG.

SESTOJNE STRUKTURE IN ZMESI

H7: *V PG je več velikih dreves, veteranov, poškodovanih dreves, dreves z dupli in drevesnih ostankov.*

Hipotezo smo potrdili. V PG so drevesa večjih dimenzij (višin in premerov), kar pomeni, da so tudi starejša. Vsa lesna masa ostaja v gozdu. To rade izkoristijo tudi ptice. Vendar smo po drugi strani tudi v gospodarskih gozdovih ugotovili presenetljivo veliko dreves velikih dimenzij, kar je posledica ohranjanja jelovih semenjakov in splošnih gojitvenih usmeritev.

H8: *V GG je manjša variabilnost in raznolikost v sestojnih strukturnih značilnostih (premeri in višine dreves, gostote, plastovitost).*

Hipotezo smo delno potrdili. Izkazalo se je, da je variabilnost drevesnih gostot, premerov in plastovitost na splošno večja v GG. Vendar to dejstvo ne velja za posamezne drevesne vrste.

H9: *Porazdelitve prsnih premerov se med GG in PG razlikujejo.*

Hipotezo smo potrdili. V GG se povprečni prsni premeri porazdeljujejo v obliki NE, medtem ko v PG v IQ porazdelitvi.

TEKSTURA GOZDA

H10: *V PG predstavljajo vrzeli manjši skupni delež površine kot v GG*

Hipotezo smo potrdili, saj je delež vrzeli v GG bistveno večji kot v PG.

H11: *V PG so vrzeli manjše, bolj raznolikih oblik in imajo večjo variabilnost površin.*

Hipoteze nismo uspeli preveriti, saj so bili Lidar posnetki slabe kvalitete (proge brez ponetih točk) in izločanje vrzeli ni bilo mogoče.

8 POVZETEK (SUMMARY)

8.1 POVZETEK

Dinarski jelovo-bukovi gozdovi zavzemajo kar 14 % površine vseh gozdov v Slovenije. So sorazmerno ohranjeni in strnjeni v enotnem kompleksu, zato dobro opravljajo vse funkcije. Kljub dobri ohranjenosti, pa se pri gospodarjenju s tem tipom gozda srečujemo s težavami. Najpomembnejši problemi so staranje in umiranje jelke, težave pri pomlajevanju in preraščanju v višje sestojne plasti. Vse to vodi v nazadovanje jelke. Na račun jelke pridobiva bukev, katere les je pogosto slabše kakovosti. Med glavnimi krivci za nastanek omenjenih problemov je tudi neusklajenost rastlinske in živalske komponente. Za lažje razumevanje dogajanja v tem tipu gozda, so ključnega pomena raziskave v pragozdovih in primerjava z gospodarskimi gozdovi. V nalogi smo primerjali svetlobne razmere, pomlajevanje ter strukturne in teksturne značilnosti pragozdov in gospodarskih gozdov. Raziskavo smo izvedli v štirih pragozdovih (Rajhenavski Rog, Krokar, Pečka in Strmec) in primerljivih objektih v gospodarskem gozdu. Snemanja smo izvedli na stalnih vzorčnih ploskvah (svetlobne razmere in strukturne značilnosti) in na manjših ploskvicah (vegetacija in pomlajevanje). Analizo tekture smo izvedli s pomočjo Lidar posnetkov. Najpomembnejše ugotovitve so sledeče. Svetlobne razmere so zelo zaostrene, še posebej v pragozdu. Delež vrzeli je bistveno večji v gospodarskem gozdu kot v pragozdu. Posledično to pomeni, da je delež mlajših razvojnih faz večji v gospodarskem gozdu. Opazno je nazadovanje jelke na račun bukve in to v vseh razširjenih debelinskih stopnjah v pragozdu in gospodarskem gozdu. Odrasle jelke je v gospodarskem gozdu več kot v pragozdu, kar je rezultat gospodarjenja. V gospodarskem gozdu gozdarji pospešujejo vse drevesne vrste, razen bukve. Opazno je močno objedanje jelke in gorskega javora, ki sta med rastlinojedi najbolj priljubljena. Objedena je tudi bukev, vendar njej uspe prerasti v višje višinske razrede, medtem ko jelki in gorskemu javoru pogosto ne uspeva več. Pomanjkanje svetlobe in objedanje vodi v neugodno metlasto razrast glavnega poganjka in plagiotropno razrast celotnega osebka. Še posebej je vpliv objedanja opazen pri gorskem javoru, kjer svetloba nima vpliva na rast glavnega poganjka in razrast celotnega osebka. Pri bukvi smo vpliv svetlobe na rast glavnega poganjka in razrast celotnega osebka potrdili. Več svetlobe pomeni ugodnejšo rast. Analize za jelko in smreko nismo uspeli narediti, ker je bilo premalo dominantnih osebkov. Z raziskavo smo zaznali tudi medvrstni vpliv bukve na jelko in obratno. Očitno je, da ključno vlogo (če odmislimo vpliv objedanja) pri rasti in

razvoju posameznega drevesa igra svetloba in preživetvena strategija vrste oziroma sposobnost čakanja na svetlobo pod zastorom starega sestoja. Bukev se hitro odzove na povečan dotok svetlobe, predvsem z lateralno rastjo hitro zapolni manjše vrzeli. Jelka je sposobna dolgega čakanja v senci oziroma pod zastorom odraslih bukev. Ko se ustvari svetlobni jašek začne hitro z višinsko rastjo in prehiti bukev. Vse to velja za neobjedene osebke. Očitno je, da smo do danes uspeli ohraniti znake staroraslosti tudi v gospodarskem gozdu, vendar ne samo s posnemanjem malopovršinskega pomlajevanja, ampak tudi z ohranjanjem deleža debelih dreves. Za to je deloma krivo nazadovanje jelke, saj so za uspešno obnovo potrebna semenska drevesa. Tudi drevesa imajo svojo življenjsko dobo, kar pomeni, da bodo trenutna debela drevesa čez nekaj desetletij propadla. Za njimi pa ni novih jelovih dreves, saj z načinom upravljanja z navadnim jelenom in srnjadjo, že od povojnih časov naprej spreminja ta tip gozda v listnatega. Kljub temu, da z gozdnogospodarskimi načrti območij in enot ugotavljam neuravnoteženo razmerje razvojnih faz, lahko na podlagi rezultatov trdimo, da je mlajših razvojnih faz v gospodarskem gozdu dovolj. Nadaljnji razvoj dinarskih jelovo-bukovih gozdov je odvisen od zastavljenih ciljev. V primeru zasledovanja ekonomskih ciljev, je današnji način gospodarjenja ustrezен. Zagotavlja dovolj kvalitetnega bukovega in tudi smrekovega lesa, ter visoko številčnost jelenjadi in srnjadi. V primeru, da želimo imeti gozd primeren rastišču, bo potrebno poskrbeti za jelko in plamenite listavce. Rešitev je več. Ali redno skrbeti za individualno oziroma skupinsko zaščito naravno pomlajenih ali posajenih površin toliko časa, da bodo osebki jelke in plemenitih liostavcev ušli višini gobca rastlinojedov, ali pa močno zmanjšati stalež predvsem jelenjadi in tudi srnjadi. Z gojitvenimi ukrepi smo namreč izčrpali vse možnosti.

8.2 SUMMARY

Dinaric mixed mountain forests encompass as much as 14 % of all forest area in Slovenia. They are comparatively well preserved and grow in a compact condensed in a unified complex which is why they perform all functions well. Despite good state of preservation, difficulties are encountered in managing this forest type. The most important problems are ageing and dying of fir, difficulties in regeneration and overgrowing into higher stand levels. This all leads to fir regression. Due to fir regression, gains are made by beech whose wood is often of lower quality. Among the main culprits for these problems is also disproportion between plant and animal components. For easier understanding of developmental processes in this forest type, research of old-growth forests and comparison with managed forests are of a key importance. This thesis has compared light conditions, regeneration and structural and textural characteristics of old-growth forests and managed forests. Research was conducted in four old-growth forests (Rajhenavski Rog, Krokar, Pečka and Strmec) and comparable objects in managed forest. Recording was performed on permanent sample plots (light conditions and structural qualities) and on smaller plots (vegetation and regeneration). Textural analysis was performed using Lidar recordings. The most important findings are as follows. Light conditions are very critical particularly in old-growth forest. The share of gaps is significantly higher in managed forest than in old-growth forest. Consequently this means that the share of younger developmental stages is higher in managed forest. Fir recession due to beech is noticeable, namely in all ubiquitous thickness stages in old-growth forest and managed forest. There is more adult fir in managed forest than in old-growth forest which is due to management. In managed forest, foresters promote all tree species except for beech. Strong browsing of fir and mountain maple which are popular amongst herbivores can be noticed. Also beech is browsed but it manages to overgrow into higher altitude classes while fir and mountain maple often cannot manage this. Browsing leads to disadvantageous broom-like branching of main shoot and plagiotropic branching of the whole specimen. This is especially noticeable in mountain maple where light does not affect the growth of the main shoot and the branching of the whole specimen. With beech, influence of light has been confirmed. Analysis for fir and spruce could not be performed due to too few dominant specimens. The research has also indicated an inter-species influence of beech on fir and vice versa. It appears that (notwithstanding the effect of browsing) in the growth and development of individual tree a key role is played by light and survival strategy of the species or the

capability to wait for light under old growth canopy. Beech quickly reacts to increased light flow and quickly closes smaller gaps particularly through lateral growth. Fir is capable of a long wait in the shadow or under the canopy of old beeches. When a light shaft is created, it quickly gains height and outgrows beech. This all holds for un-browsed specimens. It is obvious that we succeed in maintaining signs of old growth in managed forests, not only by mimicking small-scale regeneration, but also with keeping a share of thicker trees. This is partly because of fir decline since for successful regeneration seed trees are needed. Even trees have a life span, which means that thick trees today will die in the next several decades. After that there are no new fir trees because since the post-war time red and roe deer management changes the mixed type of forest to deciduous forest. Despite the fact that with forest management plans we observed unbalanced development phases, our study reveals enough young development phases in forest. Further development of the Dinaric fir-beech forests depends on the objectives. If we pursue economic objectives, the present management practice is adequate. It provides enough quality beech and spruce wood, and the high number of red and roe deer. If we want to have a site appropriate forest, then we should pay more attention to maintaining fir and valuable broad leaved trees. There are several solutions. One is to provide individual or collective protection of trees during natural or artificial regeneration until the fir and valuable broad leaved trees are out of reach for herbivores. The other is to significantly reduce the numbers of roe and red deer. Indeed with silvicultural measurements we exploited all our options.

9 VIRI

Angers V. A., Messier C., Beaudet M., Leduc A. 2005. Comparing composition and structure in old-growth and harvested (selection and diameter-limit cuts) northern hardwoods stands in Quebec. *Forest Ecology and Management*, 217: 275-293.

Anić I., Mikac S. 2008. Struktura, tekstura i pomlađivanje dinarske bukovo-jelove prašume Čorkova uvala. *Šumarski list*, 132: 505-515.

Anić I. S., Mikac M., Oršanić D., Drvodelić D. 2006. Structural relations between virgin and management beech-fir stand (*Omphalodo-Fagetum* Marinček et al. 1992) in forests of the Croatian Dinaric Karst. *Periodicum Biologorum*, 108: 663-669.

Asner P. G., Keller M. 2004. Spatial and temporal dynamics of forest canopy gaps following selective logging in the eastern Amazon. *Global Change Biology*, 10: 765-783.

Barnes B. V. 1989. Old growth forests of the northern Lake states: A landscape ecosystems perspective. *Natural Areas Journal*, 1: 45-57.

Bauhus J., Puettmann K., Messier C. 2009. Silviculture for old-growth attributes. *Forest Ecology and Management*, 258: 525-537.

Beaudet M., Messier C., Leduc A. 2004. Understorey light profiles in temperate deciduous forests: recovery process following selection cutting. *Journal of Ecology*, 92: 328-338.

Bončina A. 1997. Naravne strukture gozda in njihove funkcije v sonaravnem gospodarjenju z gozdom: doktorska disertacija. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta). Ljubljana: 210 str.

Bončina A. 2000a. Comparison of structure and biodiversity in the Rajhenav virgin forest remnant and managed forest in the Dinaric region of Slovenia. *Global Ecology & Biogeography*, 9: 201-211.

Bončina A. 2000b. Primerjava strukture gozdnih sestojev in sestave rastlinskih vrst v pragozdu in gospodarskem gozdu ter presoja uporabnosti izsledkov za gozdarsko načrtovanje. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 63: 153-181.

Bončina A. in Diaci J. 1998. Contemporary research on regeneration patterns of central european virgin forest with recommendation for future research. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 56: 33-53.

Bončina A., Diaci J., Cencic L. 2002. Comparison of the two main types of selection forests in Slovenia: distribution, site conditions, stand structure, regeneration and management. Forestry, 75: 365–373.

Bončina Ž. 2011. Vpliv svetlobnih razmer na pomlajevanje v pragozdnem rezervatu Krokar: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana: 38 str.

Bornšek L. 2009. Sestojne vrzeli pragozda Rajhenavski Rog: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana: 40 str.

Bottero A., Garbarino M., Dukić V., Govedar Z., Lingua E., Nagel T. A., Motta R. 2011. Gap-Phase Dynamics in the Old-Growth Forest of Lom, Bosnia and Herzegovina. *Silva Fennica*, 45, 5: 875-887.

Brinar M. 1969. Vpliv svetlobe na razvoj bukovega mladja. Zbornik – Research reports, 7: 61-144.

Brokaw N., Busing R. Z. 2000. Niche versus chance and tree diversity in forest gaps. Trends in ecology and evolution, 15: 183-188.

Burschel P., Schmaltz J. 1965. Die Bedeutung des Lichtes für die Entwicklung junger Buchen. Allgemeine Forst und Jagdzeitung, 136: 193 – 210.

Burton J. I., Zenner E. K., Frelich L. E., Cornett M. W. 2009. Patterns of plant community structure within and among primary and second-growth northern hardwood forest stands. *Forest Ecology and Management*, 258: 2556-2568.

Busing R. T., White P. S. 1997. Species diversity and smallscale disturbance in an old-growth temperate forest: a consideration of gap-partitioning concepts. *Oikos*, 78: 562-568.

Canham C. D., Denslow J. S., Platt W. J., Runkle J. R., Spies T. A., White P. S. 1990. Light regimes beneath canopies and tree-fall gaps in temperate and tropical forests. *Canadian Journal of Forest Research*, 20: 620-631.

Cao K. F., Ohkubo T. 1999. Suppression and release during canopy recruitment in *Fagus crenata* and *Acer mono* in two old-growth beech forest in Japan. *Plant Ecology*, 145: 281-290.

Chazdon R. F., Fetcher, N. 1984. Photosynthetic light environments in a lowland tropical rain forest in Costa Rica. *Journal of Ecology*, 72: 553-564.

Chazdon R. F., Field C. 1987. Photographic estimation of photosynthetically active radiation: evaluation of a computerized technique. *Oecologia*, 73: 525-532.

Collet C., Chenost C. 2006. Using competition and light estimates to predict diameter and height growth of naturally regenerated beech seedlings growing under changing canopy conditions. *Forestry*, 79: 489-502.

Collet C., Lanter O., Pardos M. 2001. Effects of canopy opening on height and diameter growth in naturally regenerated beech seedlings. *Annals of Forest Science*, 58: 127-134.

Collet C., Lanter O., Pardos M. 2002. Effects of canopy opening on the morphology and anatomy of naturally regenerated beech seedlings. *Trees*, 16: 291-298.

Collins B. S., Pickett S. T. A. 1987. Influence of canopy opening on the environment and herblayer in a northern hardwoods forest. *Vegetatio*, 70: 3-10.

Collins B. S., Pickett S. T. A. 1988. Demographic responses of herb layer species to experimental canopy gaps in a northern hardwoods forest. *Journal of Ecology*, 76: 437–450.

Cottam G., Curtis J.T. 1956. The use of distance measures in phytosociological sampling. *Ecology*, 37: 451-460.

Debeljak M. 1997. Jelka (*Abies alba* Mill.) v pomladku pragozda Pečka v zadnjih tridesetih letih. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 53: 29-48.

Denslow J. S., Spies T. 1990. Canopy gaps in forest ecosystems: an introduction. *Canadian Journal of Forest Research*, 20: 619.

Diaci J. 2002. Regeneration dynamics in a Norway spruce plantation on a silver fir-beech forest site in the Slovenian Alps. *Forest Ecology and Management*, 161: 27-38.

Diaci J. 2006. Gojenje gozdov: pragozdovi, sestoji, zvrsti, načrtovanje, izbrana poglavja: učbenik za študente univerzitetnega študija gozdarstva. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 348 str.

Diaci J., Bončina A. 1998. Contemporary research on regeneration patterns of central european virgin forests with recommendations for future research. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 56: 33-53.

Diaci J., Kozjek L. 2005. Beech sapling architecture following small and medium gap disturbance in silver fir-beech old-growth forest in Slovenia. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, 156: 481-486.

Diaci J., Pisek R., Hladnik D. 2006. Izpolnitev metodologije spremljanja razvoja gozdov v rezervatih.V: Monitoring gospodarjenja z gozdom in gozdnato krajino. Hladnik D. (ur.). (Studia forestalia Slovenica, 127). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 125-143.

Diaci J., Rozenbergar D., Boncina A. 2003. Interactions of light and regeneration in Slovenian Dinaric Alps: patterns in virgin and managed forests. V: Natural Forests in the Temperate Zone in Europe – Values and Utilisation. Mukachevo, Ukraine, 13–17 october 2003. Birmensdorf, Swiss Federal Research Institute WSL (Biosphere Reserve, 154-160).

Diaci J., Roženbergar D., Anić I., Mikac S., Saniga M., Kucbel S., Višnjić C., Ballian D. 2011. Structural dynamic and synchronous silver fir decline in mixed old-growth mountain forests in Eastern and Southeastern Europe. *Forestry*, 84, 5: 479-491.

Diaci J., Roženbergar D., Nagel T. A. 2010. Sobivanje jelke in bukve v Dinarijih: usmeritve za ohranitveno gospodarjenje z jelko. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 91: 59-74.

Dobrowolska D. 1998. Structure of silver fir (*Abies alba* Mill.) natural regeneration in the »Jata« reserve in Poland. *Forest ecology and management*, 110: 237-247.

Drösser L., von Lüpke B. 2005. Canopy gaps in two virgin beech forest reserves in Slovakia. *Journal of forest science*, 51, 10: 446-457.

Dubravac T., Čavlović J., Roth V., Vrbek B., Novotny V., Dekanić S. 2007. The structure and possibility of natural regeneration in managed and non-managed beech and fir forest in Croatia. *Periodicum Biologorum*, 109, 1: 21-27.

Emborg J. 1998. Understorey light conditions and regeneration with respect to the structural dynamics of a near-natural temperate deciduous forest in Denmark. *Forest Ecology and Management*, 106: 83-95.

Ferlin F. 2002. The growth potential of understorey silver fir and Norway spruce for uneven-aged forest management in Slovenia. *Forestry*, 75: 375-383.

Ferris R., Peace A. J., Humphrey J. W., Broome A. C. 2000. Relationship between vegetation, site type and stand structure in coniferous plantations in Britain. *Forest Ecology and Management*, 136: 35-51.

Ficko A., Poljanec A., Bončina A. 2011. Do changes in spatial distribution, structure and abundance of silver fir (*Abies alba* Mill.) indicate its decline?. Forest Ecology and Management, 261: 844-854.

Galhidy L., Mihok B., Hagyo A., Rajkai K., Standovar T. 2006. Effects of gap size and associated changes in light and soil moisture on the understory vegetation of a Hungarian beech forest. Plant Ecology, 183: 133-145.

Garbarino M., Mondino E. B., Lingua E., Nagel T. A., Dukić V., Govedar Z., Motta R. 2012. Gap disturbances and regeneration patterns in a Bosnian old-growth forest: a multispectral remote sensing and ground-based approach. Annals of Forest Science, 69, 5: 617-625.

Goff F. G., West D. 1975. Canopy-understorey interaction effects on forest population structure. Forest science, 21: 98-108.

Goldblum D. 1997. The effect of treefall gaps on understory vegetation in New Yourk state. Journal of vegetation science, 8: 125-132.

Goodburn M. J., Lorimer G. C. 1999. Population structure in old-growth and managed northern hardwoods: an examination of the balanced diameter distribution concept. Forest Ecology and Management, 118: 11-29.

Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarske enote Soteska 2014-2023. 2014. Novo mesto, Zavod za gozdove, Območna enota Novo mesto: 126 str.

Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarskega območja Kočevje 2011-2020. 2011. Kočevje, Zavod za gozdove, Območna enota Kočevje: 364 str.

Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarskega območja Novo mesto 2011-2020. 2011. Novo mesto, Zavod za gozdove, Območna enota Novo mesto: 296 str.

Gronewold C. A., D'Amato A. W., Palik B. J. 2010. The influence of cutting cycle and stocking level on the structure and composition of managed old-growth northern hardwoods. *Forest Ecology and Management*, 259: 1151-1160.

Hladnik D., Žižek Kulovec L. 2014. Consistency of stand density estimates and their variability in forest inventories in Slovenia. *Acta Silvae et Ligni*, 104: 1-14.

Hartman T. 1987. Gozdni rezervati Slovenije: pragozd Rajhenavski Rog. (Strokovna in znanstvena dela 89). Ljubljana, VTOZD za gozdarstvo Biotehniške fakultete v Ljubljani: 80 str.

Holeksa J. 2003. Relationship between field-layer vegetation and canopy openings in a Carpathian subalpine spruce forest. *Plant Ecology*, 168: 57-67.

Hughes J. W., Fahey T. J. 1991. Colonization dynamics of herbs and shrubs in a disturbed northern hardwood forest. *Journal of Ecology*, 79: 605-616.

Janowiak M. K., Nagel L. M., Webster C. R. 2008. Spatial Scale and Stand Structure in Northern Hardwood Forests: Implications for Quantifying Diameter Distributions. *Forest science*, 54: 497-506.

Jarni K., Robič D., Bončina A. 2005. Analiza vpliva parkljaste divjadi na poklajevanje dinarskega jelovo-bukovega gozda na raziskovalni ploskvi Trnovec v Kočevskem gozdnogospodarskem območju. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 74: 141-164.

Jenko A. 2007. Vpliv svetlobnih razmer na razrast bukovih gošč v jelovo-bukovih gozdovih: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani). Ljubljana: 95 str.

Johann E. 2006. Historical development of nature-based forestry in central Europe. V Nature-based forestry in Central Europe: alternatives to industrial forestry and strict preservation. Diaci J. (ur.). (Studia Forestalia Slovenica, 126). Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resource: 1-17.

Joubert M. 2005. Study of wood regeneration in gaps in a virgin fir-beech forest: seminarska naloga. (Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 29 str. (neobjavljen)

Keren S. 2015. Complexity of stand structures in two mixed mountain old-growth forests and adjacent managed forests in Bosnia and Herzegovina: doktorska disertacija. (Univerza v Ljubljani). Ljubljana: 147 str.

Keren S., Motta R., Govedar Z., Lucić R., Medarević M., Diaci J. 2014. Comparative Structural Dynamics of the Janj Mixed Old-Growth Mountain Forest in Bosnia and Herzegovina: Are Conifers in a Long-Term Decline?. *Forests*, 5: 1243-1266.

Klobučar B. 2013. Vpliv propadanja jelke (*Abies alba* Mill.) ter objedanje jelenjadi in srnjadi (*Cervidae* L.) na pomlajevanje drevesnih vrst v Kočevskem Rogu: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana: 45 str.

Klopčič M. 2005. Značilnosti vrzeli in razvoj mladja po vetrolomu leta 1983 v pragozdnem ostanku Pečka: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana: 83 str.

Klopčič M., Bončina A. 2011. Stand dynamics of silver fir (*Abies alba* Mill.) - European beech (*Fagus sylvatica* L.) forests during the past century: a decline of silver fir? *Forestry*, 84: 259-271.

Klopčič M., Diaci J. 2007. Gap characteristics and development of regeneration following a blowdown in the old-growth forest remnant Pečka. *Glasnik za šumske pokuse*, 42: 43-56.

Konečnik K., Zaplotnik V. 2001. Pragozdni rezervat Strmec – raziskave zgradbe naravnega gozda in primerjave izbranih metod: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana: 107 str.

Kordiš F. 1993. Dinarski jelovo bukovi gozdovi v Sloveniji. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo: 139 str.

Korpel Š. 1996. Razvoj i struktura bukovo-jelovih prašuma i njihova primjena kod gospodarenja prebornom šumom. Šumarski list 120, 3-4: 203-209.

Korpel Š. 1995. Urwaelder der Westkarpaten. Stuttgart, Jena, New York, Gustav Fisher Verlag: 310 str.

Kotar M. 2005. Zgradba, rast in donos gozda na ekoloških in fizioloških osnovah. Ljubljana, Zveza gozdarskih društev Slovenije in zavod za gozdove Slovenije: 500 str.

Kramarić Ž., Iculano T. 1989. O strukturi in normalitetu šume bukve i jele (*Abieti-Fagetum illyricum* Horv. 1938) na primjeru prašume Čorkove uvale. Šumski list, 581: 1-12.

Kutnar L., Kobler A. 2011. Prediction of forest vegetation shift due to different climate-change scenarius in Slovenia. Šumarski list, 135, 3-4: 113-126.

Landolt E. 2010. Flora indicativa: ökologische Zeigerwerte und biologische Kennzeichen zur Flora der Schweiz und der Alpen (ecological indicator values and biological attributes of the Flora of Switzerland and the Alps). 1. Aufl. Bern, Stuttgart, Wien, Verlag Paul Haupt: 378 str.

Leak B. W. 1996. Long-Term Structural Change in Uneven-Aged Northern Hardwoods. Forest Science, 42: 160-165.

Leibundgut H. 1982 Europäische Urwälder der Bergstufe, dargestellt fuer Forstleute, Naturwissenschaftler und Freunde des Waeldes. Bern, Paul Haupt: 308 str.

Letni načrt za III. Kočevsko-Belokranjsko lovsko upravlјavsko območje za leto 2015. 2014. Kočevje, Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Kočevje.

Levanič T. 1996. Dendrokronološka in dendroekološka analiza propadajočih vladajočih in sovladajočih jelk (*Abies alba* Mill.) v dinarskem fitogeografskem območju: doktorska disertacija. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta). Ljubljana: 167 str.

Lindenmayer D., Franklin J. F. 2003. Towards Forest Sustainability. CSIRO Publishing: 212 str.

Lutz H. J. 1930. The vegetation of Hearts Content, a virgin forest in northwestern Pennsylvania. *Ecology*, 58: 139-148.

Madsen P. 1994. Growth and survival of *Fagus sylvatica* (L.) seedlings in relation to light intensity and soil water content. *Scandinavian journal of forest research*, 9: 316-322.

Madsen P., Larsen J. B. 1997. Natural regeneration of beech (*Fagus sylvatica* L.) with respect to canopy density, soil moisture and soil carbon content. *Forest ecology and management*, 97: 95-105.

Marinček L. 1987. Bukovi gozdovi na Slovenskem. Ljubljana, Delavska enotnost: 153 str.

Marinček L., Mucina L., Zupančič M., Poldini L., Dakskobler I., Accetto M. 1993. Nomenklatorische Revision der illyrischen Buchenwälder. *Studia Geobotanica* 12: 121-135.

Marinšek A., Diaci J. 2004. Razvoj inicialne faze na vetrolomni površini v pragozdnem ostanku Ravna gora. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*. 73: 31-50.

Marinšek A., Diaci J. 2011. A comparison of structural characteristics and ecological factors between forest reserves and managed silver fir – norway spruce forests in Slovenia. *Ekologija*, 30: 51-61.

Matić S. 1983. The impact of ecological and structural factors on natural regeneration of fir and beech selection forest in Gorski Kotar. *Glasnik za šumske poskuse*, 21: 223-400.

McElhinny C., Gibbons P., Brack C., Bauhus J. 2005. Forest and woodland stands structural complexity: Its definition and measurement. *Forest Ecology and Management*, 218: 1-24.

McGee G. G., Leopold J. D., Nyland D. R. 1999. Structural characteristics of old-growth, maturing, and partially cut Northern hardwood forests. *Ecological Applications*, 9: 1316-1329.

Melik A. 1959. Posavska Slovenija. Ljubljana, Slovenska matica: 595 str.

Messier C., Doucet R., Ruel J. C., Claveau Y., Kelly C., Lechowicz M. J. 1999. Functional ecology of advance regeneration in relation to light in boreal forest. *Canadian Journal of Forest Research*, 29: 812-823.

Mihok B., Galhidy L., Kenderes K., Standover T. 2007. Gap Regeneration Patterns in a Semi-natural Beech Forest Stand in Hungary. *Acta Silvatica & Lingaria Hungarica*, 3: 31-45.

Mikac S. 2010. Strukturna in regeneracijska dinamika bukovo-jelove prašume Čorkova uvala: doktorska disertacija. (Sveučilište u Zagrebu). Zagreb: 160 str.

Mikac S., Roženberger D., Anić I., Diaci J. 2007. Characteristics of gap regenerations in Dinaric beech-fir virgin forests. *Glasnik za šumske pokuse*, 42: 29-42.

Mlinšek D. 1964. Sušenje jelke v Sloveniji – prvi izsledki. *Gozdarski vestnik*, 5/6: 145-159.

Mlinšek D. 1967a. Pomlajevanje in nekatere razvojne značilnosti bukovega in jelovega mladja v pragozdu na Rogu. *Zbornik Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani*, 15: 7-32.

Mlinšek D. 1967b. Rast in sposobnost reagiranja pragozdne bukve. *Zbornik Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani*, 15: 64-79.

Mlinšek D. 1968. Sproščena tehnika gojenja gozdov na osnovi nege. Ljubljana. Poslovno združenje gozdnogospodarskih organizacij: 117 str.

Mlinšek D., Accetto M., Anko B., Piskernik M., Robič D., Smolej I., Zupančič M. 1980. Gozdni rezervati v Sloveniji. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo: 414 str.

Mlinšek D., Zupančič M. 1974. Enoletne rast vršnih mladič v bukovi gošči jelovo-bukovega pragozda. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 12: 67-86.

Močilnikar H. 2006. Obnovitveni cikli pragozdnega ostanka Rajhenavski Rog: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana: 84 str.

Mountford E., Savill P.S., Bebbet D.P. 2006. Pattern of regeneration and ground vegetation associated with canopy gaps in a managed beechwood in southern England. Forestry, 79: 389-408.

Nagel T. A., Svoboda M. 2008. Gap disturbance regime in a subalpine old-growth Fagus-Abies forest in the Dinaric Mountains, Bosnia-Herzegovina. (neobjavljen)

Nagel T. A., Diaci J. 2006. Intermediate wind disturbance in an old-growth beech-fir forest in southeastern Slovenia. Canadian journal of forest research, 36: 629-638.

Nagel T. A., Diaci J., Jerina K., Kobal M., Roženberger D. 2014. Simultaneous influence of canopy decline and deer herbivory on regeneration in a conifer-broadleaf forest. Canadian journal of forest research, 45: 265-274.

Nagel T. A., Svoboda M., Diaci J. 2006. Regeneration patterns after intermediate wind disturbance in an old-growth Fagus-Abies forest in southeastern Slovenia. Forest Ecology and Management, 226: 268-278.

Nagel T. A., Svoboda M., Rugani T., Daci J. 2010. Gap regeneration and replacement patterns in an old-growth *Fagus-Abies* forest of Bosnia-Herzegovina. *Plant ecology*, 208: 307-318.

Neumann M., Starlinger F. 2001. The significance of different indices for stand structure and diversity in forests. *Forest Ecology and Management*, 145, 91-106.

NGP - Nacionalni gozdni program. 2007. Ur. I. RS, št. 111/07

Nicolini E., Caraglio Y. 1994. L'influence de divers caracteres architecturaux sur l'apparition de la fourche chez *Fagus sylvatica*, en fonction de l'absence ou de la presence d'un couvert. *Canadian journal of botany*, 72: 1723-1734.

Numata S., Yasuda M., Okuda T., Kachi N., Supardi M. N. 2006. Canopy gap dynamics of two different forest stands in a Malaysian lowland rain forest. *Journal of Tropical Forest Science*, 18: 109-119.

Ohkubo T. 1992. Structure and dynamics of Japanese beech (*Fagus japonica* Maxim.) stools and sprouts in the regeneration of the natural forests. *Vegetatio*, 101: 65-80.

Ohkubo T., Tanimoto T., Peters R. 1996. Response of Japanese beech (*Fagus japonica* Maxim.) sprouts to canopy gaps. *Vegetatio*, 124: 1-8.

Operativni program – program upravljanja območij Natura 2000 za obdobje 2007-2013. 2007. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor: 66 str.

Oštir K. 2006. Daljinsko zaznavanje. Ljubljana, Založba ZRC, 250 str.

Paluch J. 2005a. Spatial distribution of regeneration in West-Carpathian uneven-aged silver fir forest. *European Journal of Forest Research*, 124: 47-54.

Paluch J. 2005b. The influence of the spatial pattern of trees on forest floor vegetation and silver fir (*Abies alba* Mill.) regeneration in uneven-aged forest. Forest Ecology and Management, 205: 283-298.

Pearcy R. W. 1983. The light environment and growth of C₃ and C₄ tree species in the understory of a Hawaiian forest. Oecologia. 58: 19-25.

Perko F. 1977. Vplivi divjadi na naravno obnovo jelovih in bukovih gozdov na visokem Krasu. Gozdarski vestnik, 35, 5: 191-204.

Perme Z. 2008. Razvoj mladja v vrzelih pragozdnega rezervata Rajhenavski Rog: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani), Ljubljana: 45 str.

Peters R. 1992. Ecology of beech forest in the northern hemisphere: doktorska disertacija. (Wageningen Agricultural University). Wageningen: 125 str.

Peteržinek S. 2009. Naravna obnova v eksperimentalnih vrzelih jelovo – bukovih gozdov na Kočevskem: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani). Ljubljana: 58 str.

Petritan A. M., von Lupke B., Petritan I. C. 2009. Influence of light availability on growth, leaf morphology and plant architecture of beech (*Fagus sylvatica* L.), maple (*Acer pseudoplatanus* L.) and ash (*Fraxinus excelsior* L.) saplings. European Journal of Forest Research, 128, 1: 61-74.

Pinheiro J. C., Bates D. M. 2000. Mixed Effects Models in S and S-PLUS. New York Springer: 528 str.

Ponge J. F., Ferdy J. B. 1997. Growth of *Fagus sylvatica* saplings in an old-growth forest as affected by soil and light conditions. Journal of Vegetation Science, 8: 789-796.

Puncer I. 1980. Dinarski jelovo-bukovi gozdovi na Kočevskem. (Razprave, 22, 6). Ljubljana, Slovenska akademija znanosti in umetnosti: 561 str.

Putz F., Brokaw N. V. L. 1989. Sprouting of broken trees on Barro Colorado Island, Panama. *Ecology*, 70: 508-512.

Razpotnik K. 2008. Značilnosti sestojnih vrzeli v izbranih bukovih in jelovo – bukovih pragozdnih ostankih Slovenije: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani). Ljubljana: 66 str.

Regent 2003. WinSCANOPY for hemispherical image analysis: manual. Regent instruments: 104 str.

Robakowski P., Montpied P., Dreyer E. 2003. Plasticity of morphological and physiological traits in response to different levels of irradiance in seedlings of silver fir (*Abies alba* Mill.), *Trees-structure and function*, 17, 5: 431-441.

Robič D. in Bončina A. 1990. Sestava in struktura naravnega mladovja bukve in jelke v Dinarskem jelovem bukovju ob izključitvi vpliva rastlinojede parkljaste divjadi. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 36: 69-78.

Robinson A. P., Hamann J. D. 2010. *Forest Analytics with R: an Introduction*. New York Springer,: 175 str.

Roloff A., Romer H. P. 1989. Beziehungen zwischen Krone und Wurzel bei der Rotbuche (*Fagus sylvatica* L.). *Allgemeine Forest und Jagdzeitung*, 160: 200-205.

Roženberger D. 1999. Razvojne značilnosti sestojev v pragozdovih Pečka in Rajhenavski Rog: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana: 77 str.

Roženberger D. 2007. Vpliv svetlobe na razrast bukovega mladovja v gospodarskem gozdu in pragozdu na dinarskih jelovo-bukovih rastiščih Kočevskega Roga: magistrsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana: 108 str.

Roženberger D. 2012. Razvoj, rast in razrast bukve (*Fagus sylvatica* L.) v starejši inicialni fazni v raznomernih dinarskih jelovo-bukovih gozdovih: doktorska disertacija. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta). Ljubljana: 159 str.

Roženberger D., Daci J. 2003. Comparative Studies of Gap-phase Regeneration in Managed and Natural Beech Forest in Different Parts of Europe: Slovenia. NAT-MAN Working Report: 8 str.

Roženberger D., Daci J. Mikac S., Anić I. 2007. Gap regeneration patterns in relationship to light heterogeneity in two old-growth beech-fir forest reserves in South East Europe. *Forestry*, 80, 4: 431-443.

Roženberger D., Daci J., Haar B. 2002. Long Term Stand Structure Changes in Virgin Forest Remnant Pecka – Slovenia. NAT-MAN Working Report: 8 str.

Roženberger D., Kolar U., Čater M., Daci J. 2011. Comparison of four methods for estimating relative solar radiation in managed and old-growth silver fir-beech forest. *Dendrobiology*, 65: 73-82.

Runkle J. R. 1981. Gap regeneration in some old-growth forest of the eastern United States. *Ecology*, 62: 1041-1051.

Runkle J. R. 1982. Patterns of disturbance in some old-growth mesic forest of eastern North America. *Ecology*, 63: 1533-1546.

Runkle J. R. 1990. Gap dynamics in an Ohio Acer-Fagus forest. *Canadian Journal of Forest Research*, 20: 632-641.

Sagheb-Talebi K., Schutz J. P. 2002. The structure of natural oriental beech (*Fagus orientalis*) forests in the Caspian region of Iran and potential for the application of the group selection system. *Forestry*, 75: 465-472.

Sagheb-Thalebi K. 1995. Study of same characteristics of young beeches in the regeneration gaps of irregular shelterwood system (Femelschlag). V: 5th Beech Symposium of the IUFRO Project Group P.1.10-00. 1995. Madsen S. F. (ur). Mogenstrup, Denmark, Forskningscentret for Skov&Landskab: 105-116.

Sagheb-Thalebi K. 1996. Quantitative und qualitative Merkmale von Buchen-jungwuechsen (*Fagus sylvatica* L.) unter dem Einfluss des Lichtes und anderer Standortsfaktoren. Zurich, Beiheft zur Schweizerischen Zeitschrift für Forstwesen: 219 str.

Schaetzl R. J., Burns S. F., Johnson D. L., Small T. W. 1989. Tree uprooting: review of impacts on forest ecology. *Vegetatio*, 79: 165-176.

Scheller M. R., Mladenoff J. D. 2002. Understory species patterns and diversity in old-growth and managed northern hardwood forests. *Ecological Applications*, 12: 1329-1343.

Schumann M. E, White A. S., Witham J. W. 2003. The effect of harvest-created gaps on plant species diversity, composition, and abundance in a Maine oak-pine forest. *Forest Ecology and Management*, 176: 543-561.

Schütz J. P. 1992. Die waldbaulichen Formen und die Grenzen der Planterung mit Laubbbaumarten. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, 143: 442-460.

Sefidi K., Mohadjer M. R. M., Mosandl R., Copenheaver C. A. 2011. Canopy gaps and regeneration in old-growth Oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stands, northern Iran. *Forest ecology and Management*, 262: 1094-1099.

Splechtna B. E., Gratzer G. 2005. Natural disturbances in Central European forests: approaches and preliminary results from Rothwald Austria. *Forest snow and landscape research*, 79, 1/2: 57-67.

Stancioiu P. T., O'Hara K. L. 2006. Morphological plasticity of regeneration subject to different levels of canopy cover in mixed-species, multiaged forests of the Romanian Carpathians. *Trees-Structure and Function*, 20: 196-209.

Suner A., Rohring E. 1980. Die Entwicklung des Buchennatuverjungung in Abhangigkeit von der Auflichtung des Altbestandes. Forstarchiv, 51: 145-149.

Šafar J. 1958. Proces pomlađivanja jele i bukve u Hrvatskim prašumama. Šumarski list, 11: 441-449.

Šafar J. 1964. Kakvoča bukovog mladika u sastojinama Dinarskih planina. Šumarski list, 88: 307-315.

Takyu M. 1998. Shoot growth and tree architecture of sapling of the major canopy dominants in a warm-temperate rainforest. Ecological Research, 13: 55-64.

Turk V., Kastelic A., Hartman T., Ambrožič P., Zupančič M. 1985. Gozdni rezervati Slovenije: pragozd Pečka. Ljubljana, Biotehniška fakulteta: 75 str.

Valverde T., Silvertown J. 1997. Canopy Closure Rate and Forest Structure. Ecology, 78: 1555-1562.

Veselič Ž. 1991. Na Postonjskem preštevilna divjad še naprej hudo ogroža gozdno mladje. Gozdarski vestnik, 49, 3: 147-157.

Višnjić Ć., Solaković S., Mekić F., Balić B., Vojniković S., Dautbašić M., Gurda S., Ioras F., Ratnasingam J. in Abrundan I.V. 2013. Comparison of structure, regeneration and dead wood in virgin forest remnant and managed forest on Grmeč Mountain in Western Bosnia. Plant Biosystems, 147, 4: 913-922.

Vrska T., Adam D., Hort L., Kolář T., Janík D. 2009. European beech (*Fagus sylvatica* L.) and silver fir (*Abies alba* Mill.) rotation in the Carpathians: A developmental cycle or a linear trend induced by man?. Forest Ecology and Management, 258: 347-356.

Wagner S., Collet C., Madsen P., Nakashizuka T., Nyland R.D., Sagheb-Talebi K. 2010. Beech regeneration research: From ecological to silvicultural aspect. Forest Ecology and Management, 259: 2172–2182.

Watt A. S. 1923. On the ecology of the British beech woods with special reference to their regeneration (I): the causes of failure of natural regeneration of beech (*Fagus sylvatica* L.). *Journal of Ecology*, 11: 1-48.

Wirth C., Gleixner G., Heimann M. 2009. Old-Growth Forests: Function, Fate and Value. Springer Science & Business Media: 512 str.

Woodall C. W., Miles P. D., Vissage J. S. 2005. Determining maximum stand density index in mixed species stands for strategic-scale stocking assessments. *Forest Ecology and Management*, 216: 367-377.

Woodall C. W., Perry C. H., Miles P. D. 2006. The relative density of forests in the United States. *Forest Ecology and Management*, 226: 368-372.

Wraber M. 1952. O gozdnogospodarskem in kulturno znanstvenem pomenu pragozdnih rezervatov. *Biološki vestnik*, 1: 38-66.

Yrska T. 2008. Spreminjanje razvojnih faz pragozdnega ostanka Rajhenavski Rog: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana: 58 str.

Zelena knjiga o varstvu gozdov in informacijah o stanju gozdov v EU: Kako pripraviti gozdove na podnebne spremembe? SEC(2010)163 final. Evropska komisija: 23 str.

Zeibig A., Diaci J., Wagner S. 2005. Gap disturbance patterns of a *Fagus sylvatica* virgin forest remnant in the mountain vegetation belt of Slovenia. *Forest Snow Landscape Research*, 79: 69-80.

Zuur A. F., Ieno E. N., Walker N. J., Saveliev A. A., Smith G. M. 2009. Mixed Effects Models and Extensions in Ecology with R. New York, Springer,: 512 str.

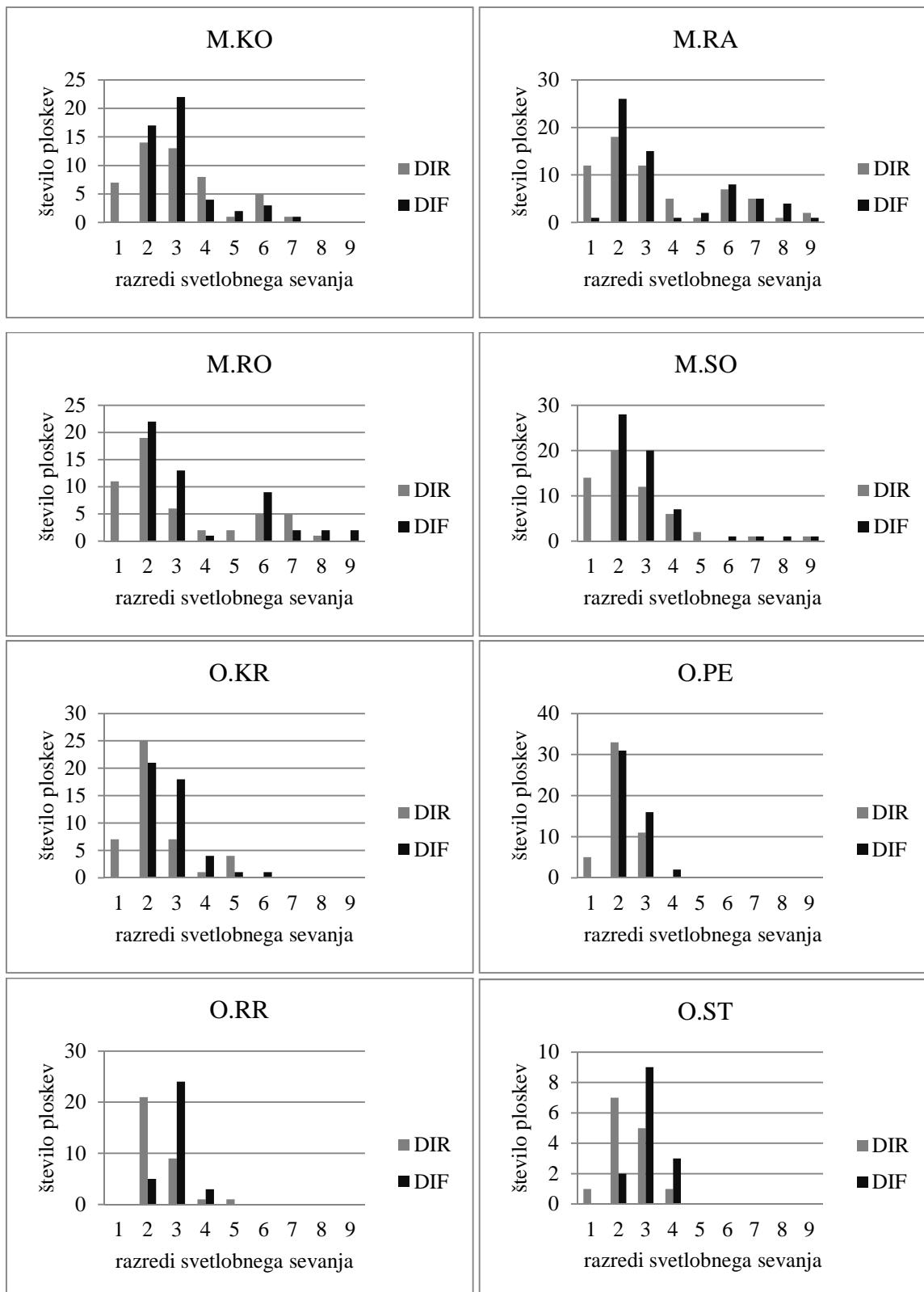
PRILOGE

PRILOGA A: Povprečne vrednosti direktnega (FDIR) in razpršenega (FDIF) sevanja po objektih raziskave

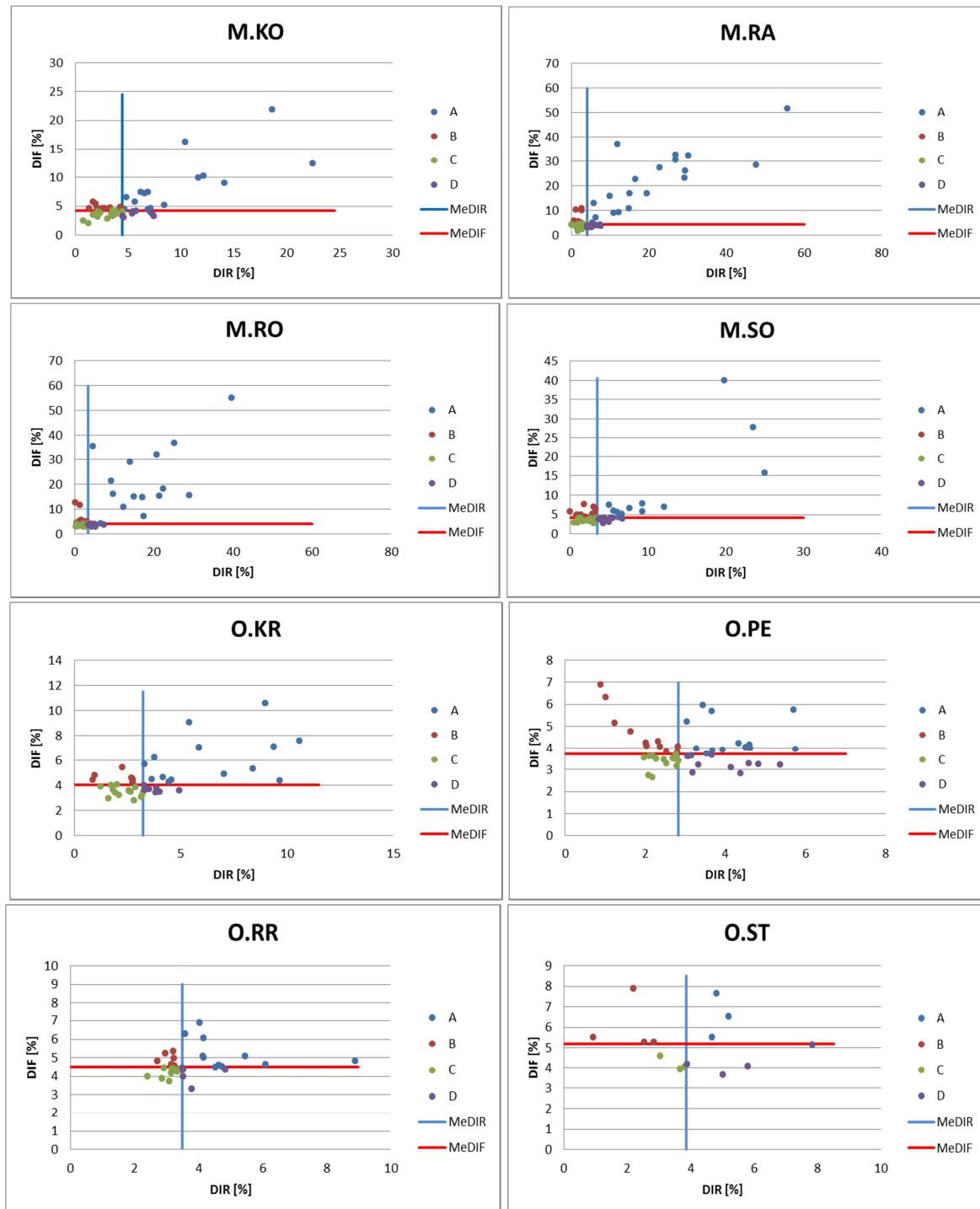
	FDIR (%)							
	M.KO	M.RA	M.RO	M.SO	O.KR	O.PE	O.RR	O.ST
Aritmetična sredina	5,50	8,58	7,21	5,66	3,54	3,15	3,63	4,01
Standardni odklon	4,27	11,10	8,50	8,66	1,91	1,10	1,23	1,73
Mediana	4,45	4,06	3,49	3,54	2,89	3,00	3,49	3,85
Spodnji kvartil	4,27	5,78	4,82	3,40	2,97	2,83	3,19	3,02
Zgornji kvartil	6,72	11,37	9,60	7,91	4,11	3,46	4,08	5,01
Minimum	0,79	0,11	0,20	0,03	1,12	1,40	1,20	0,92
Maksimum	22,41	55,70	39,79	59,83	10,93	6,91	6,29	7,83
Število ploskev (N)	49	66	52	59	66	49	32	14

	FDIF (%)							
	M.KO	M.RA	M.RO	M.SO	O.KR	O.PE	O.RR	O.ST
Aritmetična sredina	5,45	9,49	9,46	6,69	4,39	4,02	4,54	5,23
Standardni odklon	3,56	10,56	10,87	10,10	1,52	0,99	1,34	1,34
Mediana	4,29	4,31	4,10	4,03	4,10	3,72	4,31	5,21
Spodnji kvartil	4,42	6,83	6,40	4,06	3,93	3,74	4,06	4,46
Zgornji kvartil	6,47	12,15	12,51	9,32	4,84	4,30	5,02	6,00
Minimum	2,01	1,65	2,85	2,58	1,20	2,58	1,10	3,65
Maksimum	21,95	54,61	54,91	69,22	10,50	6,93	8,16	7,89
Število ploskev (N)	49	66	52	59	46	49	32	14

PRILOGA B: Frekvenčne porazdelitve direktnega (FDIR) in razpršenega (FDIF) sevanja po objektih raziskave (razredi - 1 = 0,00 % - 2,00 %; 2 = 2,01 % - 4,00 %; 3 = 4,01 % - 6,00 %; 4 = 6,01 % - 8,00 % ; 5 = 8,01 % - 10,00 %; 6 = 10,01 % - 20,00 %; 7 = 20,01 % - 30,00 %; 8 = 30,01 % - 40,00 %; 9 = 40,01 % - 70,00 %)



PRILOGA C: Grafi direktnega in razpršenega sevanja razdeljenega na stratume (A, B, C in D) za posamezne objekte raziskave

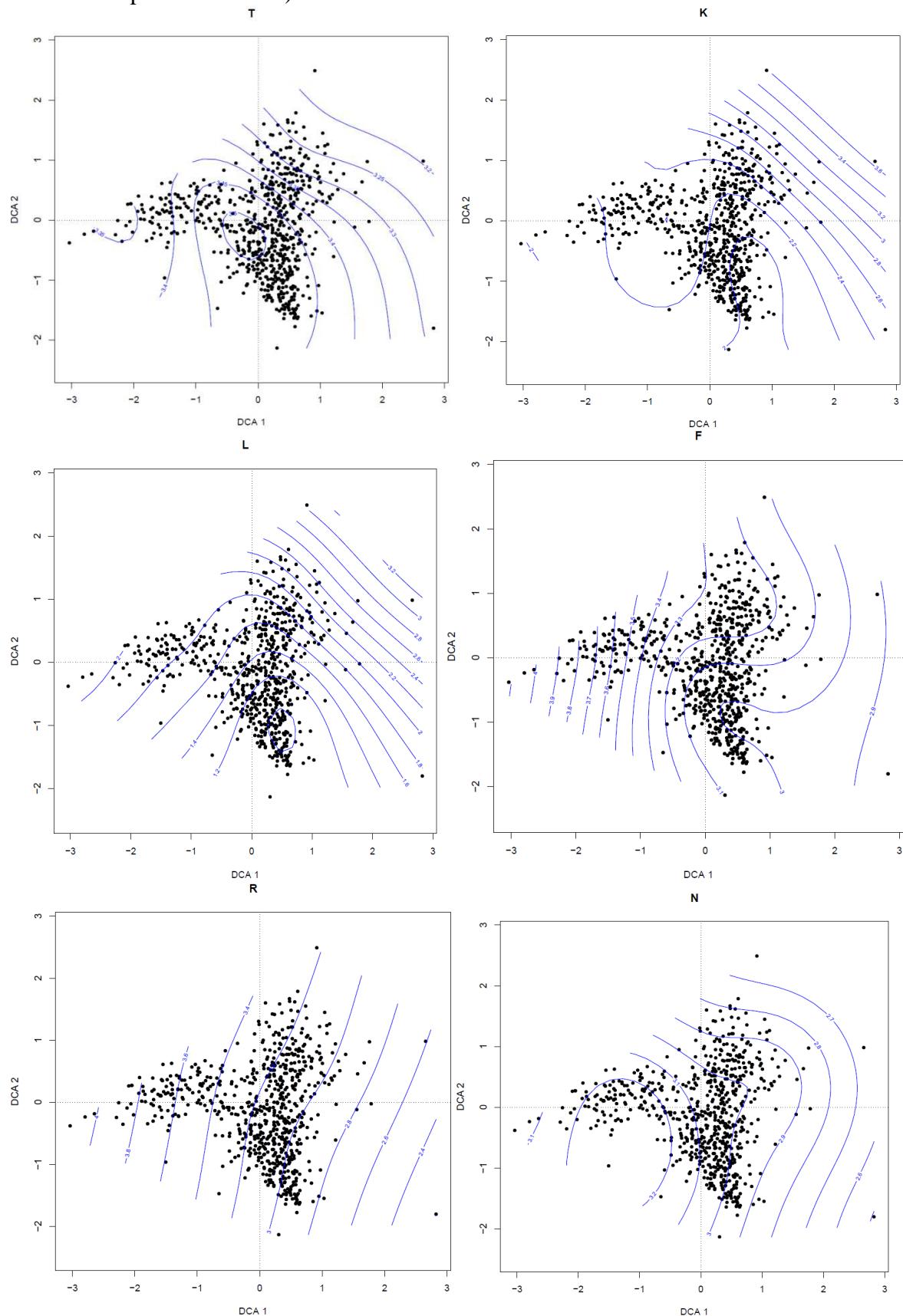


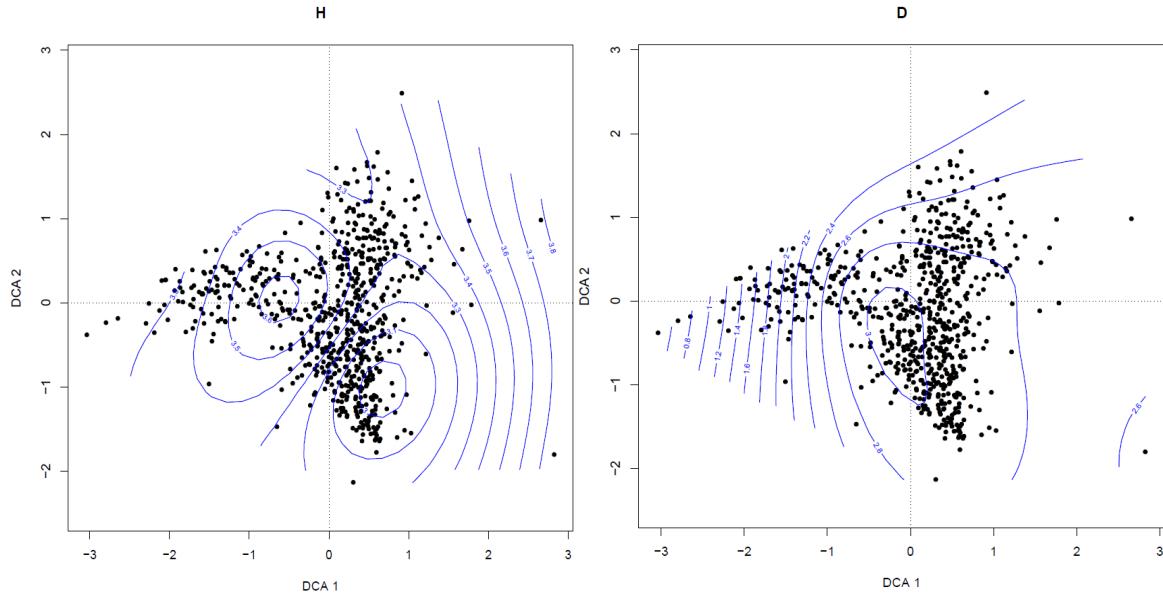
PRILOGA D: Landoltove fitoindikacijske vrednosti po objektih raziskave in rezultati analize Mann-Whitney U testa

	M.KO (N=49)				O.ST (N=51)				p
	M	SD	Me	min-max	M	SD	Me	min-max	
Lan_T	3,44	0,38	3,50	2,60-4,50	3,48	0,24	3,50	3,00-4,00	0,539
Lan_K	2,29	0,56	2,06	2,00-4,81	2,23	0,47	2,00	2,00-3,90	0,103
Lan_L	1,58	0,50	1,50	1,00-3,00	1,47	0,56	1,23	1,00-2,97	0,079
Lan_F	3,14	0,25	3,07	2,09-3,50	3,12	0,29	3,03	2,53-4,00	0,111
Lan_R	2,98	0,45	3,00	2,00-4,00	3,14	0,40	3,00	2,00-4,00	0,305
Lan_N	2,96	0,26	3,00	2,00-4,00	2,93	0,24	3,00	2,05-3,18	0,593
Lan_H	3,27	0,49	3,13	2,67-5,00	3,28	0,64	3,00	3,00-5,00	0,160
Lan_D	2,74	0,55	3,00	1,00-3,25	2,74	0,64	3,00	1,00-3,10	0,150
	M.RA (N=66)				O.KR (N=124)				p
	M	SD	Me	min-max	M	SD	Me	min-max	
Lan_T	3,16	0,43	3,29	2,00-4,25	3,41	0,39	3,50	2,05-4,30	0,000
Lan_K	2,39	0,38	2,25	2,00-3,25	2,23	0,28	2,11	2,00-3,17	0,012
Lan_L	1,72	0,53	1,69	1,00-2,82	1,79	0,31	1,90	1,00-2,70	0,291
Lan_F	3,22	0,22	3,22	2,75-3,85	3,54	0,31	3,48	3,02-3,99	0,000
Lan_R	3,34	0,68	3,07	2,00-5,00	3,54	0,42	3,55	2,15-4,00	0,000
Lan_N	2,95	0,20	3,00	2,17-3,66	3,17	0,28	3,06	2,23-3,98	0,000
Lan_H	3,33	0,49	3,15	3,00-5,00	3,36	0,46	3,15	2,99-4,76	0,229
Lan_D	2,74	0,41	2,92	1,43-3,19	2,22	0,75	2,56	1,03-3,00	0,000
	M.RO (N=52)				O.RR (N=164)				p
	M	SD	Me	min-max	M	SD	Me	min-max	
Lan_T	3,49	0,28	3,50	2,67-4,50	3,46	0,20	3,50	2,50-4,00	0,795
Lan_K	2,25	0,43	2,02	2,00-4,00	2,23	0,44	2,02	2,00-4,00	0,999
Lan_L	1,45	0,60	1,10	1,00-3,00	1,32	0,46	1,07	1,00-3,00	0,348
Lan_F	3,16	0,25	3,03	2,59-3,92	3,12	0,17	3,02	3,00-3,63	0,165
Lan_R	2,95	0,43	3,00	1,18-4,00	3,21	0,40	3,04	2,00-4,00	0,000
Lan_N	2,96	0,27	3,00	2,10-3,83	3,16	0,30	3,01	2,75-4,00	0,000
Lan_H	3,18	0,41	3,00	3,00-4,90	3,50	0,74	3,08	3,00-5,00	0,001
Lan_D	2,84	0,43	3,00	1,23-3,00	2,98	0,17	3,00	1,00-3,09	0,000
	M.SO (N=59)				O.PE (N=164)				p
	M	SD	Me	min-max	M	SD	Me	min-max	
Lan_T	3,47	0,37	3,50	3,00-4,50	3,49	0,12	3,50	3,00-4,38	0,007
Lan_K	2,33	0,38	2,17	2,00-3,17	2,03	0,12	2,00	2,00-3,00	0,000
Lan_L	1,66	0,66	1,69	1,00-3,00	1,05	0,23	1,00	1,00-3,00	0,000
Lan_F	3,17	0,23	3,12	2,50-3,50	3,02	0,09	3,00	2,98-3,75	0,000
Lan_R	3,08	0,44	3,00	2,00-4,00	3,00	0,13	3,00	2,00-4,00	0,229
Lan_N	3,04	0,27	3,00	2,00-3,86	2,99	0,13	3,00	2,00-3,75	0,001
Lan_H	3,17	0,40	3,00	3,00-5,00	3,07	0,30	3,00	3,00-5,00	0,012
Lan_D	2,92	0,26	3,00	1,36-3,00	2,99	0,09	3,00	2,00-3,00	0,003

Lan_T, K, L, F, R, N, H, D – landoltove fitoindikacijske vrednosti za temperaturo (T), kontinentalnost (K), svetlobo (L), vlago (F), reakcijo tal (R), dušik (N), humus (H) in prezračenost tal (D)

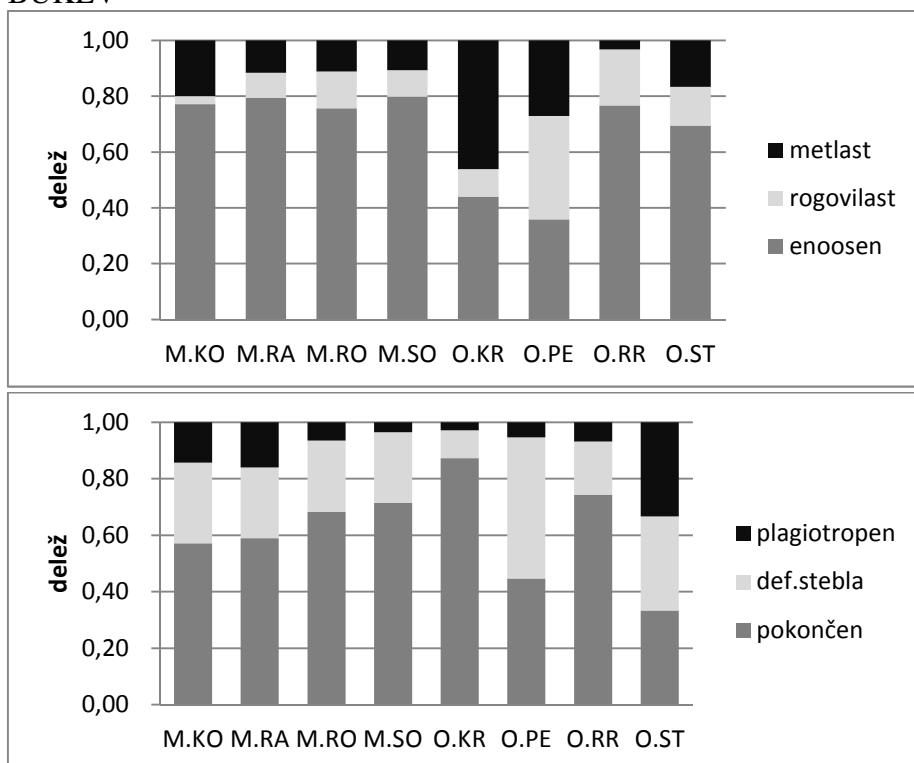
PRILOGA E: Grafični prikaz landoltovih fitoindikacijskih vrednosti (T-temperaturne razmere, K-kontinentalnost, L-svetlobne razmere, F-vлага, R-reakcija tal, N-dušik, H-humus in D-prezračenost tal) nanešenih na oblak točk iz DCA analize



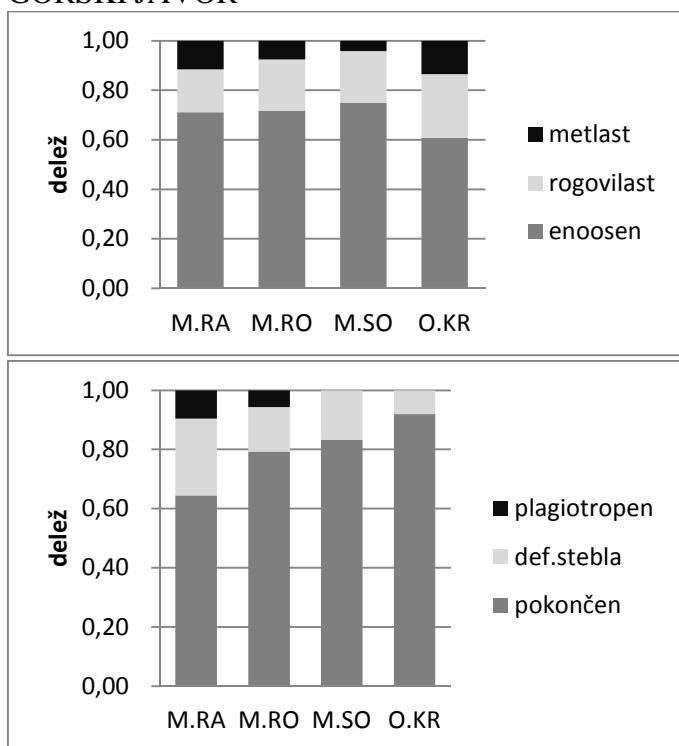


PRILOGA F: Deleži števila osebkov bukve in gorskega javora po objektih raziskave z metlastim, rogovilastim in enoosnim glavnim poganjkom, ter pokončno, deformirano in plagiotropno razrastjo

BUKEV



GORSKI JAVOR



PRILOGA G: Število osebkov (N), mediane (Me) in aritmetične sredine/povprečja (Povp.) za relativno direktno (FDIR) in razpršeno (FDIF) svetlobo, povprečni dolžinski prirastek (Prir.), indeksom ukrivljenosti (LD), indeksom sploščenosti krošnje (DK) in indeksom oblike krošnje (RSD) za celotne dominantne osebke z različno razrastjo v GG in PG

ZA DOMINANTNE BUKOVE OSEBKE

			Gospodarski gozd				Pragozd			
			Pok.	Def.	Plag.	p	Pok.	Def.	Plag.	p
FDIR	N	264	33	41	0,753	362	138	126	0,002	
	Me	3,76	3,74	4,45		3,29	2,63	3,30		
	Povp.	7,30	6,28	8,86		4,09	3,02	3,74		
FDIF	N	264	33	41	0,993	362	138	126	0,321	
	Me	4,98	4,01	3,92		4,35	3,95	4,24		
	Povp.	8,59	7,53	8,63		4,67	4,31	4,44		
Prir.	N	264	33	41	0,262	362	138	126	0,001	
	Me	7,50	4,80	8,67		7,00	5,67	5,33		
	Povp.	11,61	9,30	8,66		8,92	7,00	7,06		
LD	N	264	33	41	0,000	362	138	126	0,000	
	Me	0,89	0,86	0,81		0,82	0,81	0,79		
	Povp.	0,87	0,82	0,80		0,81	0,79	0,76		
DK	N	264	33	41	0,481	362	138	126	0,000	
	Me	0,29	0,33	0,22		0,25	0,19	0,17		
	Povp.	0,37	0,39	0,25		0,30	0,23	0,22		
RSD	N	264	33	41	0,000	362	138	126	0,000	
	Me	0,55	0,61	0,71		0,56	0,62	0,69		
	Povp.	0,55	0,88	0,68		0,58	0,64	0,66		

ZA DOMINANTNE OSEBKE GORSKEGA JAVORA

			Gospodarski gozd				Pragozd			
			Pok.	Def.	Plag.	p	Pok.	Def.	Plag.	p
FDIR	N	130	34	17	0,601	45	19	10	0,472	
	Me	3,24	2,70	2,55		2,09	1,59	2,74		
	Povp.	5,17	4,21	4,69		2,28	2,24	4,38		
FDIF	N	130	34	17	0,699	45	19	10	0,630	
	Me	4,16	4,31	4,29		2,10	1,59	2,74		
	Povp.	6,47	6,01	6,97		2,28	2,24	4,38		
Prir.	N	130	34	17	0,007	45	19	10	0,639	
	Me	2,23	1,13	1,33		1,67	1,83	1,25		
	Povp.	2,30	1,59	1,99		1,84	2,23	1,66		
LD	N	130	34	17	0,000	45	19	10	0,761	
	Me	0,95	0,86	0,62		0,83	0,85	0,78		
	Povp.	0,90	0,83	0,63		0,80	0,81	0,71		
DK	N	130	34	17	0,314	45	19	10	0,388	
	Me	0,99	0,94	1,00		0,66	0,61	0,59		
	Povp.	0,90	0,80	0,92		0,65	0,51	0,65		
RSD	N	130	34	17	0,261	45	19	10	0,575	
	Me	0,83	0,70	0,63		0,70	0,76	0,67		
	Povp.	0,86	0,79	0,69		0,68	0,79	0,70		

PRILOGA H: Število osebkov (N), mediane (Me) in aritmetične sredine/povprečja (Povp.) za relativno direktno (FDIR) in razpršeno (FDIF) svetlobo, povprečni dolžinski prirastek (Prir.), indeksom ukrivljenosti (LD), indeksom sploščenosti krošnje (DK) in indeksom oblike krošnje (RSD) za dominantne osebke z različno razrastjo glavnega poganjka v GG in PG

ZA DOMINANTNE BUKOVE OSEBKE

		Gospodarski gozd				Pragozd			
		Enoo.	Rog.	Metl.	p	Enoo.	Def.	Plag.	p
FDIR	N	219	86	33	0,000	415	162	45	0,000
	Me	3,77	3,74	4,45		3,30	2,63	3,30	
	Povp.	7,30	6,27	8,86		4,09	3,02	3,74	
FDIF	N	219	86	33	0,000	415	162	45	0,000
	Me	4,98	4,01	3,92		4,35	3,95	4,24	
	Povp.	8,60	7,53	8,63		4,67	4,31	4,44	
Prir.	N	219	86	33	0,000	415	162	45	0,000
	Me	7,50	4,80	8,67		7,00	5,67	5,33	
	Povp.	11,61	9,31	8,66		8,92	7,00	7,06	
LD	N	219	86	33	0,000	415	162	45	0,006
	Me	0,89	0,86	0,81		0,82	0,81	0,79	
	Povp.	0,87	0,82	0,80		0,81	0,79	0,76	
DK	N	219	86	33	0,000	415	162	45	0,000
	Me	0,29	0,33	0,22		0,25	0,19	0,17	
	Povp.	0,37	0,39	0,25		0,30	0,23	0,23	
RSD	N	219	86	33	0,644	415	162	45	0,092
	Me	0,55	0,61	0,71		0,56	0,62	0,69	
	Povp.	0,55	0,88	0,68		0,58	0,64	0,66	

ZA DOMINANTNE OSEBKE GORSKEGA JAVORA

		Gospodarski gozd				Pragozd			
		Enoo.	Rog.	Metl.	p	Enoo.	Rog.	Metl.	p
FDIR	N	129	39	13	0,000	68	6	0	0,538
	Me	3,06	3,02	5,10		2,27	1,56	/	
	Povp.	4,19	6,29	10,04		2,45	3,71	/	
FDIF	N	129	39	13	0,000	68	6	0	0,796
	Me	4,03	4,53	5,09		3,78	3,73	/	
	Povp.	5,71	7,36	12,53		3,60	3,14	/	
Prir.	N	129	39	13	0,004	68	6	0	0,342
	Me	2,23	1,50	2,17		1,67	0,75	/	
	Povp.	2,32	1,56	1,81		1,91	1,97	/	
LD	N	129	39	13	0,002	68	6	0	0,106
	Me	0,94	0,88	0,75		0,82	0,91		
	Povp.	0,88	0,84	0,71		0,78	0,85		
DK	N	129	39	13	0,000	68	6	0	0,405
	Me	1,00	0,86	0,92		0,65	0,52	/	
	Povp.	0,93	0,78	0,76		0,62	0,53	/	
RSD	N	129	39	13	0,775	68	6	0	0,685
	Me	0,78	0,79	0,66		0,72	0,68	/	
	Povp.	0,83	0,85	0,85		0,72	0,71	/	

PRILOGA I: Kontingenčne tabele s številom dreves za posamezen tip razrasti celotnih dominantnih osebkov in rezultat χ^2 testa. Rezultati so prikazani posebej za vsak tip svetlobe (FDIR in FDIF), objekte raziskave in skupaj za GG in PG

DOMINANTNI OSEBKI BUKVE V GG

		Kvartil	Enoosen	Def.debla	Plagiotr.	Skupaj	χ^2	df	p
FDIR	M.KO	1	6	0	2	8	6,383	6	0,382
		2	5	1	0	6			
		3	12	0	4	16			
		4	4	0	1	5			
	M.RA	1	16	2	4	22	5,988	6	0,425
		2	26	3	2	31			
		3	19	0	4	23			
		4	25	5	3	33			
FDIF	M.RO	1	22	4	4	30	8,426	6	0,209
		2	16	6	3	25			
		3	20	1	0	21			
		4	21	3	5	29			
	M.SO	1	14	3	5	22	11,511	6	0,074
		2	21	0	1	22			
		3	17	4	3	24			
		4	15	1	0	16			
FDIF	GG	1	58	9	15	82	6,968	6	0,324
		2	68	10	6	84			
		3	68	5	11	84			
		4	65	9	9	83			
	M.KO	1	3	1	2	6	12,284	6	0,056
		2	8	0	4	12			
		3	15	0	0	15			
		4	1	0	1	2			
FDIF	M.RA	1	34	0	2	36	26,706	6	0,000
		2	14	2	1	17			
		3	6	2	7	15			
		4	32	6	3	41			
	M.RO	1	17	6	2	25	3,859	6	0,696
		2	26	3	4	33			
		3	10	1	1	12			
		4	26	4	5	35			
FDIF	M.SO	1	12	1	4	17	8,093	6	0,231
		2	15	4	1	20			
		3	35	2	4	41			
		4	5	1	0	6			
	GG	1	66	8	10	84	2,084	6	0,833
		2	63	9	10	82			
		3	66	5	12	83			
		4	64	11	9	84			

DOMINANTNI OSEBKI BUKVE V PG

		Kvartil	Enoosen	Def.debla	Plagiotr.	Skupaj	χ^2	df	p
FDIR	O.KR	1	12	4	17	33	2,373	6	0,882
		2	14	4	12	30			
		3	10	1	9	20			
		4	14	3	18	35			
	O.PE	1	17	24	14	55	4,588	6	0,598
		2	16	15	13	44			
		3	16	19	12	47			
		4	12	5	7	24			
O.RR	O.RR	1	35	16	2	53	10,032	6	0,123
		2	60	12	0	72			
		3	54	16	4	74			
		4	61	10	3	74			
	O.ST	1	6	3	2	11	4,887	6	0,558
		2	3	0	0	3			
		3	9	1	1	11			
		4	7	1	3	11			
PG	PG	1	70	47	35	154	18,618	6	0,005
		2	93	31	25	149			
		3	89	37	26	153			
		4	94	19	31	147			
	FDIF	O.KR	1	16	3	16	2,515	6	0,867
			2	7	1	6			
			3	13	3	20			
			4	14	5	14			
O.PE	O.PE	1	24	33	21	78	10,555	6	0,103
		2	16	7	12	35			
		3	8	11	10	29			
		4	13	12	3	28			
	O.RR	1	29	5		34	3,980	6	0,679
		2	64	21	4	89			
		3	59	12	2	73			
		4	58	16	3	77			
O.ST	O.ST	1	5			5	9,198	6	0,163
		2	7	1		8			
		3	6	2	5	13			
		4	7	2	1	10			
	PG	1	74	41	37	153	13,853	6	0,031
		2	94	30	22	148			
		3	86	28	37	151			
		4	92	35	21	151			

DOMINANTNI OSEBKI GORSKEGA JAVORA V GG

		Kvartil	Enoosen	Def.debla	Plagiotr.	Skupaj	χ^2	df	p
FDIR	M.KO	1	/	/	/	/			
		2	/	/	/	/			
		3	/	/	/	/			
		4	/	/	/	/			
M.RA	1	10	4	4	18	6,125	6	0,406	
	2	20	7	1	28				
	3	23	4	4	31				
	4	20	3	3	26				
M.RO	1	9	4	1	14	3,097	6	0,797	
	2	12	3	1	16				
	3	9	2		11				
	4	8	2	2	12				
M.SO	1	9	2	1	12	3,500	6	0,744	
	2	3	0	0	3				
	3	1	0	0	1				
	4	5	3		8				
GG	1	28	10	6	45	3,955	6	0,683	
	2	35	10	2	47				
	3	33	6	4	43				
	4	33	8	5	46				
FDIF	M.KO	1	/	/	/	/	/	/	/
	2	/	/	/	/	/			
	3	/	/	/	/	/			
	4	/	/	/	/	/			
M.RA	1	18	7	5	30	5,973	6	0,426	
	2	21	1	2	24				
	3	14	5	2	21				
	4	20	5	3	28				
M.RO	1	13	2	0	15	10,402	6	0,109	
	2	9	5	0	14				
	3	6	3	1	10				
	4	9	1	3	13				
M.SO	1	0	0	0	0	2,547	6	0,652	
	2	6	1	0	7				
	3	9	4	1	14				
	4	3	0	0	3				
GG	1	31	9	5	45	5,328	6	0,502	
	2	36	7	2	45				
	3	29	12	4	46				
	4	32	6	6	44				

DOMINANTNI OSEBKI GORSKEGA JAVORA V PG

		Kvartil	Enoosen	Def.debla	Plagiotr.	Skupaj	χ^2	df	p
FDIR	O.KR	1	6	1	1	8	5,353	6	0,499
		2	12	6	0	18			
		3	9	5	3	17			
		4	11	4	4	19			
	PG	1	6	1	1	8	5,353	6	0,499
		2	12	6	0	18			
		3	9	5	3	17			
		4	11	4	4	19			
FDIF	O.KR	1	5	1	1	7	5,883	6	0,436
		2	12	6	1	19			
		3	13	2	3	18			
		4	8	7	3	18			
	PG	1	5	1	1	7	5,883	6	0,436
		2	12	6	1	19			
		3	13	2	3	18			
		4	8	7	3	18			

PRILOGA J: Kontingenčne tabele s številom dreves za posamezen tip razrasti glavnega poganjka dominantnih osebkov in rezultat χ^2 testa. Rezultati so prikazani posebej za vsak tip svetlobe (FDIR in FDIF), objekte raziskave in skupaj za GG in PG

DOMINANTNI OSEBKI BUKVE V GG

		Kvartil	Enojni	Rogovila	Metla	skupaj	χ^2	df	p
FDIR	M.KO	1	4	2	2	8	5,294	6	0,507
		2	4	2	0	6			
		3	10	3	3	16			
		4	2	3	0	5			
	M.RA	1	12	7	3	22	10,844	6	0,093
		2	25	3	3	31			
		3	9	8	6	23			
		4	20	7	6	33			
FDIF	M.RO	1	21	7	2	30	7,182	6	0,304
		2	13	11	1	25			
		3	15	5	1	21			
		4	22	4	3	29			
	M.SO	1	17	5	0	22	13,083	6	0,042
		2	14	8	0	22			
		3	14	7	3	24			
		4	15	1	0	16			
FDIF	GG	1	54	21	7	82	8,643	6	0,195
		2	56	24	4	84			
		3	48	23	13	84			
		4	59	15	9	83			
	M.KO	1	2	2	2	6	6,854	6	0,335
		2	7	2	3	12			
		3	10	5	0	15			
		4	1	1	0	2			
FDIF	M.RA	1	22	8	6	36	5,449	6	0,488
		2	8	7	2	17			
		3	8	3	4	15			
		4	28	7	6	41			
	M.RO	1	12	11	2	25	7,848	6	0,248
		2	23	8	2	33			
		3	10	2	0	12			
		4	26	6	3	35			
FDIF	M.SO	1	11	5	1	17	7,293	6	0,295
		2	11	7	2	20			
		3	33	8	0	41			
		4	5	1	0	6			
	GG	1	47	26	11	84	9,908	6	0,129
		2	49	24	9	82			
		3	61	18	4	83			
		4	60	15	9	84			

DOMINANTNI OSEBKI BUKVE V PG

		Kvartil	Enojni	Rogovila	Metla	skupaj	χ^2	df	p
FDIR	O.KR	1	29	4	0	33	3,644	6	0,725
		2	23	5	1	29			
		3	17	2	1	20			
		4	32	2	1	35			
	O.PE	1	19	33	3	55	14,673	6	0,023
		2	18	24	0	42			
		3	27	18	2	47			
		4	11	9	4	24			
O.RR	O.RR	1	38	10	5	53	1,994	6	0,920
		2	54	15	3	72			
		3	56	12	6	74			
		4	52	14	6	72			
	O.ST	1	2	5	4	11	6,909	6	0,329
		2	2	1	0	3			
		3	2	4	5	11			
		4	6	2	3	11			
FDIF	PG	1	88	52	12	152	15,930	6	0,014
		2	97	45	4	146			
		3	102	36	14	152			
		4	101	27	14	142			
	O.PE	1	30	3	1	34	2,156	6	0,905
		2	11	3	0	14			
		3	31	4	1	36			
		4	29	3	1	33			
O.RR	O.PE	1	31	42	3	76	2,443	6	0,875
		2	16	17	2	35			
		3	13	14	2	29			
		4	15	11	2	28			
	O.RR	1	23	10	1	34	9,221	6	0,162
		2	62	16	11	89			
		3	60	10	3	73			
		4	55	15	5	75			
O.ST	O.ST	1	1	1	3	5	6,750	6	0,345
		2	3	4	1	8			
		3	5	2	6	13			
		4	3	5	2	10			
	PG	1	85	56	8	149	14,874	6	0,021
		2	92	40	14	146			
		3	109	30	12	151			
		4	102	34	10	146			

DOMINANTNI OSEBKI GORSKEGA JAVORA V GG

		Kvartil	Enojni	Rogovila	Metla	skupaj	χ^2	df	p
FDIR	M.KO	1	0	0	0	0			
		2	0	0	0	0			
		3	0	0	0	0			
		4	0	0	0	0			
	M.RA	1	16	2	0	18	16,731	6	0,010
		2	16	12	0	28			
		3	19	8	4	31			
		4	15	5	6	26			
	M.RO	1	12	2	0	14	7,952	6	0,242
		2	12	3	1	16			
		3	11	0	0	11			
		4	7	3	2	12			
FDIF	M.SO	1	10	2		12	1,200	3	0,753
		2	3	0	0	3			
		3	1	0	0	1			
		4	6	2	0	8			
	GG	1	38	6	0	44	17,784	6	0,007
		2	31	15	1	47			
		3	31	8	4	43			
		4	28	10	8	46			
	M.KO	1	0	0	0	0	/	/	/
		2	0	0	0	0			
		3	0	0	0	0			
		4	0	0	0	0			
FDIF	M.RA	1	21	9	0	30	18,341	6	0,005
		2	20	1	3	24			
		3	14	6	1	21			
		4	11	11	6	28			
	M.RO	1	15	0	0	15	8,790	6	0,186
		2	11	3	0	14			
		3	7	2	1	10			
		4	8	3	2	13			
	M.SO	1	0	0	0	0	0,857	2	0,651
		2	6	1	0	7			
		3	11	3	0	14			
		4	3	0	0	3			
GG	GG	1	36	9	0	45	19,651	6	0,003
		2	37	5	3	45			
		3	32	11	2	45			
		4	22	14	8	44			

DOMINANTNI OSEBKI GORSKEGA JAVORA V PG

		Kvartil	Enojni	Rogovila	Metla	skupaj	χ^2	df	p
FDIR	O.KR	1	32	0	0	32	1,253	3	0,740
		2	64	10	0	74			
		3	64	5	0	69			
		4	72	5	0	77			
	PG	1	32	0	0	32	1,253	3	0,740
		2	64	10	0	74			
		3	64	5	0	69			
		4	72	5	0	77			
FDIF	O.KR	1	28	0	0	28	1,199	3	0,753
		2	72	5	0	77			
		3	68	5	0	73			
		4	64	10	0	74			
	PG	1	28	0	0	28	1,199	3	0,753
		2	72	5	0	77			
		3	68	5	0	73			
		4	64	10	0	74			

PRILOGA K: Osnovne strukturne značilnosti po objektih raziskave in grafični prikaz

M.KO (N=49)

	Povprečni premer (cm)	Gostote (trees ha⁻¹)	Temeljnica (m² ha⁻¹)	Lesna zaloga (m³ ha⁻¹)
Bukev	34,35	160,82	12,99	167,80
Jelka	43,22	131,63	16,42	203,46
Smreka	6,63	6,33	0,65	8,83
Gorski javor	9,76	8,57	0,93	10,99
Ostale DV	11,29	14,69	1,47	17,87
Skupaj	38,65	322,04	32,60	408,95
min-max	27,80-54,30	60,00-690,00	6,40-59,20	74,40-733,70
SD	6,13	144,25	11,95	157,02

M.RA (N=66)

	Povprečni premer (cm)	Gostote (trees ha⁻¹)	Temeljnica (m² ha⁻¹)	Lesna zaloga (m³ ha⁻¹)
Bukev	32,93	233,2	15,6	215,7
Jelka	39,56	82,1	11,3	161,8
Smreka	10,32	13,2	1,9	26,6
Gorski javor	12,73	11,1	1,2	17,0
Ostale DV	1,85	2,4	0,2	2,2
Skupaj	38,70	342,0	30,3	423,4
min-max	19,20-69,30	40,0-780,0	6,1-70,0	66,2-1037,6
SD	9,70	181,68	12,90	187,47

M.RO (N=52)

	Povprečni premer (cm)	Gostote (trees ha⁻¹)	Temeljnica (m² ha⁻¹)	Lesna zaloga (m³ ha⁻¹)
Bukev	30,59	197,69	11,84	160,81
Jelka	45,31	87,69	13,89	197,73
Smreka	2,03	10,19	0,73	9,68
Gorski javor	0,66	0,77	0,07	0,92
Ostale DV	0,60	0,38	0,03	0,29
Skupaj	37,45	296,73	26,57	369,43
min-max	16,8 - 57,0	20,0 - 810,0	1,6 - 56,2	19,8 - 772,3
SD	10,30	180,03	12,21	176,75

M.SO (N=59)

	Povprečni premer (cm)	Gostote (trees ha ⁻¹)	Temeljnica (m ² ha ⁻¹)	Lesna zaloga (m ³ ha ⁻¹)
Bukev	30,14	302,20	17,64	242,19
Jelka	24,63	67,97	6,58	91,62
Smreka	11,18	36,95	2,73	37,40
Gorski javor	3,56	2,03	0,30	4,45
Ostale DV	0,20	0,85	0,00	0,05
Skupaj	32,58	410,00	27,26	375,72
min-max	17,1 - 57,0	50,0 - 1090,0	1,6 - 49,5	15,7 - 680,8
SD	9,39	233,32	10,59	162,24

O.KR (N=46)

	Povprečni premer (cm)	Gostote (trees ha ⁻¹)	Temeljnica (m ² ha ⁻¹)	Lesna zaloga (m ³ ha ⁻¹)
Bukev	45,77	261,74	40,62	579,43
Jelka	21,05	24,78	2,63	32,74
Smreka	0,41	1,09	0,03	0,23
Gorski javor	13,58	14,78	1,63	21,40
Ostale DV	2,66	4,13	0,21	2,40
Skupaj	44,43	306,52	45,11	636,21
min-max	32,7 - 59,9	160,0 - 640,0	24,8 - 67,7	325,9 - 986,8
SD	5,69	96,15	12,89	201,96

O.PE (N=49)

	Povprečni premer (cm)	Gostote (trees ha ⁻¹)	Temeljnica (m ² ha ⁻¹)	Lesna zaloga (m ³ ha ⁻¹)
Bukev	47,96	214,49	36,21	696,69
Jelka	32,06	40,41	7,50	126,54
Smreka	1,65	0,41	0,21	3,75
Gorski javor	0,00	0,00	0,00	0,00
Ostale DV	0,47	1,02	0,04	0,60
Skupaj	49,07	256,33	43,96	827,58
min-max	25,5 - 76,0	60,0 - 820,0	19,7 - 79,7	326,5 - 1551,4
SD	10,09	123,42	15,70	312,99

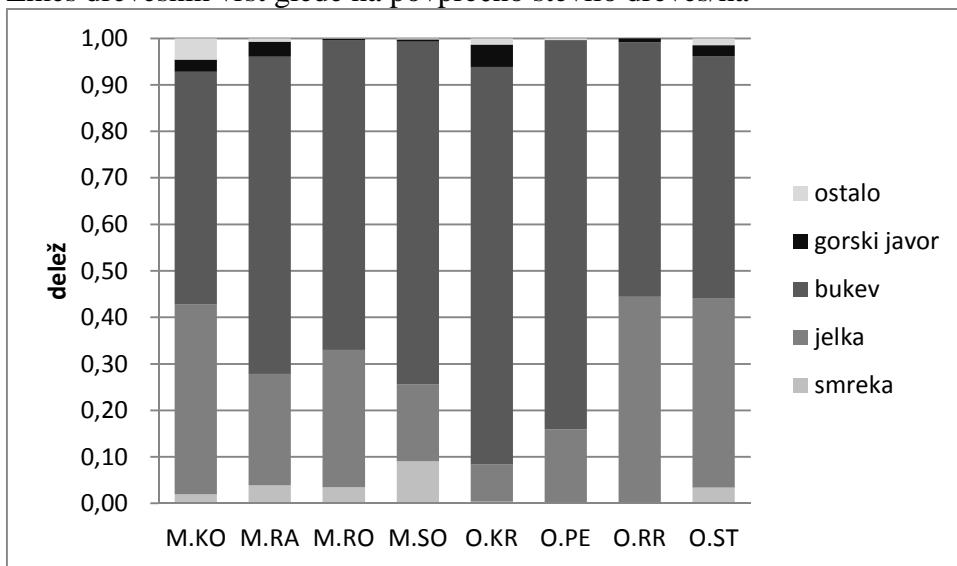
O.RR (N=32)

	Povprečni premer (cm)	Gostote (trees ha ⁻¹)	Temeljnica (m ² ha ⁻¹)	Lesna zaloga (m ³ ha ⁻¹)
Bukev	40,38	143,44	19,08	328,63
Jelka	55,45	115,63	29,61	487,18
Smreka	1,03	0,63	0,05	0,73
Gorski javor	2,63	2,19	0,25	4,06
Ostale DV	0,00	0,00	0,00	0,00
Skupaj	50,76	261,88	48,99	820,60
min-max	35,8 - 77,8	100,0 - 500,0	17,3 - 94,0	290,4 - 1549,5
SD	9,74	103,13	17,70	305,02

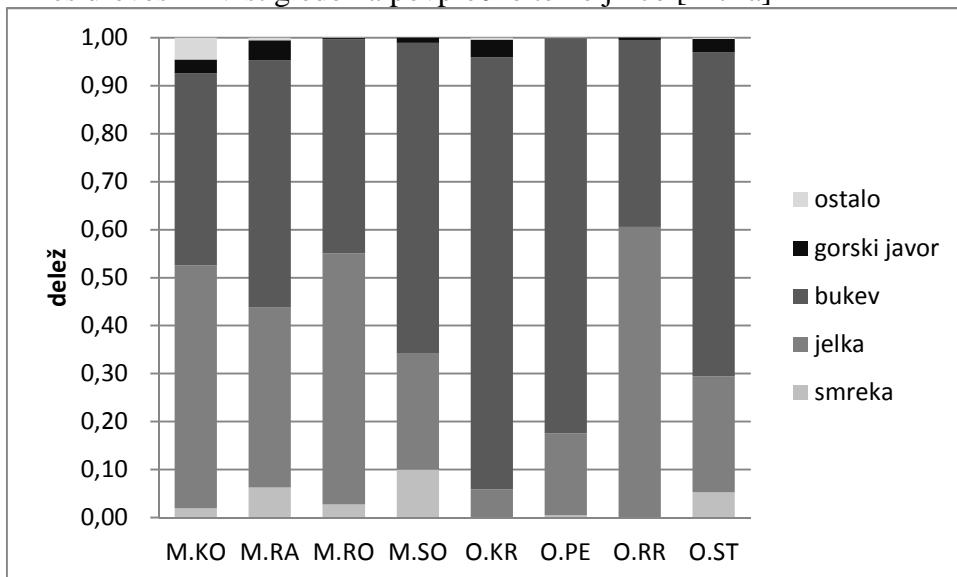
O.ST (N=14)

	Povprečni premer (cm)	Gostote (trees ha ⁻¹)	Temeljnica (m ² ha ⁻¹)	Lesna zaloga (m ³ ha ⁻¹)
Bukev	55,40	163,13	32,53	489,30
Jelka	35,74	127,03	11,05	132,11
Smreka	15,10	11,05	2,65	38,98
Gorski javor	8,95	7,76	1,35	17,10
Ostale DV	1,71	4,81	0,15	1,18
Skupaj	47,81	303,50	46,36	658,31
min-max	37,8 - 57,6	146,7 - 527,5	28,4 - 72,8	389,2 - 1069,3
SD	6,52	113,23	10,71	156,54

Zmes drevesnih vrst glede na povprečno število dreves/ha



Zmes drevesnih vrst glede na povprečno temeljnico [m²/ha]



PRILOGA L: Rezultati Mann-Whitney U testa za preizkušanje hipotez o statistično značilnih razlikah med povprečnimi gostotami dreves (št.dreves/ha), povprečnimi temeljnica (m²/ha), povprečnimi prsnimi premeri (cm) in povprečno lesno zalogo (m³/ha) med primerljivimi objekti raziskave

objekta M.KO (N=49) in O.ST (N=14)

	Povprečni rang	Mann-Whitney U	z	p
M.KO_N	30,67	278,0	-1,075	0,282
O.ST_N	36,64			
M.KO_G	32,15	335,5	-0,124	0,901
O.ST_G	31,46			
M.KO_DBH	33,18	285,0	-0,959	0,338
O.ST_DBH	27,86			
M.KO_LZ	31,06	297,0	-0,760	0,447
O.ST_LZ	35,29			

M.KO_N – povprečno število dreves na objektu M.KO, O.ST_N – povprečno število dreves na objektu O.ST, M.KO_G – povprečna temeljnica na objektu M.KO, O.ST_G – povprečna temeljnica na objektu O.ST, M.KO_DBH – povprečni prsnii premer dreves na objektu M.KO, O.ST_DBH – povprečni premer dreves na objektu O.ST, M.KO_LZ – povprečna lesna zaloga na objektu M.KO, O.ST_LZ – povprečna lesna zaloga na objektu O.ST.

objekta M.RA (N=66) in O.KR (N=46)

	Povprečni rang	Mann-Whitney U	z	p
M.RA_N	57,09	1479,0	-0,230	0,817
O.KR_N	55,65			
M.RA_G	72,34	472,5	-6,184	0,000
O.KR_G	33,77			
M.RA_DBH	68,80	706,0	-4,803	0,000
O.KR_DBH	38,85			
M.RA_LZ	73,14	420,0	-6,494	0,000
O.KR_LZ	32,63			

M.RA_N – povprečno število dreves na objektu M.RA, O.KR_N – povprečno število dreves na objektu O.KR, M.RA_G – povprečna temeljnica na objektu M.RA, O.KR_G – povprečna temeljnica na objektu O.KR, M.RA_DBH – povprečni prsnii premer dreves na objektu M.RA, O.KR_DBH – povprečni premer dreves na objektu O.KR, M.RA_LZ – povprečna lesna zaloga na objektu M.RA, O.KR_LZ – povprečna lesna zaloga na objektu O.KR.

objekta M.RO (N=52) in O.RR (N=32)

	Povprečni rang	Mann-Whitney U	z	p
M.RO_N	40,00	702,0	-1,198	0,231
O.RR_N	46,56			
M.RO_G	47,30	582,5	-2,298	0,022
O.RR_G	34,70			
M.RO_DBH	49,38	474,5	-3,293	0,001
O.RR_DBH	31,33			
M.RO_LZ	51,50	364,0	-4,311	0,000
O.RR_LZ	27,88			

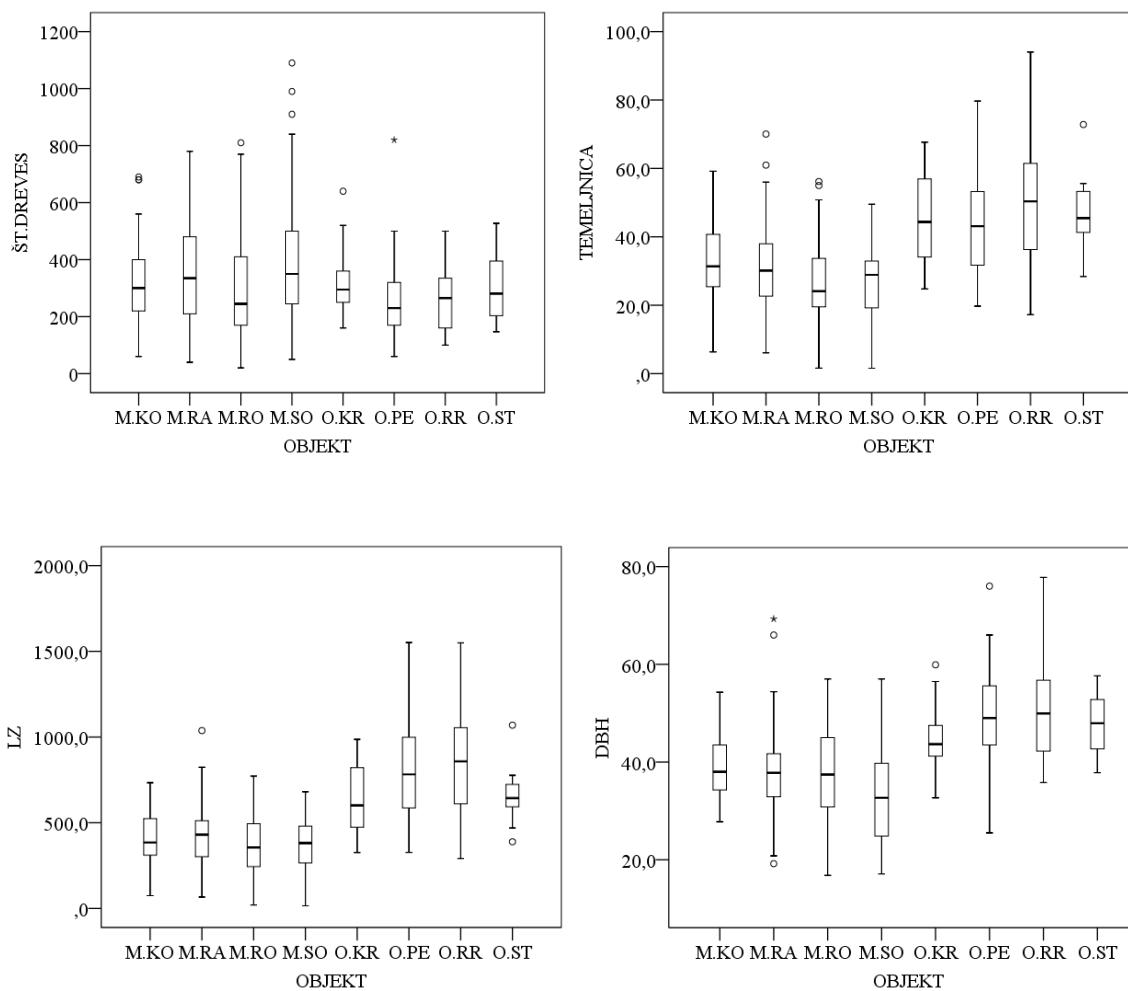
M.RO_N – povprečno število dreves na objektu M.RO, O.RR_N – povprečno število dreves na objektu O.RR, M.RO_G – povprečna temeljnica na objektu M.RO, O.RR_G – povprečna temeljnica na objektu O.RR, M.RO_DBH – povprečni prsnii premer dreves na objektu M.RO, O.RR_DBH – povprečni premer dreves na objektu O.RR, M.RO_LZ – povprečna lesna zaloga na objektu M.RO, O.RR_LZ – povprečna lesna zaloga na objektu O.RR.

objekta M.SO (N=59) in O.PE (N=49)

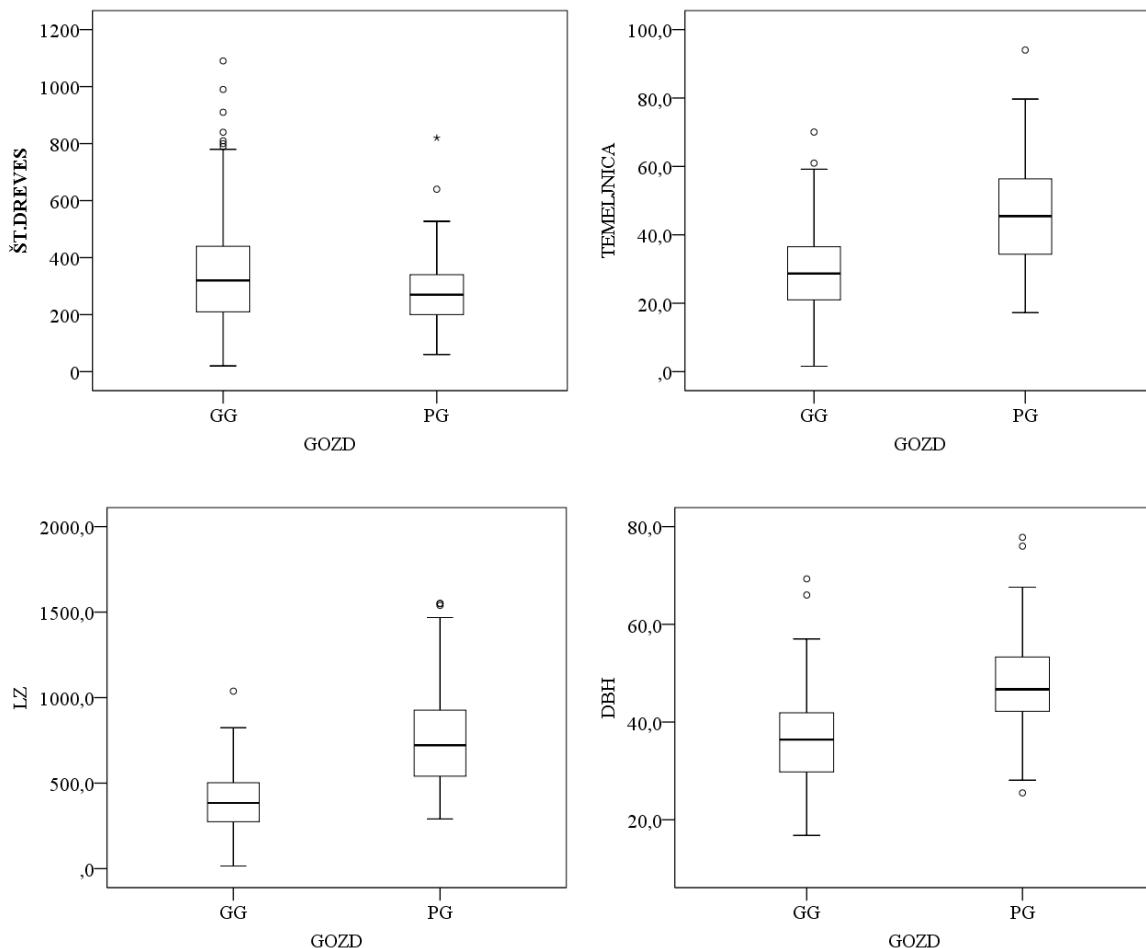
	Povprečni rang	Mann-Whitney U	z	p
M.SO_N	47,42	1027,5	-2,580	0,010
O.PE_N	63,03			
M.SO_G	57,94	1242,5	-1,253	0,210
O.PE_G	50,36			
M.SO_DBH	63,73	901,0	-3,360	0,001
O.PE_DBH	43,39			
M.SO_LZ	58,64	1201,0	-1,509	0,131
O.PE_LZ	49,51			

M.SO_N – povprečno število dreves na objektu M.SO, O.PE_N – povprečno število dreves na objektu O.PE, M.SO_G – povprečna temeljnica na objektu M.SO, O.PE_G – povprečna temeljnica na objektu O.PE, M.SO_DBH – povprečni prsní premer dreves na objektu M.SO, O.PE_DBH – povprečni premer dreves na objektu O.PE, M.SO_LZ – povprečna lesna zaloga na objektu M.SO, O.PE_LZ – povprečna lesna zaloga na objektu O.PE.

PRILOGA M: Boxplot grafi za povprečno število dreves/ha (zgoraj levo), temeljnice (m^2) (zgoraj desno), lesne zaloge (m^3) (spodaj levo) in prsne premere (cm) (spodaj desno) po objektih raziskave



PRILOGA N: Boxplot grafi za povprečno število dreves/ha (zgoraj levo), temeljnice (m^2) (zgoraj desno), lesne zaloge (m^3) (spodaj levo) in prsne premere (cm) (spodaj desno) za GG in PG



PRILOGA O: Povprečno število dreves/ha s prsnim premerom večjim od 50 cm in 70 cm po drevesnih vrstah za primerljive objekte raziskave ter rezultati Mann-Whitney U testa

	M.KO (N=49)				O.ST (N=14)				p
	M	SD	Me	min-max	M	SD	Me	min-max	
Bukev_50	16,7	19,7	20,0	0,0-60,0	65,5	20,3	63,3	40,0-110,0	0,000
Bukev_70	0,41	2,9	0,0	0,0-20,0	25,9	12,9	22,5	10,0-55,0	0,000
Jelka_50	28,2	29,4	20,0	0,0-120,0	14,8	7,7	14,2	5,0-25,0	0,349
Jelka_70	4,5	10,2	0,0	0,0-40,0	5,4	3,7	5,0	0,0-12,0	0,002
Smreka_50	0,8	4,0	0,0	0,0-20,0	3,6	4,6	2,0	0,0-15,0	0,000
Smreka_70	0,0	/	/	/	1,4	3,1	0,0	0,0-10,0	/
G.javor_50	1,6	5,5	0,0	0,0-20,0	2,4	3,9	0,0	0,0-13,3	0,022
G.javor_70	0,0	/	/	/	0,4	8,7	0,0	0,0-40,0	/
Ostalo_50	2,4	8,8	0,0	0,0-40,0	0,0	/	/	/	/
Ostalo_70	0,8	4,0	0,0	0,0-20,0	0,0	/	/	/	/
	M.RA (N=66)				O.KR (N=46)				p
	M	SD	Me	min-max	M	SD	Me	min-max	
Bukev_50	17,6	19,7	20,0	0,0-60,0	77,0	41,3	80,0	20,0-160,0	0,000
Bukev_70	0,90	4,2	0,0	0,0-20,0	11,3	15,0	0,0	0,0-60,0	0,000
Jelka_50	24,2	21,2	20,0	0,0-80,0	3,0	9,4	0,0	0,0-40,0	0,000
Jelka_70	4,2	8,2	0,0	0,0-20,0	1,3	4,5	0,0	0,0-20,0	0,034
Smreka_50	4,5	11,5	0,0	0,0-80,0	0,0	/	/	/	/
Smreka_70	0,6	3,5	0,0	0,0-20,0	0,0	/	/	/	/
G.javor_50	2,7	6,9	0,0	0,0-20,0	2,2	6,3	0,0	0,0-20,0	0,665
G.javor_70	2,7	2,5	0,0	0,0-20,0	0,0	/	/	/	/
Ostalo_50	0,0	/	/	/	0,0	/	/	/	/
Ostalo_70	0,0	/	/	/	0,0	/	/	/	/
	M.RO (N=52)				O.RR (N=32)				P
	M	SD	Me	min-max	M	SD	Me	min-max	
Bukev_50	17,3	21,3	10,0	0,0-60,0	6,9	13,1	0,0	0,0-40,0	0,017
Bukev_70	1,2	4,7	0,0	0,0-20,0	6,9	13,1	0,0	0,0-40,0	0,010
Jelka_50	26,5	23,3	20,0	0,0-100,0	33,8	30,7	30,0	0,0-100,0	0,381
Jelka_70	8,8	14,5	0,0	0,0-60,0	33,8	30,7	30,0	0,0-100,0	0,000
Smreka_50	0,8	5,5	0,0	0,0-40,0	0,0	/	/	/	/
Smreka_70	0,0	/	/	/	0,0	/	/	/	/
G.javor_50	0,0	/	/	/	0,0	/	/	/	/
G.javor_70	0,0	/	/	/	0,0	/	/	/	/
Ostalo_50	0,0	/	/	/	0,0	/	/	/	/
Ostalo_70	0,0	/	/	/	0,0	/	/	/	/
	M.SO (N=59)				O.PE (N=49)				P
	M	SD	Me	min-max	M	SD	Me	min-max	
Bukev_50	21,0	26,4	0,0	0,0-80,0	82,0	46,2	80,0	0,0-180,0	0,000
Bukev_70	0,7	3,7	0,0	0,0-20,0	19,2	19,1	20,0	0,0-60,0	0,000
Jelka_50	9,5	16,8	0,0	0,0-80,0	12,2	21,5	0,0	0,0-120,0	0,485
Jelka_70	0,3	2,6	0,0	0,0-20,0	5,7	11,5	0,0	0,0-40,0	0,001
Smreka_50	2,4	7,5	0,0	0,0-40,0	0,4	2,9	0,0	0,0-20,0	0,088
Smreka_70	0,0	/	/	/	0,4	2,9	0,0	0,0-20,0	/
G.javor_50	0,3	2,6	0,0	0,0-20,0	0,0	/	/	/	/
G.javor_70	2,7	8,7	0,0	0,0-40,0	0,0	/	/	/	/
Ostalo_50	0,0	/	/	/	0,0	/	/	/	/

Ostalo_70	0,0	/	/	/	0,0	/	/	/	/
	GG (N=226)				PG (N=141)				P
	M	SD	Me	min-max	M	SD	Me	min-max	
Bukev_50	18,2	22,0	20,0	0,0-80,0	61,7	47,6	60,0	0,0-180,0	0,000
Bukev_70	0,80	3,9	0,0	0,0-20,0	14,5	17,0	10,0	0,0-60,0	0,000
Jelka_50	21,8	23,8	20,0	0,0-120,0	14,4	23,0	0,0	0,0-120,0	0,000
Jelka_70	4,3	10,0	0,0	0,0-60,0	10,6	20,6	0,0	0,0-100,0	0,000
Smreka_50	2,3	8,1	0,0	0,0-60,0	0,5	2,4	0,0	0,0-20,0	0,204
Smreka_70	0,4	3,2	0,0	0,0-40,0	0,3	2,0	0,0	0,0-20,0	0,315
G.javor_50	1,2	4,8	0,0	0,0-20,0	0,9	3,9	0,0	0,0-20,0	0,799
G.javor_70	0,8	4,7	0,0	0,0-40,0	0,1	0,4	0,0	0,0-5,0	0,125
Ostalo_50	0,5	4,2	0,0	0,0-40,0	0,0	/	/	/	/
Ostalo_70	0,2	1,9	0,0	0,0-20,0	0,0	/	/	/	/

Bukev_50 – povprečno število bukovih dreves debelejših od 50 cm, Bukev_70 – povprečno število bukovih dreves debelejših od 70 cm,..

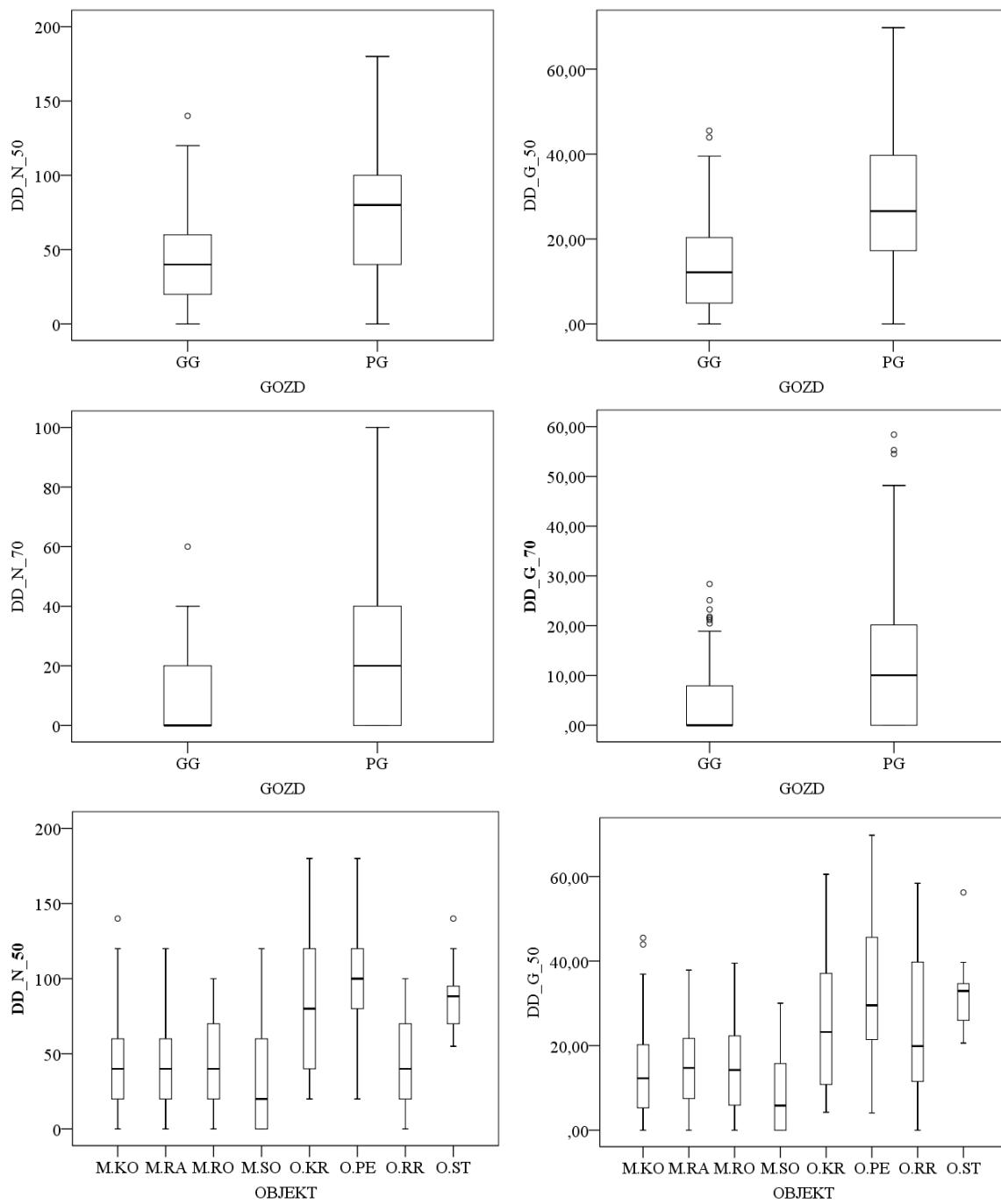
PRILOGA P: Povprečne temeljnice za drevesa s prsnim premerom večjim od 50 cm in 70 cm po drevesnih vrstah za primerljive objekte raziskave ter rezultati Mann-Whitney U testa

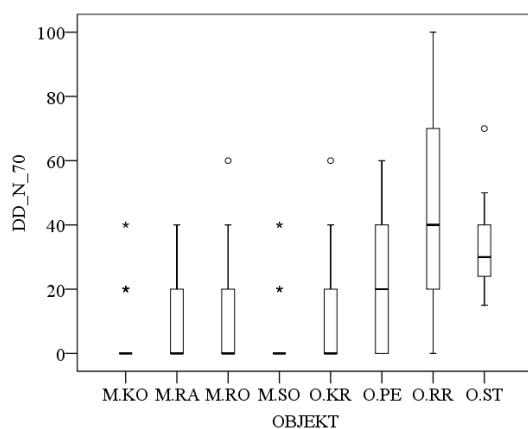
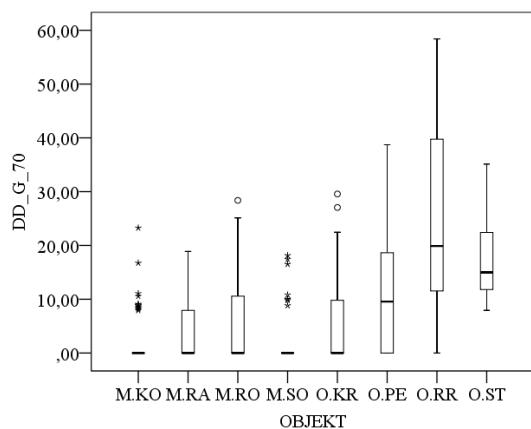
	M.KO (N=49)				O.ST (N=14)				p
	M	SD	Me	min-max	M	SD	Me	min-max	
Bukev_50	4,4	5,2	4,25	0,0-18,0	24,6	7,5	24,5	14,0-43,0	0,000
Bukev_70	0,2	1,3	0,0	0,0-9,0	13,4	6,3	11,2	5,0-27,0	0,000
Jelka_50	8,8	10,3	5,5	0,0-45,5	5,3	2,6	5,7	1,1-10,2	0,676
Jelka_70	2,1	4,9	0,0	0,0-23,3	2,7	2,0	2,5	0,0-6,4	0,002
Smreka_50	0,3	1,5	0,0	0,0-8,0	1,8	2,6	0,5	0,0-7,0	0,000
Smreka_70	0,0	/	/	/	1,1	2,3	0,0	0,0-5,0	/
G.javor_50	0,4	1,5	0,0	0,0-6,0	0,8	1,3	0,0	0,0-4,4	0,020
G.javor_70	0,0	/	/	/	0,2	0,6	0,0	0,0-2,0	/
Ostalo_50	0,9	3,5	0,0	0,0-19,0	0,0	/	/	/	/
Ostalo_70	0,4	1,9	0,0	0,0-11,0	0,0	/	/	/	/
	M.RA (N=66)				O.KR (N=46)				p
	M	SD	Me	min-max	M	SD	Me	min-max	
Bukev_50	4,7	5,2	4,3	0,0-18,0	23,3	14,0	21,9	4,0-50,0	0,000
Bukev_70	0,4	1,9	0,0	0,0-12,0	5,8	8,0	0,0	0,0-30,0	0,000
Jelka_50	7,6	6,7	6,7	0,0-23,2	1,2	3,5	0,0	0,0-15,5	0,000
Jelka_70	2,2	4,3	0,0	0,0-14,4	0,6	2,4	0,0	0,0-11,3	0,032
Smreka_50	0,3	3,3	0,0	0,0-15,0	0,0	/	/	/	/
Smreka_70	0,3	1,6	0,0	0,0-10,0	0,0	/	/	/	/
G.javor_50	0,8	2,1	0,0	0,0-10,6	0,5	1,6	0,0	0,0-6,2	0,643
G.javor_70	0,2	1,3	0,0	0,0-11,0	0,0	/	/	/	/
Ostalo_50	0,0	/	/	/	0,0	/	/	/	/
Ostalo_70	0,0	/	/	/	0,0	/	/	/	/
	M.RO (N=52)				O.RR (N=32)				P
	M	SD	Me	min-max	M	SD	Me	min-max	
Bukev_50	5,2	6,4	2,0	0,0-23,0	3,9	7,3	0,0	0,0-22,0	0,120
Bukev_70	0,6	2,5	0,0	0,0-14,0	3,9	7,3	0,0	0,0-22,0	0,010
Jelka_50	9,6	9,5	6,9	0,0-39,4	19,2	17,8	18,5	0,0-55,3	0,017
Jelka_70	4,7	7,7	0,0	0,0-28,4	19,7	17,8	18,5	0,0-55,3	0,000
Smreka_50	0,4	3,0	0,0	0,0-22,0	0,0	/	/	/	/
Smreka_70	0,0	/	/	/	0,0	/	/	/	/
G.javor_50	0,0	/	/	/	0,0	/	/	/	/
G.javor_70	0,0	/	/	/	0,0	/	/	/	/
Ostalo_50	0,0	/	/	/	0,0	/	/	/	/
Ostalo_70	0,0	/	/	/	0,0	/	/	/	/
	M.SO (N=59)				O.PE (N=49)				p
	M	SD	Me	min-max	M	SD	Me	min-max	
Bukev_50	6,2	8,1	0,0	0,0-28,0	27,0	16,2	24,7	0,0-70,0	0,000
Bukev_70	0,3	1,7	0,0	0,0-10,0	9,1	9,7	8,4	0,0-39,0	0,000
Jelka_50	2,6	4,7	0,0	0,0-24,6	5,7	9,8	0,0	0,0-48,0	0,177
Jelka_70	0,2	1,3	0,0	0,0-10,1	3,6	7,4	0,0	0,0-27,4	0,001
Smreka_50	0,7	2,3	0,0	0,0-10,0	0,2	1,5	0,0	0,0-10,0	0,098
Smreka_70	0,0	/	/	/	0,2	1,5	0,0	0,0-10,0	/
G.javor_50	0,1	0,5	0,0	0,0-4,1	0,0	/	/	/	/
G.javor_70	1,2	3,9	0,0	0,0-17,0	0,0	/	/	/	/
Ostalo_50	0,0	/	/	/	0,0	/	/	/	/

Ostalo_70	0,0	/	/	/	0,0	/	/	/	/
	GG (N=226)				PG (N=141)				
	M	SD	Me	min-max	M	SD	Me	min-max	P
Bukev_50	5,4	6,4	4,3	0,0-28,0	20,3	15,9	19,4	0,0-70,0	0,000
Bukev_70	0,4	1,9	0,0	0,0-14,0	7,3	8,8	7,2	0,0-39,0	0,000
Jelka_50	7,0	8,3	5,1	0,0-45,5	7,4	12,5	0,0	0,0-55,3	0,045
Jelka_70	2,2	5,2	0,0	0,0-28,4	6,2	12,1	0,0	0,0-55,3	0,000
Smreka_50	0,7	2,7	0,0	0,0-22,0	0,3	1,3	0,0	0,0-10,0	0,231
Smreka_70	0,2	0,7	0,0	0,0-22,0	0,2	1,2	0,0	0,0-10,0	0,313
G.javor_50	0,3	1,4	0,0	0,0-10,5	0,3	1,0	0,0	0,0-6,2	0,796
G.javor_70	0,4	2,2	0,0	0,0-17,0	0,1	0,2	0,0	0,0-2,0	0,125
Ostalo_50	0,2	1,7	0,0	0,0-19,0	0,0	/	/	/	/
Ostalo_70	0,1	0,9	0,0	0,0-11,0	0,0	/	/	/	/

Bukev_50 – povprečna temeljnica bukovih dreves debelejših od 50 cm, Bukev_70 – povprečna temeljnica bukovih dreves debelejših od 70 cm,..

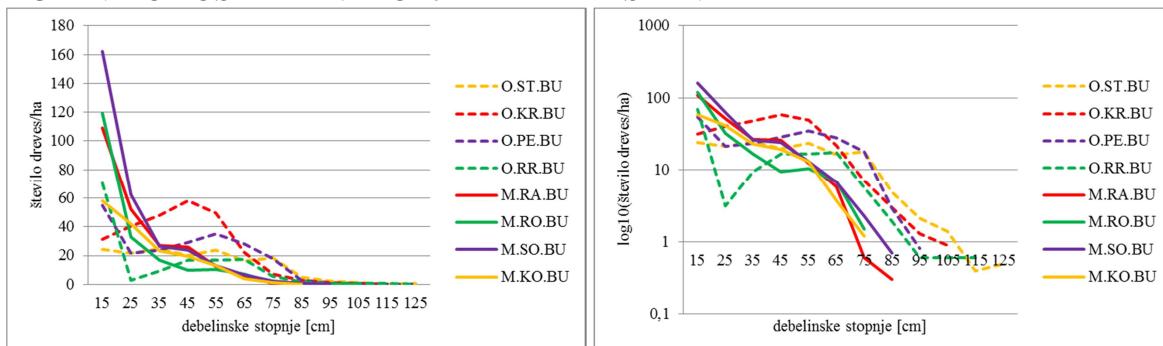
PRILOGA R: Boxplot grafi za povprečno število dreves debelejših od 50 cm in 70 cm ter njihove temeljnice po objektih raziskave in za PG in GG



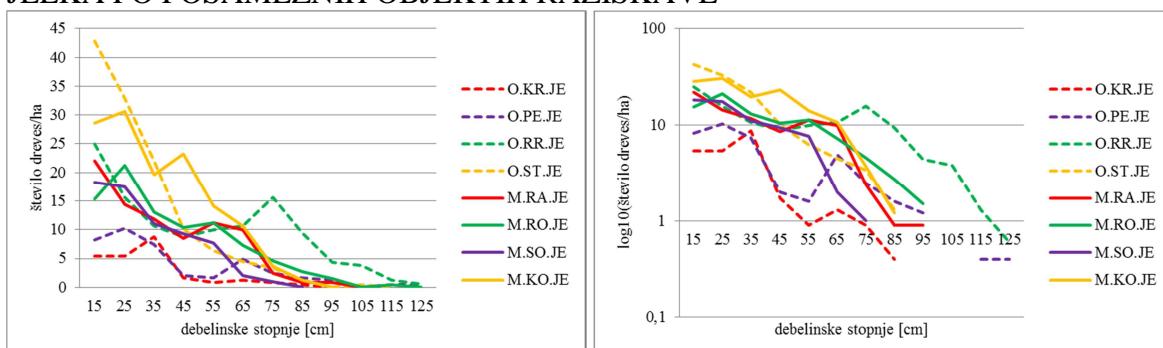


PRILOGA S: Grafi povprečnega števila (levo) in logaritma povprečnega števila dreves/ha po 10 cm debelinskih stopnjah

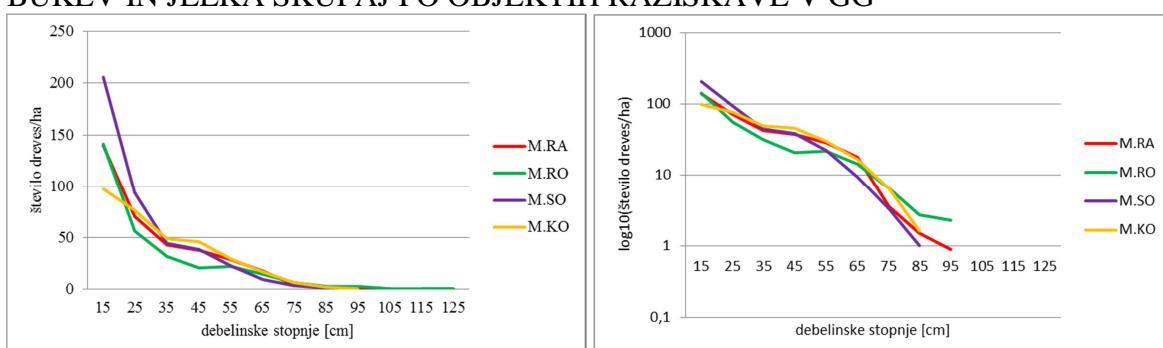
BUKEV PO POSAMEZNIH OBJEKTIH RAZISKAVE



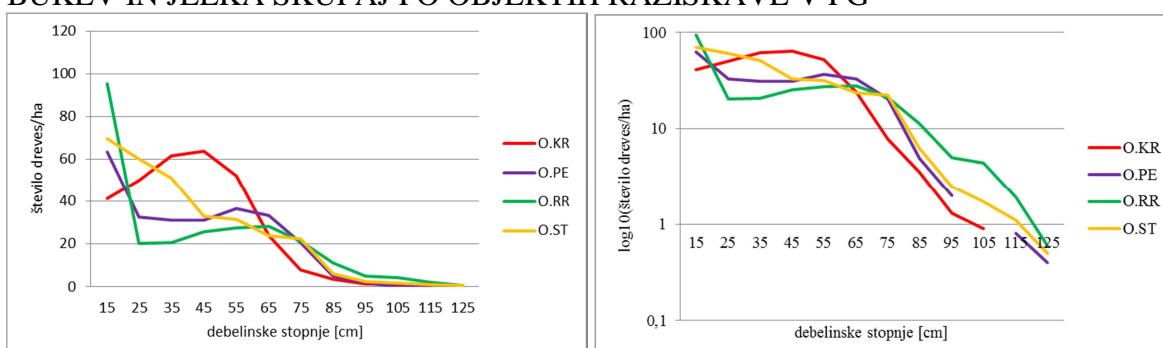
JELKA PO POSAMEZNIH OBJEKTIH RAZISKAVE



BUKEV IN JELKA SKUPAJ PO OBJEKTIH RAZISKAVE V GG



BUKEV IN JELKA SKUPAJ PO OBJEKTIH RAZISKAVE V PG



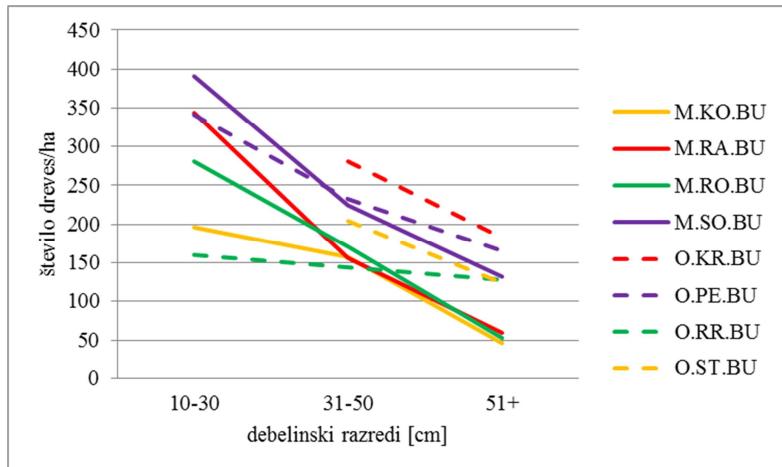
PRILOGA Š: Parametri najbolj prilegajočega se modela za multiplo regresijo med logaritmiranim številom dreves/ha in vsemi možnimi kombinacijami dbh, dbh^2 in dbh^3 (debelinske stopnje po 10 cm) za: posamezne drevesne vrste po posameznih objektih raziskave, skupno število dreves (bukev + jelka) po objektih raziskave in GG ter PG, ter skupno za GG in PG.

	R ²	N (DBH)	Oblika krivulje
M.KO.BU	0,99	8	IQ
M.KO.JE	0,99	8	IQ
M.RA.BU	0,96	8	NE
M.RA.JE	0,92	9	IQ
M.RO.BU	0,93	10	NE
M.RO.JE	0,94	10	IQ
M.SO.BU	0,98	9	NE
M.SO.JE	0,98	8	IQ
O.KR.BU	0,90	10	IQ
O.KR.JE	0,80	8	NE
O.PE.BU	0,86	10	IQ
O.PE.JE	0,72	10	IQ
O.RR.BU	0,67	11	IQ
O.RR.JE	0,90	12	RS
O.ST.BU	0,92	12	IQ
O.ST.JE	0,97	10	NE
GG.BU	0,97	9	NE
GG.JE	0,94	10	NE
PG.BU	0,91	12	IQ
PG.JE	0,93	12	NE
M.KO	0,99	8	IQ
M.RA	0,96	9	NE
M.RO	0,96	10	NE
M.SO	0,98	8	NE
O.KR	0,93	10	IQ
O.PE	0,88	11	IQ
O.RR	0,87	12	IQ
O.ST	0,96	12	IQ
MF	0,97	10	NE
OGF	0,95	12	IQ

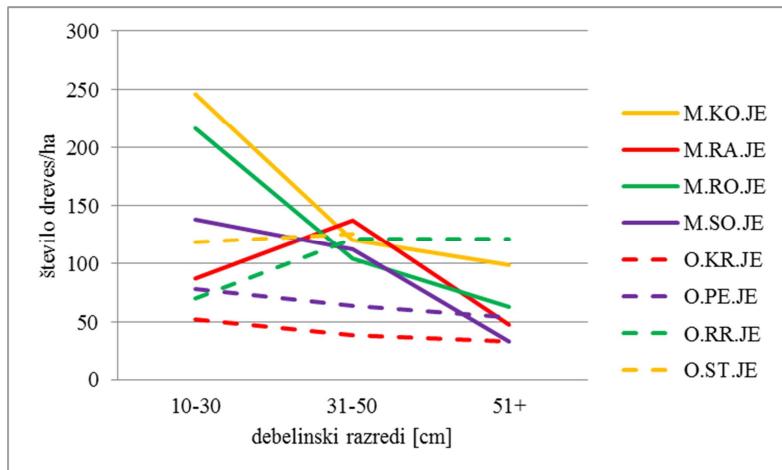
M.KO.BU – bukev na objekt GG Koče, O.KR.JE – jelka v PG Krokar, IQ – oblika naraščajoči q, NE – negativna eksponentna oblika, RS – obrnjena sigmoidna oblika (sensu Janowiak in sod., 2008)

PRILOGA T: Povprečno število dreves/ha po razširjenih debelinskih stopnjah

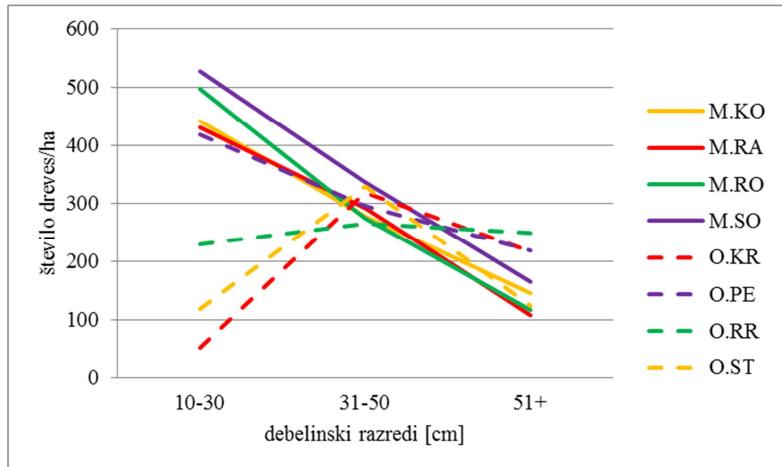
BUKEV PO OBJEKTIH RAZISKAVE



JELKA PO OBJEKTIH RAZISKAVE



BUKEV IN JELKA SKUPAJ PO OBJEKTIH RAZISKAVE



PRILOGA U: Povprečne višine dreves po objektih raziskave

	Višine M.KO [m] N=49	Višine M.RA [m] N=66	Višine M.RO [m] N=52	Višine M.SO [m] N=59
Bukev	28,4	25,5	29,3	28,9
Jelka	28,3	28,7	29,6	27,2
Smreka	33,9	28,6	22,4	26,8
Gorski javor	29,3	22,7	24,8	25,7
Ostale DV	31,4	22,1	0,0	0,0
Skupaj	28,6	26,7	29,0	28,2
min-max	1,0-39,9	13,7-40,0	10,9-43,5	8,8-52,8
SD	5,4	4,6	6,7	7,6

	Višine O.PE [m] N=49	Višine O.ST [m] N=14
Bukev	37,1	35,17
Jelka	38,0	36,11
Smreka	40,2	37,40
Gorski javor	0,0	32,94
Ostale DV	27,0	0,0
Skupaj	37,2	35,3
min-max	20,0-50,0	19,9-50,5
SD	4,5	5,9

PRILOGA V: INDEKS PLASTOVITOSTI POSAMEZNIH DREVESNIH VRST

	M.KO N=49	M.RA N=66	M.RO N=52	M.SO N=59	O.PE N=49	O.ST N=14
Bukev	1291,72	1203,51	1140,58	1376,61	1657,83	1412,12
Jelka	787,04	484,53	518,95	280,20	362,54	535,85
Smreka	148,48	239,33	750,88	339,65	205,83	135,68
Gorski javor	207,11	120,95	25,40	27,70	0,00	158,43
Ostale DV	237,54	38,44	46,72	57,20	200,00	74,67
Skupaj	2234,55	1799,45	1720,70	1843,16	1973,71	2014,17
minimum	1337,50	827,00	758,00	632,00	429,50	1519,50
maksimum	4106,50	2505,30	2639,40	2799,00	3021,50	2739,50
SD	588,24	321,59	434,35	477,25	595,65	341,34

PRILOGA Z: INDEKS GOSTOTE SESTOJA PO OBJEKTIH RAZISKAVE

	SDI	min-max	SD	N
M.KO	529,97	51,22-945,08	197,1	49
M.RA	522,62	134,26-1125,82	220,2	66
M.RO	484,37	34,26-1008,88	225,8	52
M.SO	478,96	22,08-1018,87	206,3	59
O.KR	716,25	441,16-1112,85	190,4	46
O.PE	663,17	283,20-1177,03	219,3	49
O.RR	694,30	258,26-1352,08	237,6	32
O.ST	682,86	319,88-951,79	187,3	14

	Povprečni rang	Mann-Whitney U	z	p	N
M.KO	28,96	194,0	-2,463	0,014	49
O.ST	42,64				14
M.RA	45,44	788,0	-4,317	0,000	66
O.KR	72,37				46
M.RO	34,73	428,0	-3,721	0,000	52
O.RR	55,13				32
M.SO	43,78	813,0	-3,903	0,000	59
O.PE	67,42				49

PRILOGA Ž: INDEKS STRUKTURE GOZDA PO OBJEKTIH RAZISKAVE

	HC	min-max	SD	N
M.KO	675661	15974-2420541	481107	49
M.RA	609418	24212-2557390	495469	66
M.RO	547842	1048-2392625	550829	52
M.SO	674244	0-2224972	464086	59
O.KR	0	/	/	0
O.PE	880543	91177-2787457	596624	49
O.RR	0	/	/	0
O.ST	1010646	366748-2278566	565308	14

	Povprečni rang	Mann-Whitney U	z	p	N
M.KO	29,20	206,0	-2,265	0,024	49
O.ST	41,79				14
M.RA	/	/	/	/	0
O.KR	/				0
M.RO	/	/	/	/	0
O.RR	/				0
M.SO	50,10	1186,0	-1,601	0,109	59
O.PE	59,80				49

**PRILOGA AA: ZMES DREVESNIH VRST V MLADOVJU, PLASTI DREVES
SREDNJE VIŠINE IN PLASTI ODRASLIH DREVES**

Povprečno število dreves po drevesnih vrstah v mladovju na posameznih raziskovalnih objektih v GG (N=226)

	M.KO_A N=49	M.RA_A N=66	M.RO_A N=52	M.SO_A N=59
Bukev	18866,2	27744,1	27744,1	8738,2
Jelka	0,0	0,0	0,0	0,0
Smreka	90,7	0,0	0,0	0,0
Gorski javor	907,0	0,0	1196,6	3691,1
Ostale DV	90,7	269,4	170,9	75,3
Skupaj	19954,6	28013,5	56239,3	12504,7
minimum	0,0	0,0	0,0	0,0
maksimum	244444,4	164444,4	404444,4	155555,5
SD	37974,6	37469,6	81704,8	27002,7

Povprečno število dreves po drevesnih vrstah v mladovju na posameznih raziskovalnih objektih v PG

	O.KR_A N=46	O.PE_A N=49	O.RR_A N=32	O.ST_A N=14
Bukev	15748,6	19965,1	41048,2	3597,9
Jelka	96,6	302,7	0,0	0,0
Smreka	0,0	0,0	0,0	0,0
Gorski javor	7342,9	342,1	6645,8	3661,4
Ostale DV	193,2	0,0	0,0	0,0
Skupaj	23381,1	20609,9	47694,0	7259,3
minimum	0,0	0,0	8148,1	0,0-21111,1
maksimum	111111,1	40000,0	93333,2	21111,1
SD	22085,8	9796,0	20838,6	7254,5

Rezultati Mann-Whitney U testa za preverjanje hipoteze o statistično značilnih razlikah v številu dreves v mladovju med primerljivimi objekti raziskave

	Povprečni rang	Mann-Whitney U	z	p	N
M.KO_N	32,68	309,5	-0,566	0,572	49
O.ST_N	29,61				14
M.RA_N	59,54	1323,0	-1,166	0,244	66
O.KR_N	52,26				46
M.RO_N	43,06	803,0	-0,267	0,789	52
O.RR_N	41,59				32
M.SO_N	47,68	1043,0	-2,579	0,010	59
O.PE_N	62,71				49

Povprečno število dreves po drevesnih vrstah v plasti dreves srednjih premerov na posameznih raziskovalnih objektih v GG (N=226)

	M.KO_B (N=49)	M.RA_B (N=66)	M.RO_B (N=52)	M.SO_B (N=59)
Bukev	101,6	165,9	155,0	231,9
Jelka	60,8	38,5	37,7	37,8
Smreka	3,1	5,6	8,7	23,7
Gorski javor	4,1	5,6	0,0	0,0
Ostale DV	7,1	1,5	0,0	0,8
Skupaj	176,7	217,1	201,3	294,3
minimum	0,0	0,0	0,0	0,0
maksimum	550,0	740,0	670,0	950,0
SD	126,2	174,6	175,6	238,5

Povprečno število dreves po drevesnih vrstah v plasti dreves srednjih premerov na posameznih raziskovalnih objektih v PG (N=141)

	O.KR_B (N=46)	O.PE_B (N=49)	O.RR_B (N=32)	O.ST_B (N=14)
Bukev	77,0	80,6	74,7	47,7
Jelka	11,3	18,8	43,1	77,4
Smreka	1,1	0,0	0,0	1,8
Gorski javor	4,8	0,0	1,6	2,1
Ostale DV	3,3	1,0	0,0	4,5
Skupaj	97,4	100,4	119,4	133,5
minimum	0,0	0,0	0,0	0,0
maksimum	400,0	700,0	400,0	297,5
SD	81,9	122,1	97,4	89,9

Povprečne temeljnice po drevesnih vrstah y plasti dreves srednjih premerov na posameznih raziskovalnih objektih v GG (N=226)

	M.KO_B (N=49)	M.RA_B (N=66)	M.RO_B (N=52)	M.SO_B (N=59)
Bukev	3,1	4,4	3,5	5,5
Jelka	2,2	1,2	1,4	1,3
Smreka	0,0	0,2	0,2	0,8
Gorski javor	0,1	0,2	0,0	0,0
Ostale DV	0,2	0,1	0,0	0,0
Skupaj	5,6	6,0	5,0	7,5
minimum	0,0	0,0	0,0	0,0
maksimum	17,8	21,9	15,8	26,1
SD	4,5	5,1	4,4	6,2

Povprečne temeljnice po drevesnih vrstah v plasti dreves srednjih premerov na posameznih raziskovalnih objektih v PG

	O.KR_B (N=49)	O.PE_B (N=66)	O.RR_B (N=52)	O.ST_B (N=59)
Bukev	2,9	2,1	1,3	1,6
Jelka	0,4	0,8	1,3	2,6
Smreka	0,0	0,0	0,0	0,1
Gorski javor	0,2	0,1	0,1	0,1
Ostale DV	0,1	0,0	0,0	0,1
Skupaj	3,6	2,9	2,7	4,6
minimum	0,0	0,0	0,0	0,0
maksimum	13,8	18,7	11,8	10,8
SD	3,1	3,2	2,8	3,0

Rezultati Mann-Whitney U testa za preverjanje hipoteze o statistično značilnih razlikah v številu dreves in temeljnicah v plasti dreves srednjih premerov med primerljivimi objekti raziskave

	Povprečni rang	Mann-Whitney U	z	p	N
M.KO_N	33,36	276,5	-1,104	0,270	49
O.ST_N	27,25				14
M.KO_G	32,56	315,5	-0,455	0,649	49
O.ST_G	30,04				14
M.RA_N	66,70	844,50	-3,999	0,000	66
O.KR_N	41,86				46
M.RA_G	63,06	1085,0	-2,563	0,010	66
O.KR_G	47,09				46
M.RO_N	46,27	636,0	-1,822	0,069	52
O.RR_N	36,38				32
M.RO_G	47,09	593,5	-2,199	0,028	52
O.RR_G	35,05				32
M.SO_N	68,89	596,5	-5,263	0,000	59
O.PE_N	37,17				49
M.SO_G	67,49	679,0	-4,734	0,000	59
O.PE_G	38,86				49

Povprečno število dreves po drevesnih vrstah v plasti odraslih dreves na posameznih raziskovalnih objektih v GG

	M.KO_C N=49	M.RA_C N=66	M.RO_C N=52	M.SO_C N=59
Bukev	59,2	67,3	42,7	67,8
Jelka	69,8	43,6	50,0	30,2
Smreka	3,3	7,6	1,5	13,2
Gorski javor	4,5	5,5	0,8	2,0
Ostale DV	6,5	6,5	0,4	0,0
Skupaj	143,3	124,8	95,4	113,2
minimum	40,0	20,0	20,0	0,0
maksimum	280,0	280,0	160,0	280,0
SD	51,8	66,3	43,1	64,3

Povprečno število dreves po drevesnih vrstah v plasti odraslih dreves na posameznih raziskovalnih objektih v PG

	O.KR_C N=46	O.PE_C N=49	O.RR_C N=32	O.ST_C N=14
Bukev	184,8	133,9	68,8	105,8
Jelka	13,5	21,6	72,5	43,9
Smreka	0,0	0,4	0,6	8,1
Gorski javor	10,0	0,0	0,6	5,1
Ostale DV	0,9	0,0	0,0	0,0
Skupaj	209,1	155,9	142,5	162,9
minimum	100,0	60,0	60,0	113,3
maksimum	360,0	300,0	260,0	230,0
SD	58,7	60,6	47,9	38,0

Povprečne temeljnice po drevesnih vrstah v plasti odraslih dreves na posameznih raziskovalnih objektih v GG

	M.KO_C N=49	M.RA_C N=66	M.RO_C N=52	M.SO_C N=59
Bukev	9,9	11,2	8,4	12,2
Jelka	14,3	12,4	13,9	9,5
Smreka	0,6	1,7	0,5	2,0
Gorski javor	0,9	1,1	0,1	0,3
Ostale DV	1,4	0,1	0,0	0,0
Skupaj	26,9	24,3	21,6	19,7
minimum	5,8	2,3	1,6	0,0
maksimum	51,0	63,6	15,8	42,1
SD	11,2	12,5	11,5	11,6

Povprečne temeljnice po drevesnih vrstah v plasti odraslih dreves na posameznih raziskovalnih objektih v PG

	O.KR_C N=46	O.PE_C N=49	O.RR_C N=32	O.ST_C N=14
Bukev	37,7	34,1	17,8	29,7
Jelka	5,5	12,3	29,2	9,9
Smreka	0,0	0,2	0,1	2,4
Gorski javor	1,4	0,0	0,2	0,0
Ostale DV	0,1	0,0	0,0	1,1
Skupaj	41,5	41,1	46,3	41,8
minimum	20,2	14,2	15,3	28,4
maksimum	66,2	76,8	84,9	67,4
SD	13,2	16,0	17,1	9,7

Rezultati Mann-Whitney U testa za preverjanje hipoteze o statistično značilnih razlikah v številu dreves in temeljnicah v plasti odraslih dreves med primerljivimi objekti raziskave

	Povprečni rang	Mann-Whitney U	z	p	N
M.KO_N	30,29	259,0	-1,396	0,163	49
O.ST_N	38,00				14
M.KO_G	27,31	113,0	-3,802	0,000	49
O.ST_G	48,43				14
M.RA_N	41,79	547,0	-5,762	0,000	66
O.KR_N	77,61				46
M.RA_G	41,55	531,0	-5,837	0,000	66
O.KR_G	77,96				46
M.RO_N	34,45	413,5	-3,886	0,000	52
O.RR_N	55,58				32
M.RO_G	30,15	190,0	-5,913	0,000	52
O.RR_G	62,56				32
M.SO_N	45,10	891,0	-3,439	0,001	59
O.PE_N	65,82				49
M.SO_G	37,20	425,0	-6,298	0,000	59
O.PE_G	75,33				49

PRILOGA AB: Deleži višinskih razredov drevesne plasti po objektih raziskave

