

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA GOZDARSTVO IN OBNOVLJIVE GOZNE VIRE

Živa BONČINA

**VPLIV SVETLOBNIH RAZMER NA
POMLAJEVANJE V PRAGOZDNEM REZERVATU
KROKAR**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij – 1. stopnja

Ljubljana, 2011

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA GOZDARSTVO IN OBNOVLJIVE GOZDNE VIRE

Živa BONČINA

**VPLIV SVETLOBNIH RAZMER NA POMLAJEVANJE V
PRAGOZDNEM REZERVATU KROKAR**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij – 1. stopnja

**INFLUENCE OF LIGHT CONDITIONS ON NATURAL
REGENERATION IN THE KROKAR VIRGIN FOREST**

GRADUATION THESIS
B. Sc. Thesis (Academic Study programmes)

Ljubljana, 2011

Bončina Ž. Vpliv svetlobnih razmer na pomlajevanje v gozdnem rezervatu Krokar.

Dipl. delo (UN). Ljubljana, Univerza v Lj., Biotehniška fakulteta, Odd. za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 2011

Diplomsko delo je zaključek 1. stopnje univerzitetnega študija gozdarstva. Izdelano je bilo na Univerzi v Ljubljani, Biotehniški fakulteti, Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire v okviru Katedre za gojenje gozdov. Terensko delo smo opravili leta 2010 v gozdnem rezervatu Krokar.

Študijska komisija Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire BF je dne 10. 3. 2011 za mentorja diplomskega dela imenovala prof. dr. Jurija Diacija.

Predsednik:

Član:

Datum zagovora:

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

Živa BONČINA

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	GDK 181.21:228.81(497.4 Krokar)(043.2)=163.6
KG	naravno pomlajevanje/svetlobne razmere/pritalna vegetacija/pragozdovi/Krokar
KK	
AV	BONČINA, Živa
SA	DIACI, Jurij (mentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire
LI	2011
IN	Vpliv svetlobnih razmer na pomlajevanje v pragozdnem rezervatu Krokar
TD	Diplomsko delo (Univerzitetni študij - 1. stopnja)
OP	VIII, 34 str., 9 pregl., 9 sl., 27 vir.
IJ	sl
JJ	sl/en
AI	

Predmet diplomske naloge je preučevanje naravnega pomlajevanja drevesnih vrst v pragozdu Krokar. Na sistematično določenih vzorčnih ploskvah ($N = 124$, velikost posamezne ploskve $1,5\text{ m} \times 1,5\text{ m}$) se je snemalo znake o zeliščni plasti, pomladku, sestoji in reliefu ter izmerilo vrednosti direktne in difuzne svetlobe. Vrednost povprečne difuzne svetlobe je bila 4,7 %, direktne pa 3,8 %. Ugotovljene vrednosti svetlobnih razmer so podobne vrednostim, ki so jih ugotovili pri analizah pragozdov v Sloveniji in na tujem. Gostota pomladka brez klic je znašala 29000 ha^{-1} , prevladovala sta bukev (59 %) in gorski javor (39 %). Analiza višinske strukture pomladka kaže, da se delež bukve z naraščajočo višino povečuje, delež javorja pa močno zmanjšuje. Povezave med svetlobo in gostotami in zastiranjem pomladka so bile večinoma šibko pozitivne, a v glavnem niso bile statistično značilne. Zastiranje pritalne vegetacije, v kateri prevladuje *Allium sp.*, je večje kot v drugih pragozdovih v Sloveniji. Ugotovljeno je bilo, da na pomladek poleg svetlobe pomembno vpliva konkurenca z zeliščno plastjo, ki je lahko celo glavni omejujoči dejavnik.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN	Dn
DC	FDC 181.21:228.81(497.4 Krokar)(043.2)=163.6
CX	natural regeneration/light conditions/ground vegetation/virgin forest/Krokar
CC	
AU	BONČINA Živa
AA	DIACI Jurij (supervisor)
PP	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
PB	University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources
PY	2011
TI	Influence of Light Conditions on Natural Regeneration in the Krokar Virgin Forest
DT	B. Sc. Thesis (Academic Study Programmes)
NO	VIII, 34 p., 9 tab., 9 fig., 27 ref.
LA	sl
AL	sl/en
AB	

The subject of the study was natural regeneration of tree species. Data on herb layer, regeneration, stand, and topography were registered on 124 systematic sample plots, 1,5 m x 1,5 m each, and direct and diffuse light was measured. The average diffuse and direct light values amounted to 4,7 % and 3,8 %, respectively. The measured values were similar to the ones gathered in analyses of virgin forests in Slovenia and abroad. The regeneration density, germs excluded, amounted to 29000 ha⁻¹, with beech (57 %) and sycamore (41 %) prevailing. With the increase of height of regeneration, the proportion of beech increases, while the proportion of sycamore decreases. Light intensity positively influence the regeneration density and regeneration coverage; however, the correlations are mainly insignificant. The coverage by ground vegetation, with *Allium sp.* prevailing, is higher when compared to other virgin forests in Slovenia. The analysis showed that, apart from light conditions, herb layer is an important if not the main limitation factor for natural regeneration.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO SLIK	VII
KAZALO PREGLEDNIC	VIII
1 UVOD IN NAMEN RAZISKAVE	1
2 PREGLED LITERATURE	2
3 OBJEKT RAZISKAVE	6
4 METODE	9
4.1 IZBIRA IN POSTAVITEV PLOSKEV	9
4.2 OCENA IN MERITEV PARAMETROV	10
4.3 KLASIFIKACIJE PLOSKEV	11
4.4 ANALIZE PODATKOV	12
5 REZULTATI	13
5.1 SVETLOBNE RAZMERE	13
5.2 ZASTIRANJE POMLADKA IN ZELIŠČ	14
5.3 STRUKTURA POMLADKA	15
5.4 ANALIZA PO SVETLOBNIH STRATUMIH ZA VES PRAGOZD	17
5.5 ANALIZA POMLADKA IN ZELIŠČ GLEDE NA SVETLOBNE RAZMERE	19
5.6 KONKURENČNI VPLIVI MED POMLADKOM IN ZELIŠČI	20
5.7 ANALIZA POMLAJEVANJA V ZDRUŽBI <i>ISOPYRO-FAGETUM</i>	21
6 RAZPRAVA	25
6.1 ŠTEVILO IN SESTAVA POMLADKA	25
6.2 SVETLOBA IN NJEN VPLIV NA POMLAJEVANJE	28
6.3 KONKURENCA ZELIŠČ	29
6.4 DRUGI VPLIVI NA POMLAJEVANJE	32
7 ZAKLJUČEK	33
8 VIRI	35
8.1 CITIRANI VIRI	35

Bončina Ž. Vpliv svetlobnih razmer na pomlajevanje v gozdnem rezervatu Krokar.

Dipl. delo (UN). Ljubljana, Univerza v Lj., Biotehniška fakulteta, Odd. za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 2011

8.2 DRUGI VIRI	37
ZAHVALA	38

KAZALO SLIK

Slika 1: Pogled s prepadnih sten na kanjon reke Kolpe. Levo izrazita Kuželjska stena, v ozadju Hrvaška (foto: Živa Bončina, junij 2010)	8
Slika 2: Karta gozdnih združb v pragozdu Krokar (prirejeno po Virgin forest..., 1993)	Napaka! Zaznamek ni definiran.
Slika 3: Mreža ploskev	10
Slika 4: Število pomladka po višinskih razredih in drevesnih vrstah za ves pragozd	16
Slika 5: Poškodovanost pomladka bukve in javorja po razredih poškodovanosti v vsem pragozdu	17
Slika 6: Razvrstitev vzorčnih ploskev v svetlobne stratume glede na vrednost direktne in difuzne svetlobe	18
Slika 7: Dendrogram za asociacijo <i>Isopyro-Fagetum</i>	21
Slika 8: Ellembergove fitoindikacijske vrednosti po podskupinah na rastišču <i>Isopyro-Fagetum</i>	23
Slika 9: Značilnosti pomladka v podskupinah na rastišču <i>Isopyro-Fagetum</i>	23
Slika 10: Zastiranje zelišč po podskupinah na rastišču <i>Isopyro-Fagetum</i>	24

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Število ploskev po analiziranih stratumih	12
Preglednica 2: Vrednosti direktne in difuzne svetlobe	13
Preglednica 3: Zastiranje zelišč in pomladka	14
Preglednica 4: Povprečne vrednosti zastiranja zelišč (v odstotkih) z največjim zastiranjem po rastiščnih skupinah	15
Preglednica 5: Število pomladka na hektar po drevesnih vrstah za celoten pragozd	16
Preglednica 6: Primerjava števila pomladka na hektar v asociaciji <i>Isopyro–Fagetum</i> , bukovjih in jelovih bukovjih	17
Preglednica 7: Zastiranje zelišč in pomladka v odstotkih po svetlobnih stratumih v celotnem pragozdu (N = 106)	19
Preglednica 8: Značilne korelacije s tveganjem, manjšim od $p = 0,05$ med pojavljanjem pomladka bukve (bu) in gorskega javorja (ja) po višinskih razredih.	20
Preglednica 9: Razlike med skupinami (Kruskal-Wallis test)	22

1 UVOD IN NAMEN RAZISKAVE

Pomlajevanje drevesnih vrst je pomemben sestavni del razvoja gozdnih sestojev. Pogosto preučujemo pomlajevanje glede na naravne motnje (Marinšek in Diaci, 2004). V tem delu Evrope so najpomembnejši dejavniki motenj veter, sneg in insekti (Schelhaas in sod., 2003; Klopčič in sod., 2009).

Poznavanje različnih vzorcev pomlajevanja je pomembno za sonaravno gospodarjenje z gozdovi. Vzorci pomlajevanja se med različnimi rastišči pomembno razlikujejo (Nagel in Diaci, 2006). Svetloba je pogosto eden izmed ključnih dejavnikov, ki vplivajo na sestavo, obilje in rast pomladka. Preučevanje naravnega pomlajevanja glede na različne svetlobne razmere omogoča vpogled v konkurenčne odnose med drevesnimi vrstami pa tudi v odnose med drevesnimi in zeliščnimi vrstami v pritalni plasti, kar lahko izkoristimo pri gojenju gozdov.

Čeprav so bile dosedanje raziskave pomlajevanja pragozdov obsežne, jih je smiselno dopolnjevati, izsledke med seboj primerjati, hkrati pa raziskave izvesti tudi v gozdnih tipih, ki so bili do sedaj manj raziskani. V raziskavi smo se usmerili v analizo pomlajevanja bukovih pragozdov glede na svetlobne razmere. Nameni raziskave so predvsem ugotoviti: (1) strukturo pomladka, (2) svetlobne razmere in njihov vpliv na strukturo pomladka ter (3) razmerja med obiljem zelišč in strukturo pomladka. Pri tem so nas zlasti zanimala vprašanja, kakšne so mejne (minimalne) svetlobne razmere, pri katerih pomladek še uspeva, kakšna je sestava pomladka pri različnih svetlobnih razmerah ter kakšen je vpliv zeliščne vegetacije na sestavo in obilje pomladka. S preučevanjem želimo tudi prispevati k poznavanju sestojne dinamike pragozdov.

2 PREGLED LITERATURE

Raziskave naravnega pomlajevanja (pra)gozdov so številne in raznovrstne. Nekatere so usmerjene v raziskavo sestave in obilja pomladka, druge pa raziskujejo vplive različnih dejavnikov na naravno pomlajevanje, npr. rastiščnih in sestojnih razmer, načina gospodarjenja, divjadi in podobno. Eden glavnih dejavnikov, ki vplivajo na pomlajevanje drevesnih vrst, so svetlobne razmere; te so odvisne od zgradbe sestojev, ki pa se spreminja. Vpliv svetlobnih razmer na pomlajevanje so raziskovali na različne načine, ki jih lahko pregledno razdelimo v dve skupini. Srednjeevropski princip temelji na členitvi gozda na razvojne faze, medtem ko anglosaški poudarja pomen sestojnih vrzeli (Bončina in Diaci, 1998).

V zadnjih desetletjih je v ospredju raziskovanje pomlajevanja glede na pojavljanje vrzeli, ki so posledica različnih motenj v gozdnih ekosistemih. Za evropske (bukove) gozdove je značilno prevladovanje malopovršinskih motenj. Najpogostejša vzroka za spremembo svetlobnih razmer sta veter in saprofitske glive (na primer *Fomes fomentarius*) ter njuno prepletanje (Zeibig in sod., 2005). Zaradi gliv oslabljen drevesa se ob močnejšem vetru hitreje zrušijo, pri tem pa poškodujejo okoliška drevesa, ki zaradi poškodb postanejo bolj dovzetna za nove okužbe gliv. Pri raziskavi v pragozdu Krokar so odkrili, da je kar 50 % majhnih vrzeli nastalo na takšen način. Svetlobne razmere se lahko spremenijo in izzovejo pomlajevanje tudi kadar odpade večja veja ali se zlomi del krošnje. Abiotska dejavnika, ki povzročita nastanek manjših vrzeli, sta tudi močna direktna svetloba, ki lahko ožge debla, in ujme. Zeibig s sod. (2005) je ugotovil, da je vrzeli v pragozdu Krokar relativno malo (okoli 5 % površine) in da so majhne (povprečna velikost 137 m²).

Mnogi raziskovalci (npr. Nicotra in sod., 1999; Beaudet in sod., 2004; Bartemucci in sod., 2006 cit. po Messier in sod., 2009.) so z meritvami podrobno preučevali svetlobne razmere v pragozdovih: le na majhnem delu celotne površine so bile izmerjene visoke svetlobne vrednosti, na pretežnem delu površine pa so svetlobne razmere skromne. Prostorsko porazdelitev svetlobe je mogoče prikazati z desnoasimetrično krivuljo. Podobna krivulja je bila ugotovljena tudi za časovno porazdelitev svetlobe na eni sami analizirani lokaciji.

Zanimiva ugotovitev je, da je horizontalna in vertikalna variabilnost svetlobnih razmer v pragozdovih znatno večja kot v gospodarskem gozdu (Beaudet in Messier, 2002, cit. po Messier in sod., 2009) ali sukcesijskih stadijih ((Nicotra in sod., 1999; Bartemucci in sod., 2006), cit. po Messier in sod., 2009), kar je verjetno posledica specifične sestojne zgradbe pragozdov.

Eden od razlogov za prevladovanje majhnih vrzeli v srednjeevropskih gozdovih je ta, da se listavci s pospešeno lateralno rastjo krošenj hitro odzovejo na sproščen prostor. Lateralna rast poganjkov pri listavcih v zmernem vegetacijskem pasu je približno 18 cm na leto (Runkle in Yetter, 1987, cit. po Messier in sod., 2009), iglavci pa se slabše odzovejo z rastjo krošenj, sploh v starosti. Kljub temu se vrzeli, zlasti majhne, relativno hitro zarastejo. Tako so Beaudet in sod. (2007, cit. po Messier in sod., 2009) ugotovili, da je snežna nevihta povzročila povečanje vrednosti svetlobe z 1 % na 20 %, vendar so bile izmerjene vrednosti svetlobnih razmer že po treh letih enake oziroma celo nižje kot pred motnjo.

Mnogi raziskovalci (npr. Poulson in Platt, 1996; Beaudet in sod., 2004; Royo in Carson, 2006, cit. po Messier in sod., 2009) poudarjajo pomen podstojne vegetacije v času motnje. Če v podstojni vegetaciji prevladujejo drevesne vrste, ki se lahko hitro odzovejo, se vrzel zapolni vertikalno z drevesnimi vrstami, če teh primanjkuje, se vrzel zapolni s praproto, svetloljubnimi grmovnicami in travami.

Raziskav o velikopovršinskih motnjah v pragozdovih ni veliko, čeprav so prav velikopovršinske motnje – predvsem zaradi orkanskih vetrov – pri gospodarjenju z gozdovi vse večji problem. V Sloveniji je bilo v pragozdnih rezervatih raziskanih nekaj motenj srednjih jakosti. Tako sta Marinšek in Diaci (2004) raziskovala pomlajevanje v 5 ha veliki vrzeli po vetrolomu v pragozdu Ravna gora. V pragozdu Pečka sta Nagel in Diaci (2006) analizirala učinke dveh vetrolomov. Srednje močne motnje naj bi se v tem delu Evrope pojavljale enkrat v življenjski dobi dreves in naj bi pomembno vplivale na dinamiko pomlajevanja.

Pomlajevanje v pragozdovih ni omejeno le na vrzeli, odvisno je od mnogih dejavnikov in njihovih interakcij (Bončina in Diaci, 1998). Za pomlajevanje so pomembni semenenje, raznos semena ter razmere za klitje in razvoj klic. Za uspešno pomlajevanje so po mnenju Topoliantza in Pongaja (2000) ugodne razmere za klitje in razvoj pomladka pomembnejše od ugodnih razmer za semenenje; količina pomladka na določeni površini namreč ni sorazmerna s količino semena. Mortaliteto semena povečujejo suša, živali, ki se hranijo s semenom, ter glive; za preživetje pomladka pa so pomembne predvsem svetlobne razmere. Avtorja navajata, da mlade bukvice lahko preživijo pet let z 2 % dnevne svetlobe. Emborg (1998) pa za preživetje mladih bukvic in jesenov navaja vrednost 3 % RLI (relativnega sončnega sevanja pod zastorom v primerjavi z odprto površino, *relative light intensity* angl.). Zato naj bi bilo pomlajevanje omejeno na večje vrzeli ali svetlobne jaške, kjer vrednost svetlobe presega 2 %. Roženberger (2007) je v Rajhenavskem Rogu pod zastorom izmeril 3 % RLI, v vrzelih pa je RLI dosegala vrednosti okrog 10 % (Perme, 2008). Mihok s sod. (2007, cit. po Grce, 2010) je v homogenih bukovih gozdovih na Madžarskem izmerila v majhnih vrzelih povprečno 2–3 %, na velikih pa okoli 8 % RLI. Meiser s sod. (2009) navaja vrednosti svetlobe pri tleh okoli 2 % in nad podstojno vegetacijo okoli 4,5 %; te vrednosti veljajo za gozdove zmerne cone; v borealnih gozdovih so te vrednosti višje, v tropih pa nižje. Po mnenju nekaterih (npr. Nicotra in sod., 1999; Moorcroft in sod., 2001; Beaudet in sod., 2007, cit. po Messier in sod., 2009) bi za razlago kompleksnosti svetlobnih razmer potrebovali še druge parametre svetlobe.

V pragozdovih naj bi bila diverziteta drevesnih vrst zaradi skromnih svetlobnih razmer manjša kot v sukcesijskih stadijih gospodarskega gozda (Connell, 1978, cit. po Messier in sod., 2009), a približno enaka tisti v gospodarskem gozdu, kjer se že vzpostavi klimaksno stanje. Coroi in sod. (2004) so ugotovili največjo diverziteto rastlinskih vrst v listnatih gozdovih, manjšo v mešanih, najmanjšo pa v iglastih gozdovih.

Pragozdno rastlinstvo mora dobro prenašati senco in se na morebitno osvetlitev hitro odzvati. Svetlobni režim z malopovršinskimi motnjami in nasploh majhnimi vrednostmi svetlobe ugaja bukvi, ki ima zaradi svoje sencozdržnosti, hitrega širjenja krošnje in vitalnosti veliko konkurenčno moč (Zeibig in sod., 2005).

V vrzelih je možna tudi pomladitev drevesnih vrst, ki v sklenjenem sestoju zaradi pomanjkanja svetlobe niso konkurenčne bukvi. Marinšek in Diaci ugotavljata (2004), da je gorski javor v mladosti v vrzelih konkurenčen bukvi, s starostjo pa se njegov delež zmanjšuje. Letni tekoči višinski prirastek gorskega javorja lahko v ugodnih svetlobnih razmerah znaša tudi 2,5 m (Kotar, 2005: 185), kar predstavlja konkurenčno prednost pred drugimi drevesnimi vrstami. Potrebe drevesnih vrst po svetlobi se s starostjo spreminjajo (Brus, 2005); tako javor v mladosti prenese zasenčenje, v starosti pa vse manj. Pogoj za nasemenitev svetloljubnih drevesnih vrst je prisotnost semenskih dreves. Stalna prisotnost svetloljubnih drevesnih vrst v pragozdni sestoji v daljšem obdobju nakazuje na režim motenj, ki je omogočil obstoj teh drevesnih vrst na sicer majhnih površinah, ki so jih prizadele motnje, navajata avtorja.

Na pomlajevanje drevesnih vrst lahko vplivajo tudi medvrstna ali znotrajvrstna konkurenca (Diaci, 2000) pa tudi divjad (Jarni in sod., 2004, Rozman in Diaci, 2008). Divjad je pri objedanju selektivna (Jarni in sod., 2004), nekatere vrste ima raje kot druge, zato je manjša pestrost drevesnih vrst v pomladku lahko posledica vpliva divjadi (Jarni in sod., 2004). Tako vpliva divjad na obilje in preraščanje pomladka jelke in gorskega javorja (Bončina in sod., 2009). Čeprav se v pragozdovih ne gospodari, se vplivi gospodarjenja z divjadjo prenašajo na pragozd. Zeliščna plast lahko sicer ovira pomladek in mu jemlje svetlobo, po drugi strani pa lahko gost sklep rastlinja ščiti mlada drevesca pred objedanjem.

Pomlajevanje v pragozdu Krokar so že raziskovali študentje v okviru priprave diplomskih, pripravniških in magistrskih del (npr. Adamič, 2008; Grce, 2010; Pisek, 2010).

3 OBJEKT RAZISKAVE

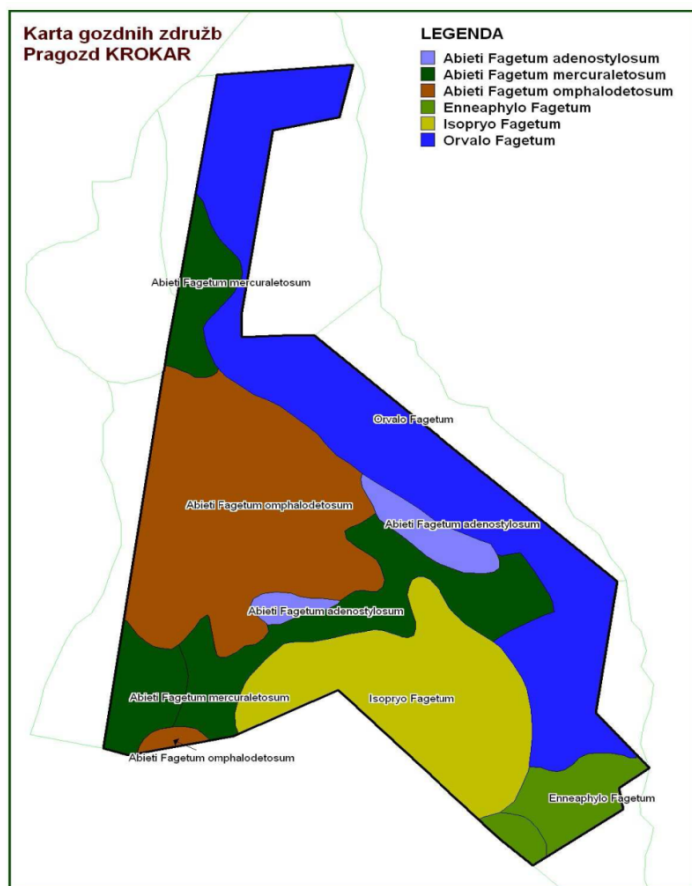
Objekt raziskave je gozdni rezervat Krokar. Pragozdovi, oziroma boljše rečeno pragozdni ostanki, se v Evropi po navadi nahajajo na višjih nadmorskih višinah ter odročnih krajih; tudi pragozd Krokar (imenovan tudi Ravenski pragozd) leži v montanskem pasu na višini od 856 do 1180 m (Pisek, 2010) na jugovzhodnem delu Borovške gore in je s površino 74,49 ha največji v Sloveniji. Predel naj bi bil iz gospodarjenja izločen že leta 1885 (Hočevnar, 1985), po Hufnaglovih popisih pa kasneje, saj je ta spodnji del uvrstil še v gospodarski gozd (Acceto, 2002).

Pragozd leži na meji dinarskega in preddinarskega fitogeografskega območja. Večji del pragozda je vrtačast in planotast, izstopajo vrhova Cerkljeva in Krokarska ter prepadne stene, imenovane Kamniti zid, na severovzhodu in prepadne stene (sicer že izven pragozda, a z velikim vplivom nanj), ki se odpirajo proti jugu v kanjon reke Kolpe. Matični kamnini sta dolomit in apnenec, meja se jasno vidi že po površinski skalovitosti.

Povprečna letna temperatura je nizka, 5 °C (Grce, 2010), vetrovi in megla so pogosti. Povprečne letne padavine za GGE Ravne so od 1500 do 1900 mm (Pisek, 2010). Podatki so pridobljeni in izpeljani iz bližnjih pa tudi nekoliko bolj oddaljenih meteoroloških postaj; točnih podatkov za pragozd ni.

Zaradi različnih kamnin in razgibanega terena je vegetacija pestra. Ob južnih prepadnih stenah proti kanjonu Kolpe so prisotne tudi zelo toploljubne vrste (pa tudi svetloljubne vrste, ki zaradi konkurenčnosti ne zmorejo rasti v sklenjenem sestoju), na primer topokrpi javor (*Acer obtusatum* W. et Kit ex Willd.), mokovec (*Sorbus aria* L.) in bori (*Pinus* L.). Razčlemba na združbe je zahtevna. Acceto (2002) je na podlagi popisov vegetacije v grobem razčlenil pragozd na jelova bukovja (*Omphalodo-Fagetum*), z javorjem mešana bukovja (*Stellario montanae-Fagetum*) in čista bukovja (*Arunco-Fagetum*, *Lamio orvalae-Fagetum* ter *Allio victorialis-Fagetum*). Zeibigova (2001) delitev, ki povzema kartiranje Robiča in Bončine (Virgin forest..., 1993), je nekoliko drugačna; omenil je tudi združbo *Isopyro-Fagetum* z velikim deležem čemaža (*Allium ursinum* in *Allium victorialis*) v

zeliščnem sloju. V obliki zaplat na veliki površini se pojavljata še goli lepen (*Adenostyles glabra*) in Fuchsov grint (*Senecio fuchsii*).



Slika 1: Karta gozdnih združb v pragozdu Krokar (prirejeno po Virgin forest ..., 1993)

Glavna drevesna vrsta je bukev (*Fagus sylvatica* L.), pojavlja se jelka (*Abies alba* Mill.) – predvsem v dinarskem delu, kjer z bukviijo tvori zanimiv dvoplasten gozd. Smreka (*Picea abies* L.), gorski javor (*Acer pseudoplatanus* L.) in druge vrste so prisotne v majhnem številu. Lesna zaloga je $633 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (Pisek, 2010).

Bončina Ž. Vpliv svetlobnih razmer na pomlajevanje v gozdnem rezervatu Krokar.

Dipl. delo (UN). Ljubljana, Univerza v Lj., Biotehniška fakulteta, Odd. za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 2011

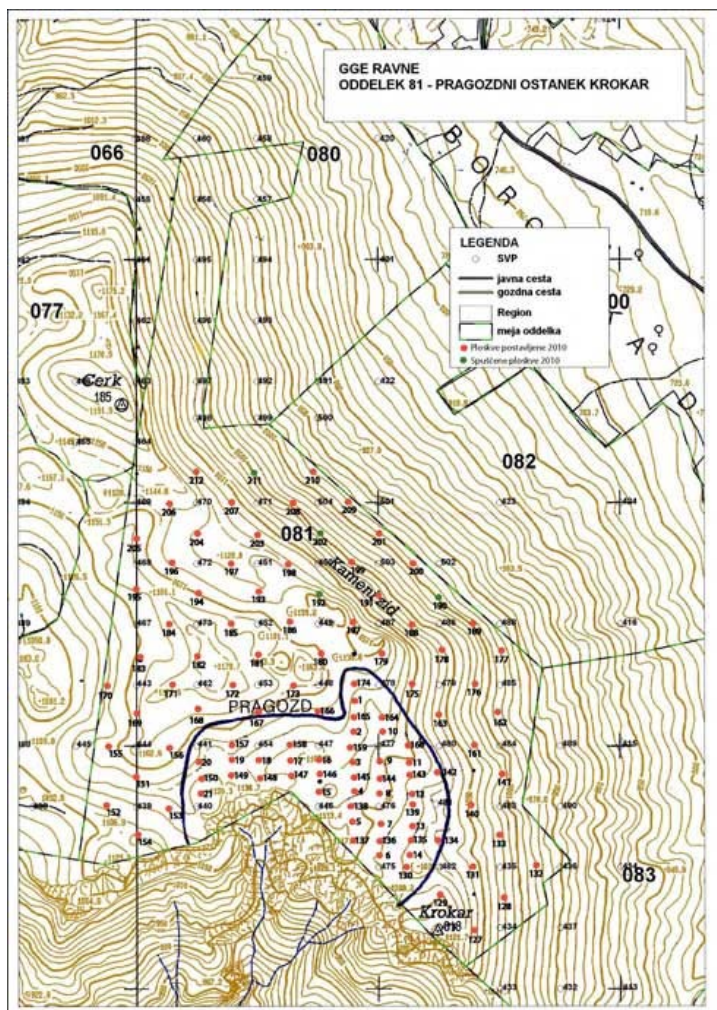


Slika 2: Pogled s prepadnih sten na kanjon reke Kolpe. Levo izrazita Kuželjska stena, v ozadju Hrvaška (foto: Živa Bončina, junij 2010)

4 METODE

4.1 IZBIRA IN POSTAVITEV PLOSKEV

Čez celoten pragozd smo postavili mrežo ploskev velikosti $1,5\text{ m} \times 1,5\text{ m}$ z orientacijo sever-jug, katere gostota se je razlikovala glede na združbo. Ker nas je najbolj zanimala združba *Isopyro-Fagetum*, je bila tam mreža najgostejša. Kot osnova pa tudi kot orientacija so nam služile stalne vzorčne ploskve in kovinske oznake ploskvic iz preteklih raziskav; pri iskanju smo si pomagali z detektorjem kovin. Ploskev smo vedno postavili tako, da je bila kovinska oznaka v spodnjem levem kotu. Skupno smo analizirali 124 ploskev, na 106 ploskvah smo izmerili vrednosti svetlobe.



Slika 3: Mreža ploskev

4.2 OCENA IN MERITEV PARAMETROV

Ko smo ploskve locirali, smo lahko iz kart razbrali nadmorsko višino, ocenili oblikovanost površja in določili rastlinsko združbo. Na ploskvah smo izmerili naklon ($^{\circ}$), ekspozicijo in temeljnico sestoja, v katerem je bil locirana ploskev (Bitterlich, $k = 2$). Ocenili smo tudi razvojno fazo sestoja (razlikovali smo inicialno, optimalno ali terminalno), kar je bilo včasih težko, saj sta se zlasti optimalna in terminalna faza pogosto prepletali.

Na ploskvi smo ocenili delež zastiranja zelišč, pomladka, skalovitosti, ostankov dreves in preostale površine, tako da je skupno zastiranje znašalo 100 %. Upoštevali smo tudi zastiranje rastlin izven ploskve. Nato smo ocenili tudi zastiranje po drevesnih vrstah in zeliščih, pri čemer smo upoštevali zastiranje v vseh plasteh, tako da je lahko skupna vsota

znašala več kot 100 %. Tudi če je bil na ploskvi le en osebek neke vrste, ki je zastiral manj kot 1 %, smo mu pripisali vrednost zastiranja 1 %. Popisovali smo junija in julija 2010, ko so nekatera zelišča že odmirala, nekaterih verjetno ni bilo več. Tudi zaradi lažjega določanja rastlinskih vrst bi bilo najbrž bolje, če bi bili popis opravili prej, ali opravili dva popisa.

Prešteli in izmerili smo ves pomladek na ploskvi in ga po drevesnih vrstah uvrstili v višinske oziroma debelinske razrede:

- klice,
- do 20 cm,
- od 21 cm do 50 cm,
- od 51 cm do 130 cm,
- od 131 cm do 250 cm,
- s prsnim premerom do 10 cm,
- s prsnim premerom nad 10 cm.

Za vsako osebek smo določili stopnjo objedenosti. Oceno 1 so dobila drevesca, poškodovana do 10 %, oceno 2 tista s poškodovanostjo od 10 % do 50 % ali s poškodovanim terminalnim poganjkom, oceno 3 pa drevesca s poškodovanostjo, večjo od 50 %.

4.3 KLASIFIKACIJE PLOSKEV

Fitocenološke popise smo razvrščali s pomočjo numerične klasifikacije. Uporabili smo metodo najbolj oddaljenega soseda (*complete linkage clustering* angl.), pri tem smo za mero različnosti med popisi uporabili Bray-Curtisovo razdaljo. Glede na sliko dendrograma smo izločili 3 večje skupine popisov. Za ugotavljanje razlik med popisi smo uporabili Kruskal-Wallisov test. Izračun je izvedel dr. Andrej Rozman.

Za snemanje svetlobe smo uporabili digitalni fotoaparat Nikon Coolpix 995 z objektivom ribje oko FC-08, ki je bil nameščen na samoizravnalno stojalo z avtomatskim iskalcem

severa podjetja Regent Instruments (Kanada). Posnete digitalne fotografije smo pretočili na osebni računalnik in jih obdelali s programom WinScanopy PRO. Ocenjevali smo DSF (delež direktnega sevanja), ISF (delež indirektnega oziroma difuznega sevanja) in TSF (delež skupnega sončnega sevanja, ki je matematični poskus prikaza difuzne in direktne svetlobe skupaj). Svetlobne vrednosti na ploskvah smo ugotavljali poleti 2010 na višini 1,3 m nad količkom, ki je označeval ploskev. Hemisferične fotografije je posnel in analiziral Tomaž Adamič.

4.4 ANALIZE PODATKOV

Za primerjanje spremenljivk analiziranih parametrov med skupinami smo uporabili neparametrični Kruskal-Wallisov test. Analizirane skupine so bile različne, npr. razvojne faze, gozdne združbe. Zaradi neenakomerne mreže vzorčenja in lažje obdelave smo asociacije združili v bukovja (*Enneaphyllo-Fagetum* in *Orvalo-Fagetum*) ter jelova bukovja (*Abieti-Fagetum mercurialetosum* in *Abieti-Fagetum omphalodetosum*) (Preglednica 1). Asociacijo *Isopyro-Fagetum* smo obravnavali posebej. Pri obdelavi nismo uporabili parametričnih testov, ker se spremenljivke niso vedno porazdeljevale normalno in ker variance niso bile vedno homogene. Za prikaz korelacij med izbranimi spremenljivkami smo uporabili Spearmanov koeficient korelacije (r_s). Za statistične analize smo uporabili programa Excel in SPSS.

Preglednica 1: Število ploskev po analiziranih stratumih

stratumi		število ploskev	meritev svetlobe
rastiščne enote	<i>Isopyro-Fagetum</i>	52	34
	bukovja	22	22
	jelova bukovja	50	50
	skupaj	124	106

5 REZULTATI

5.1 SVETLOBNE RAZMERE

Vrednosti svetlobe so variirale od 0,3 % do 23,9 %. Povprečna direktna svetloba za ves pragozd je znašala 3,8 %, povprečna difuzna pa 4,7 %. Vrednosti direktne, difuzne ali skupne svetlobe se med skupinami rastišč niso značilno razlikovale. Na vseh rastiščih je bila povprečna vrednost difuzne svetlobe višja od poprečne vrednosti direktne svetlobe (Preglednica 2).

Preglednica 2: Vrednosti direktne in difuzne svetlobe

		direktna (%)	difuzna (%)
<i>Isopyro-Fagetum</i>	aritmetična sredina	4,0	4,3
	standardni odklon	2,8	1,7
	minimum	0,6	2,9
	maksimum	13,3	11,1
bukovja	aritmetična sredina	3,8	4,8
	standardni odklon	4,6	2,8
	minimum	0,7	2,1
	maksimum	16,3	14,2
jelova bukovja	aritmetična sredina	3,7	4,9
	standardni odklon	3,6	2,7
	minimum	0,3	2,5
	maksimum	23,9	19,4

Analiza podatkov s Kruskal-Wallisovim testom (rezultatov posebej ne prikazujemo) je pokazala ($p = 0,003$), da so se vrednosti difuzne svetlobe značilno razlikovale po razvojnih fazah; največje so bile v inicialni fazi, kjer je bil povprečna vrednost difuzne svetlobe 7,1 % ($N = 8$). V optimalni fazi je bila vrednost difuzne svetlobe 3,9 % ($N = 62$), v terminalni pa 5,3 % ($N = 36$). Med razvojnimi fazami nismo ugotovili značilnih razlik v vrednostih direktne in skupne svetlobe.

S Spearmanovim testom smo ugotovili značilno negativno korelacijo med sestojno temeljnico in difuzno svetlobo ($N = 102$, $r_s = -0,297$; $p = 0,002$). Povprečna temeljnica v pragozdu je sicer znašala $40 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$.

5.2 ZASTIRANJE POMLADKA IN ZELIŠČ

Zastiranje pomladka in zelišč je močno variiralo, saj so bili standardni odkloni veliki (Preglednica 3). Največja zastrtost z zelišči je bila v asociaciji *Isopyro-Fagetum*, skoraj 75 %, a tudi v jelovih bukovjih in drugih bukovjih je bilo zastiranje zelišč veliko. Med rastiščnimi skupinami so obstajale značilne razlike ($p = 0,000$) v zastiranju zelišč. S testom nismo ugotovili značilnih razlik med rastiščnimi skupinami v zastiranju pomladka. Največje zastiranje pomladka je bilo v jelovih bukovjih, skoraj 16 %, najmanjše, samo okoli 2 %, pa v bukovjih.

S Spearmanovim testom smo ugotovili značilno negativno korelacijo med zastiranjem pomladka in zastiranjem zelišč ($r_s = -0,291$; $p = 0,001$).

Preglednica 3: Zastiranje zelišč in pomladka

		zelišča (%)	pomladek (%)
<i>Isopyro-Fagetum</i>	aritmetična sredina	74,6	4,8
	standardni odklon	26,0	11,6
	minimum	10,0	0,0
	maksimum	100,0	65,0
bukovja	aritmetična sredina	45,1	2,2
	standardni odklon	27,2	3,1
	minimum	5,0	0,0
	maksimum	90,0	10,0
jelova bukovja	aritmetična sredina	51,1	15,8
	standardni odklon	36,1	26,0
	minimum	0,0	0,0
	maksimum	100,0	100,0

Pri popisu zelišč smo registrirali skupno okoli 60 vrst; pri večini so bile njihove povprečne vrednosti zastiranja zelo nizke. Med zastiranjem zelišč smo ugotovili največje vrednosti

zastiranja za vrste, ki so se pojavljale v obliki zaplat, to so čemaž, goli lepen, Fuchsov grint in trpežni golšec (*Mercurialis perennis*), ter za vrste dinarskih gozdov, ki so bile prisotne v vseh asociacijah, na primer spomladanska torilnica (*Omphalodes verna*), trolistna penuša (*Cardamine trifolia*) in dišeča lakota (*Gallium odoratum*) (Preglednica 4). Zastiranje čemaža ($p = 0,001$) in zastiranje golega lepene ($p = 0,016$) sta se med rastiščnimi skupinami značilno razlikovala. Čemaža je bilo največ v asociaciji *Isopyro-Fagetum*, golega lepene pa v jelovih bukovjih (Preglednica 4).

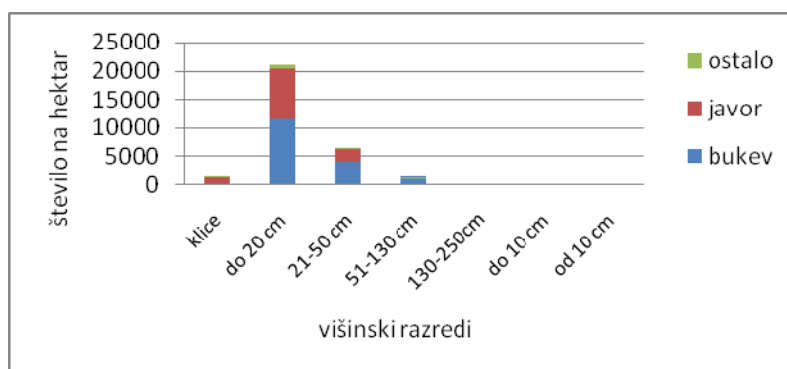
Preglednica 4: Povprečne vrednosti zastiranja zelišč (v odstotkih) z največjim zastiranjem po rastiščnih skupinah

	<i>Isopyro-Fagetum</i>	bukovja	jelova bukovja
<i>Allium sp.</i>	35,1	11,4	21,1
<i>Mercurialis perennis</i>	5,0	7,8	5,0
<i>Adenostyles alliariae</i>	5,9	0,0	9,6
<i>Omphalodes verna</i>	6,0	3,0	5,2
<i>Senecio fuchsii</i>	3,1	3,8	3,5
<i>Gallium odoratum</i>	3,7	2,7	4,9
<i>Anemone nemorosa</i>	2,3	2,2	3,6
<i>Dryopteris filix-mas</i>	1,3	0,6	4,4
<i>Cardamine trifolia</i>	2,3	1,3	2,5

5.3 STRUKTURA POMLADKA

Poprečna gostota pomladka brez klic je znašala okoli 29000 ha⁻¹. Število pomladka se je z višino zmanjševalo, največ ga je bilo v višinskem razredu do 20 cm (Slika 4).

V pomladku je bila brez upoštevanja klic najbolj zastopana drevesna vrsta bukev s 59 %. Javorja je bilo 39 %, komaj 2 % so predstavljale druge drevesne vrste (Preglednica 5). V pomladku so se poleg gorskega javorja in bukve pojavili še brest (*Ulmus glabra* Huds.), mokovec, jesen (*Fraxinus* L.), topokrpi javor in jelka. Zaradi premajhnega števila smo jih prikazali skupaj. Delež bukve je z višino opazno naraščal, v pomladku, višjem od 50 cm, je bukve več od 95 %, v pomladku nad 130 cm pa druge drevesne vrste sploh niso zastopane.



Slika 4: Število pomladka po višinskih razredih in drevesnih vrstah za ves pragozd

Preglednica 5: Število pomladka na hektar po drevesnih vrstah za celoten pragozd

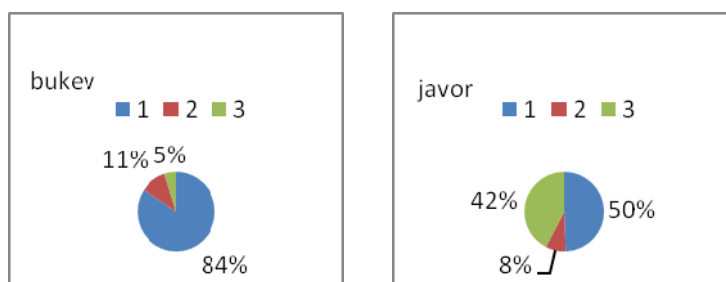
višina/debel. stopnja	bukev	%	javor	%	ostalo	%	skupaj
klice	251	16,7	1183	78,6	72	4,8	1505
do 20 cm	11649	55,4	8853	42,1	538	2,6	21039
21-50 cm	4086	62,6	2366	36,3	72	1,1	6523
51-130 cm	1254	94,6	36	2,7	36	2,7	1326
130-250 cm	72	100	0	0	0	0	72
1. in 2. deb. stopnja	36	100	0	0	0	0	36
3. deb. stopnja	36	100	0	0	0	0	36
skupaj	17384	56,9	12437	40,7	717	2,3	30538

Med rastiščnimi skupinami se je med analiziranimi parametri strukture pomladka značilno razlikovala le gostota bukovega pomladka do 20 cm ($p = 0,006$). Kljub statistično neznačilnim razlikam je bila v asociaciji *Isopyro-Fagetum* gostota javorovega pomladka in skupnega pomladka dosti manjša kot v drugih skupinah, medtem ko je bila gostota bukovega pomladka v tej asociaciji večja. V bukovjih je bilo javorja več kot bukve, v jelovih bukovjih je gostota javorjevega pomladka približno enaka gostoti bukovega pomladka. Največ višjega pomladka (> 50 cm) je bilo v jelovih bukovjih (Preglednica 6). Delež jelke, tudi v jelovih bukovjih, je majhen. Skupna gostota pomladka jelke je v jelovih bukovjih znašala 178 ha^{-1} ; vse jelkice so bile visoke do 20 cm. Število jelovih klic v tej rastiščni skupini je znašalo 178 ha^{-1} . V drugih rastiščnih skupinah se jelka sploh ni pojavila.

Preglednica 6: Primerjava števila pomladka na hektar v asociaciji *Isopyro–Fagetum*, bukovjih in jelovih bukovjih

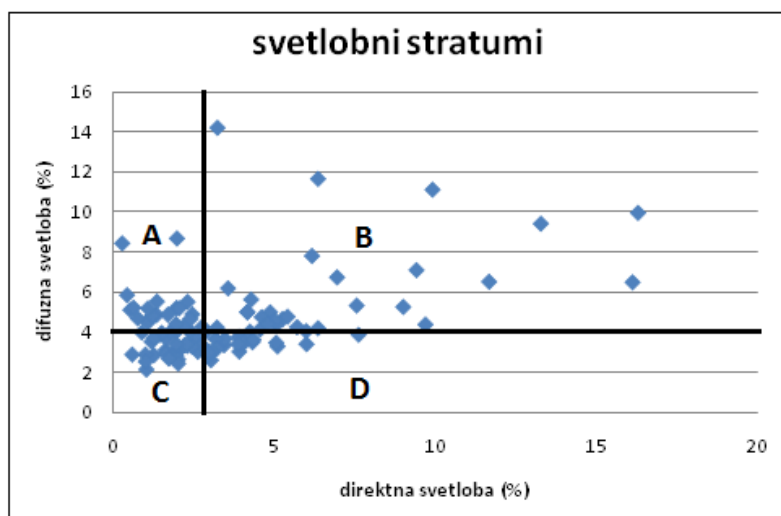
	<i>Isopyro–Fagetum</i>		bukovja		jelova bukovja	
	bukev	javor	bukev	javor	bukev	javor
klice	427	1026	0	3232	178	444
do 20 cm	16325	4188	12727	15556	6311	10756
21–50 cm	3590	1966	2424	1414	5333	3200
51–130 cm	769	0	404	0	2133	89
130–250 cm	0	0	0	0	178	0
skupaj brez klic	20769	6154	15556	16970	14044	14044

Večina pomladka bukke je bila poškodovana manj od 10 %, medtem ko smo več kot 40 % javorovega pomladka uvrstili v razred z najvišjo stopnjo poškodovanosti (Slika 5). Drugih drevesnih vrst je bilo premalo za podrobno analizo poškodovanosti; ves jelov pomladek je bil močno poškodovan, pomladek preostalih vrst pa skorajda nepoškodovan.

**Slika 5: Poškodovanost pomladka bukke in javorja po razredih poškodovanosti v vsem pragozdu**

5.4 ANALIZA PO SVETLOBNIH STRATUMIH ZA VES PRAGOZD

Ploskve smo razporedili v štiri stratumе, ki so se razlikovali glede na vrednosti direktne in difuzne svetlobe. V stratumu A so bile ploskve z veliko difuzne in malo direktne svetlobe, v stratumu B ploskve z veliko direktne in veliko difuzne svetlobe (Slika 5). Meji za večje in manjše vrednosti smo določili po mediani. Mediana za direktno svetlobo je znašala 2,7 %, za difuzno pa 4,0 %.



Slika 6: Razvrstitev vzorčnih ploskev v svetlobne stratume glede na vrednost direktne in difuzne svetlobe

Med stratumi nismo odkrili statistično značilnih razlik v zastiranju zelišč. Nakazano je bilo so bile največje zastiranje zelišč v stratumu B z največjimi vrednostmi svetlobe in najmanjše v stratumu C, kjer so bile vrednosti difuzne in direktne svetlobe manjše (Preglednica 7). Med stratumi smo ugotovili značilne razlike v zastiranju pomladka ($p = 0,033$). Zastiranje pomladka ni bilo največje v stratumu B z veliko svetlobe, ampak v stratumu A. Zanimivo majhne so bile vrednosti v stratumu D. Med stratumi smo ugotovili značilne razlike tudi v številu pomladka, a le za višinski razred od 21 do 50 cm pomladka bukve ($p = 0,029$). in javorja ($p = 0,013$). Podobno kot zastiranje so bile najvišje gostote v stratumu A. Najmanj javorjev v višinskem razredu od 21 do 50 cm je v bilo stratumu B, gostote bukvic v višinskem razredu od 21 do 50 cm pa so bile najmanjše v stratumu C.

Nakazano je bilo, da je bilo bukvic, višjih od 50 cm, najmanj v stratumu C, malo jih je bilo tudi v stratumu D, največ pa v stratumu A. V stratumu A je bilo nakazano tudi največ javorjev, višjih od 50 cm, najmanj pa jih je bilo v stratumu B.

Preglednica 7: Zastiranje zelišč in pomladka v odstotkih po svetlobnih stratumih v celotnem pragozdu (N = 106)

	svetlobni stratumi	aritmetična sredina	standardni odklon	minimum	maksimum
zelišča	A	51,8	31,3	4	98
	B	66,9	31,6	0	100
	C	49,8	32,9	0	98
	D	58,3	39,3	0	100
	skupaj	57,1	33,9	0	100
pomladek	A	14,1	22,5	0	80
	B	13,5	27,8	0	100
	C	7,8	14,7	0	50
	D	2,9	5,9	0	20
	skupaj	9,8	20,3	0	100

5.5 ANALIZA POMLADKA IN ZELIŠČ GLEDE NA SVETLOBNE RAZMERE

Svetloba je v glavnem pozitivno vplivala na število podmladka na ploskvah, a statistično značilna je bila le šibka povezava med difuzno svetlobo in bukvicami v višinskem razredu od 21 do 50 cm ($r_s = 0,203$; $p = 0,037$; $N = 106$). Gostote pomladka, višjega od 50 cm, so bile nizke, zato smo vse razrede nad 50 cm združili v en sam razred, a tudi tako nismo ugotovili značilnih povezav med gostoto pomladka in svetlobo.

Preizkusili smo, ali v našem primeru drži trditev, da je za pomlajevanje potrebna relativna intenzivnost svetlobe (RLI), ki je enaka ali večja od 3 %. Ugotovili smo, da ni značilnih razlik v gostoti pomladka, zastiranju pomladka niti v zastiranju zelišč med ploskvami z manj kot 3 % RLI in tistimi, kjer je bilo skupne svetlobe več. Naši rezultati kažejo, da je bilo na ploskvah z več svetlobe pomladka celo manj, zelišč pa več, vendar te razlike niso bile statistično značilne. Tudi v primeru, ko smo mejo znižali na 2 % RLI, razlike niso bile značilne.

Primerjava pomlajevanja javorja in bukve daje zanimivo ugotovitev, da so (svetlobne) razmere, ki so ugodne za pojavljanje bukve, ugodne tudi za pomlajevanje gorskega javorja.

Opazno je tudi, da je višinska struktura bukovega in javorovega pomladka na ploskvah podobna (Preglednica 8).

Preglednica 8: Značilne korelacije s tveganjem, manjšim od $p = 0,05$ med pojavljanjem pomladka bukve (bu) in gorskega javorja (ja) po višinskih razredih.

	ja (do 20 cm)	ja (20-50 cm)	ja (nad 50 cm)
bu (do 20 cm)	0,37	nz	nz
bu (20-50 cm)	0,41	0,48	nz
bu (nad 50 cm)	nz	nz	(0,23) ^{op}

op: tveganje $p = 0,09$

nz: ni značilne korelacije

V preglednici so navedeni korelacijski koeficienti.

Korelacija med skupno svetlobo in zastiranjem zelišč je bila šibka ($r_s = 0,206$; $p = 0,034$). Nekaterne vrste so se pojavljale tam, kjer je bilo svetlobe več, druge, kjer je bilo manj. Posamezno smo analizirali predvsem vrste, ki se pojavljajo v obliki večjih zaplat in z večjim zastiranjem – čemaž, Fuchsov grint, trpežni golsec in goli lepen. Večinoma so bile korelacije šibke in statistično neznačilne, zato podrobnih rezultatov ne prikazujemo.

5.6 KONKURENČNI VPLIVI MED POMLADKOM IN ZELIŠČI

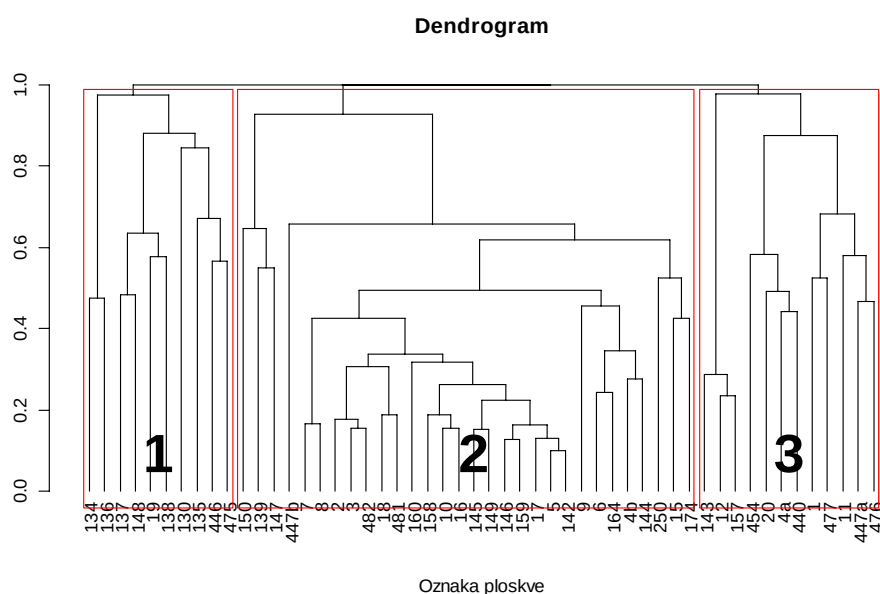
Povezave med pomladkom in zelišči v glavnem niso bile statistično značilne. Med bukovim pomladkom in zelišči nismo ugotovili statistično značilnih korelacij. Značilna korelacija je bila med javorji višine od 21 do 50 cm in zastiranjem Fuchsovega grinta ($N = 124$; $r_s = 0,263$; $p = 0,003$). Zanimivo je, da povezava med čemažem, ki je imel med zelišči največje zastiranje (Preglednica 4), in številom pomladka ni bila značilna.

Analiza, omejena le na ploskve v asociaciji *Isopyro-Fagetum*, je pokazala značilno negativno povezavo med javorji v višinskem razredu od 21 do 50 cm in zastiranjem čemaža ($N = 52$; $r_s = -0,299$; $p = 0,032$). Značilna je bila pozitivna povezava med bukovimi klicami in golim lepenom ($N = 52$; $r_s = 0,338$; $p = 0,014$). Druge povezave z visokimi zelišči, ki lahko omejujejo rast pomladka, so bile tudi v tej asociaciji večinoma neznačilne. Ugotovili smo pozitivni povezavi med zastiranjem spomladanske torilnice ter javorovega

pomladka ($N = 52$; $r_s = 0,549$; $p = 0,000$) in gostoto javorovega pomladka do 20 cm ($N = 52$; $r_s = 0,441$; $p = 0,001$).

5.7 ANALIZA POMLAJEVANJA V ZDRUŽBI *ISOPYRO-FAGETUM*

Na podlagi zastiranja in pojavljanja zeliščnih vrst na ploskvah, ki ležijo na rastišču *Isopyro-Fagetum*, lahko razlikujemo tri različne podskupine (Slika 7).



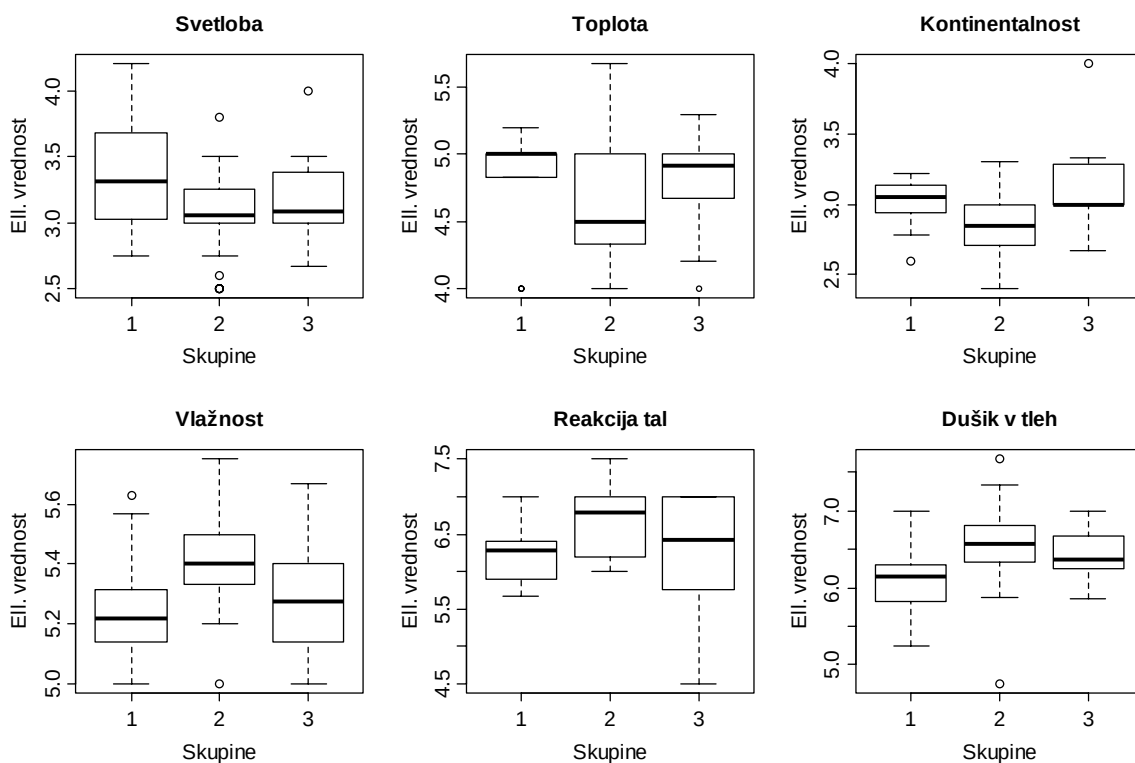
Slika 7: Dendrogram za asociacijo *Isopyro-Fagetum*

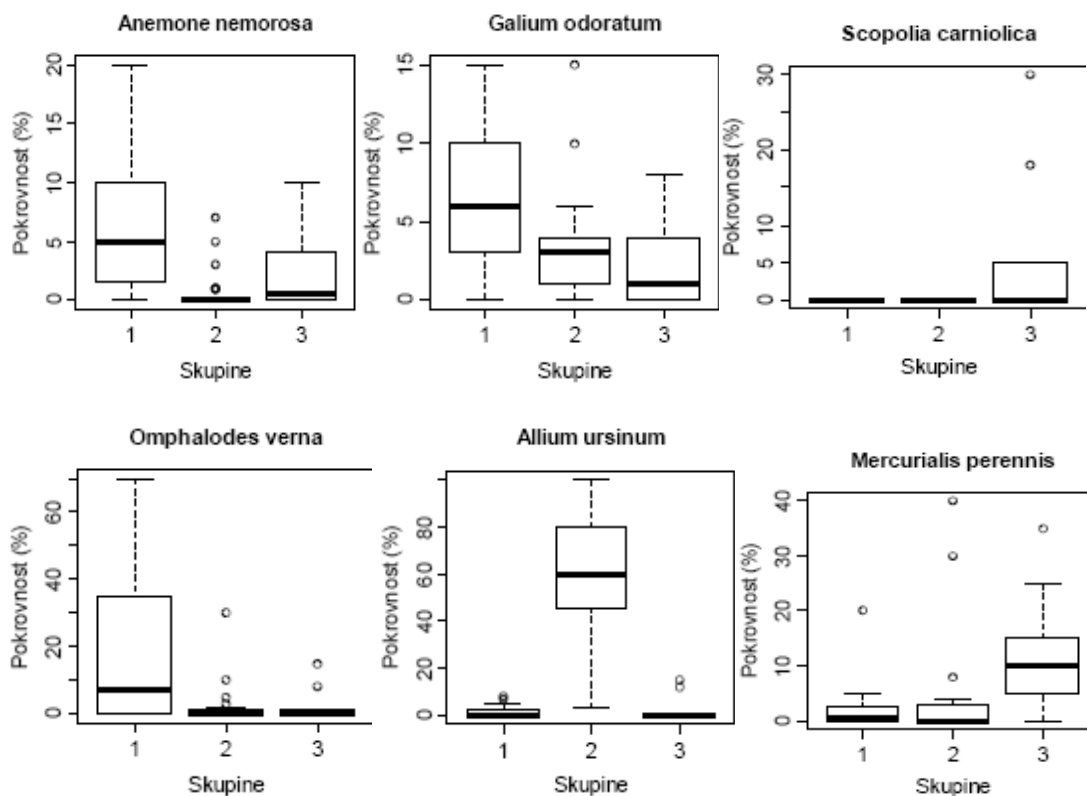
Značilne razlike med podskupinami smo odkrili pri Ellenbergovih fitoindikacijskih vrednostih za kontinentalnost, vlažnost, reakcijo tal in dušik v tleh. Med podskupinami nismo odkrili statistično značilnih razlik v vrednostih difuzne ali direktne svetlobe in gostotah bukovega in javorovega pomladka, ampak le statistično značilne razlike v zastiranju pomladka (Preglednica 9). Slednje je največje v prvi podskupini ploskev. Povprečna skalovitost v združbi je bila nizka, samo 1,3 %, in se ni značilno razlikovala po podskupinah.

Preglednica 9: Razlike med skupinami (Kruskal-Wallis test)

	χ^2	p
Dir_sv	0,7829	0,6760
Dif_sv	4,0214	0,1339
Sk_sv	0,7755	0,6786
Naklon	3,3663	0,1858
Eksp	3,4311	0,1799
N_drev	0,4035	0,8173
Z_zast	4,0240	0,1337
P_zast	6,9508	0,0310
Bu	4,4735	0,1068
Ja	4,7921	0,0911
Svetloba	3,7174	0,1559
Toplota	3,8527	0,1457
Kontinentalnost	7,0252	0,0298
Vlažnost	8,2082	0,0165
Reakcija tal	6,2141	0,0447
Dušik	10,1057	0,0064

Na ploskvah prve podskupine je bila vlažnost tal manjša, reakcija tal je bila blago kisl, dušika ni bilo veliko. V primerjavi z drugima podskupinama so veliko zastirala zelišča *Gallium odoratum*, *Anemone nemorosa* in *Omphalodes verna*. Za ploskve z druge podskupine je bila značilna večja vlažnost in veliko dušika v tleh, zastiranje, tako pomladka kot zelišč, pa je bilo manjše kot v prvi podskupini. V primerjavi z drugima dvema podskupinama je za ploskve druge skupine značilno veliko zastiranje *Allium sp.*. Tretja skupina ploskev je po indikacijskih vrednostih med prvo in drugo podskupino ploskev. Od zelišč sta bila bolj zastopana *Mercurialis perennis* in *Scopolia carniolica* (Slika 8, Slika 9 in Slika 10).

Slika 8: Ellembergove fitoindikacijske vrednosti po podskupinah na rastišču *Isopyro-Fagetum*Slika 9: Značilnosti pomladka v podskupinah na rastišču *Isopyro-Fagetum*

Slika 10: Zastiranje zelišč po podskupinah na rastišču *Isopyro-Fagetum*

6 RAZPRAVA

6.1 ŠTEVILO IN SESTAVA POMLADKA

Izmerjena gostota pomladka na Krokarju je bila 30300 ha^{-1} , brez klic 29000 ha^{-1} . Rugani in sod., (2009, cit. po Adamič, 2008) navajajo normalne (referenčne) gostote za prehod mlade generacije v zgornjo plast v »dobrih« svetlobnih razmerah od 20000 do 30000 ha^{-1} . To kaže, da je pomlajevanje v pragozdu v poprečju zadostno. Tudi v združbi *Isopyro-Fagetum* je bila gostota pomladka večja od omenjene referenčne vrednosti, čeprav je bila za približno za 5000 osebkov/ha manjša od gostot pomladka v drugih rastiščnih stratumih pragozda Krokar.

Ocenjeno zastiranje pomladka v pragozdu Krokar znaša po rastiščnih skupinah od 2% do 16% , vendar razlike med skupinami niso statistično značilne. Največje zastiranje pomladka je, kljub podobnim skupnim gostotam v jelovih bukovjih zaradi višjih gostot višjega pomladka, ki ob istem številu zastira večjo površino. Najmanjše zastiranje pomladka (2%) smo ugotovili v bukovjih. Bukovji, se pravi združbi *Enneaphyllo-Fagetum* in *Arunco-Fagetum*, se na Krokarju nahajata na vrhovih in pečinah, skalovitost (okoli 8%) je znatno večja kot v združbi *Isopyrum-Fagetum*. Vzroki za nizko zastiranje pomladka pa tudi zeliščne plasti v bukovjih so morda prav v skrajnejših rastiščnih razmerah, lahko pa tudi v mlajših razvojnih fazah gozda. Za uspešno pomlajevanje niso ključni le odstotki zastiranja pomladka, ampak tudi njegova višinska struktura. V bukovjih s sicer majhnim zastiranjem pomladka je nasemenitveni potencial velik, gostote klic in pomladka do 20 cm pa večje kot v ostalih dveh rastiščnih skupinah. Razlaga za majhno zastiranje pomladka v bukovjih se lahko skriva tudi v morebitni antropogeni rabi pragozda v preteklosti. Na Cerku je bila namreč višinska točka prvega reda za to območje (Bončina, 2011).

V Rajhenavskem Rogu so ugotovili veliko večje obilje pomladka (zastiranje in število pomladka) kot v Krokarju. Opazna je znatna razlika v drevesni sestavi, saj je bila v Rogu v pomladku primešana jelka, ki na Krokarju v pomladku ni igrala velike vloge. Gostota

bukovega pomladka je v Rajhenavskem Rogu znašala več od 62000 ha⁻¹ (Roženbergar, 2007). Adamič (2008) in Grce (2010) sta tudi na Krokariju ugotovila višje vrednosti obilja pomladka kot mi, vendar sta izvajala meritve le na območju vrzeli rastišča *Isopyro-Fagetum* in ne po celotni površini.

V pragozdu Krokari bukev in javor povsem prevladujeta s skupnem številu pomladka. Brez klic je bil delež bukve v pomladku 59 %, javorja pa 49 %. Zanimivo je, da je Adamič (2008) na Krokariju izmeril dosti večji delež bukve. Naša raziskava kaže, da je pojavljanje bukovega in javorovega pomladka podobnih višin statistično značilno. Očitno ima pomladek bukve in javorja na preučevanem objektu dokaj podobne zahteve, vendar to velja le za pomladek do višine 50 cm. Pri višjem pomladku se med bukvijo in javorjem nakazujejo razlike, vendar moramo biti pri zaključevanju previdni zaradi majhnega števila osebkov v tem višinskem razredu.

Čeprav ima bukev na območju Slovenije svoj optimum, je vseeno zanimivo njeno prevladovanje v pomladku. V pomladku nad 50 cm (tudi v jelovih bukovjih) je bil njen delež večji od 95 %. Kljub večjemu številu javorovih klic v primerjavi s številom bukovih klic se je njegov delež v višjih višinskih razredih zmanjševal. Očitno postaja z razvojem pomladka (staranjem) javor v primerjavi z bukvijo vse manj konkurenčen. Število javorjev upada z višino opazno hitreje kot število bukev. V pomladku do 20 cm je javorja še 42 %, v višinskem razredu od 21 do 50 cm 36 %, do 130 cm pa manj kot 3 %. Tudi Commarmont s sod. (2005 cit. po Adamič 2010) je v ukrajinskem pragozdu Uholka ugotovila, da se delež javorja z naraščanjem višine pomladka zmanjšuje kljub prevladujočem deležu javorja v celotnem pomladku (62 %). V mladovju, višjem od petih metrov, bukev že popolnoma prevlada. Verjetno je razlog za drastično zmanjševanje števila javorja z naraščajočo višino osebkov v tem, da se s staranjem zmanjšuje njegova sencozažnost. Dodatni razlog pa je velika priljubljenost javorovega mladja pri veliki rastlinojedi divjadi. Med rastiščnimi skupinami sicer nismo ugotovili značilnih razlik v gostoti javorjevega pomladka. Vseeno pa je zanimivo, da je gostota javorovega pomladka v združbi *Isopyro-Fagetum* v primerjavi z drugima rastiščnima skupinama manjša za 10000 osebkov, kar morda kaže na njegovo občutljivost na zastiranje zelišč. Zelišča v tej združbi zastirajo kar 75 % površine, veliko več kot v drugih rastiščnih skupinah.

Na raziskovalnih ploskvah nismo popisali niti enega javorja, višjega od 130 cm, poleg tega ga vsaj v bližini vzorčnih ploskev nismo opazili v drevesni plasti; to kaže na ogromno razliko med sestavo pomladka, kjer je javor obilno zastopan, in sestavo višjega pomladka ter odraslega sestoja. Pri jelki je opazno nasprotno. Jelka, ki ponekod v Krokariju gradi srednji sloj, je bila v pomladku zelo slabo zastopana ali pa je sploh ni bilo. Pojavljala se je le na rastišču jelovega bukovja, pa še tu le v pomladku do višine 20 cm. Stopnja objedenosti jelke je bila visoka, saj je pri divjadi bolj priljubljena od bukve (Jarni in sod., 2004). Če je zmanjševanje gostot jelke v gospodarskih gozdovih lahko posledica ukrepanja (npr. uporabe gojitvenega sistema, pretiranega pospeševanja v preteklosti), pa so razlogi za nazadovanje jelke v pragozdu drugi. Ker je jelka sencozadržna, ji razmere v vrzelih, v katerih so ugodnejše svetlobne razmere, ne dajejo prednosti pred drugimi vrstami. Gorski javor, ki izkoristi dodatno svetlobo, na takih območjih lahko konkurira bukvi (Marinšek in Diaci, 2004). Jelka je sestavni del analiziranih gozdnih sestojev na Krokariju, opazili smo jo tudi v polnilni plasti. Razlik v sestavi pomladka in sestoja ne moremo povsem pojasniti. Zagotovo opozarjajo na dinamiko drevesne sestave gozdnih sestojev v prihodnosti, v kateri se bo delež jelke zmanjšal. Rezultati pa kažejo tudi na različne značilnosti (strategije) pomlajevanja posameznih drevesnih vrst in njihovega obstoja.

Zabeležili smo manjšo gostoto klic, kot so jo ugotovili v raziskavah na Krokariju leta 1999 (Adamič, 2010). Tudi število klic v asociaciji *Isopyro-Fagetum* je bilo manjše od števila, ki ga je zabeležil Grce leta 2009. Pri primerjavi je treba upoštevati, da so omenjene pretekle raziskave opravljene v vrzelih. Ugotovili smo, da je bilo število javorjevih klic 4,7-krat večje od števila bukovih klic; tudi Adamič (2008) in Grce (2010) sta ugotovila večje število javorjevih klic. Število klic je odvisno od semenskih let v prejšnjem letih in razmer za preživetje klic (Topoliantz in Ponge, 2000). Število klic lahko očitno močno variira v posameznem letu zaradi mortalitete, med leti pa zaradi različnih obrodov semena. Obrod bukve se pojavlja praviloma na 5–6 (12) let (Brus, 2005), javor semeni vsako leto. Za presojo pomlajevanja je zato očitno bolj pomemben podatek o številu pomladka brez klic.

6.2 SVETLOBA IN NJEN VPLIV NA POMLAJEVANJE

Ugotovljene vrednosti svetlobe (RLI) v pragozdu Krokar variirajo od 0,3 % pa do 23,9 %. Povprečna izmerjena direktna svetloba je bila 3,7 %, difuzna pa 4,8 %. V vseh rastiščnih skupinah je dosegla najvišje vrednosti difuzna svetloba, katere vrednosti so odvisne od višine dreves in lege vrzeli ter je značilna za manjše vrzeli (Meisser in sod., 2009: 124). Teh pa je v Krokarju največ, čeprav po površini večji delež zavzemajo večje vrzeli (Zeibig s sod., 2005). Difuzna svetloba je bila pričakovano najvišja v inicialni razvojni fazi in najnižja v optimalni fazi. Ugotovili smo negativno povezavo med difuzno svetlobo in sestojno temeljnico. Naša izmera temeljnice je znašala $40 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$, Pisek (2011) je s polno premerbo dobil temeljnico $45 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$. Mnoge raziskave pomlajevanja se opirajo na razvojne faze, v diplomski nalogi jih nismo namenjali velike pozornosti, saj so ocene faz lahko subjektivne, poleg tega je število ploskev v inicialni fazi majhno in bi rezultati imeli omejeno vrednost. V Rajhenavskem Rogu je Perme (2008) meril vrednosti direktne in difuzne svetlobe v vrzelih, vrednosti obeh so znašale okoli 10 %. Meisser s sod. (2009) navaja za gozdove zmerne cone vrednosti svetlobe okoli 2 % pri tleh in okoli 4,5 % nad pitalno vegetacijo. Roženberger (2007) je v Rajhenavskem Rogu ugotovil vrednost RLI pod zastorom 3 %. Izmerjene vrednosti svetlobe na Krokarju so torej v splošnem skladne z izmerjenimi vrednostmi v raziskavah, ki so potekale v okvirno podobnih razmerah.

Emborg (1998) kot kritično RLI za preživetje bukovega in jesenovega pomladka navaja vrednost 3 %, Topoliantz in Ponge (2000) pa 2 % RLI kot poprečno vrednost za preživetje pomladka za obdobje petih let. Povprečna izmerjena vrednost difuzne in direktne svetlobe na Krokarju je višja, a vseeno je bila na nekaterih ploskvah izmerjena nižja vrednost od kritične iz prejšnjih raziskav. Kljub temu v naši raziskavi nismo ugotovili statistično značilnih razlik v zastiranju ali številu pomladka med ploskvami z izmerjeno skupno svetlobo, večjo kot 3 % (ali po kriteriju 2 %), in ploskvami z izmerjeno svetlobo, ki je bila enaka ali večja od kritične vrednosti. Mogoče je vzrok v časovni dinamiki sprememb svetlobnih razmer; svetlobne razmere se lahko spremenijo že z odlomom večje veje, spremembe (odzivi) pomladka pa so upočasneni. Tako prisoten (ali odsoten) pomladek ne odraža vedno le trenutnih razmer, ampak tudi pretekle, ki jih v meritvah nismo zajeli, so pa lahko pomembno vplivale na potek pomlajevanja. Vzrok za drugačne rezultate je lahko

tudi vpliv zastiranja zelišč, ki lahko omejuje razvoj pomladka ne glede na izmerjene svetlobne razmere. Dodaten razlog je lahko nenatančnost metode hemisferične fotografije v razmerah slabe osvetljenosti. Zaključimo lahko, da so bile v opravljeni raziskavi povezave med svetlobo in številom pomladka šibke pa tudi večinoma statistično neznačilne. Tudi ob upoštevanju skromnih svetlobnih razmer je bil vpliv svetlobe na gostote pomladka zaradi bujne zeliščne plasti najbrž manj izrazit.

6.3 KONKURENCA ZELIŠČ

Veliko zelišč, sploh tistih, ki so se pojavljale v zaplatah, je bilo v negativni korelaciji s številom pomladka, a korelacije niso bile značilne. Zanimivo je, da kljub velikemu zastiranju čemaža ni bilo značilnih povezav s številom pomladka za ves pragozd. Razlog je lahko v skromnih svetlobnih razmerah in razlikami v rastiščih. V združbi *Isopyro-Fagetum* smo odkrili negativno povezavo med gostoto javorovega pomladka od 21 do 50 cm in zastiranjem čemaža. Povezave med zelišči in pomladkom ne kažejo samo medsebojnih konkurenčnih vplivov, ampak tudi pojavljanje v podobnih razmerah. Tako smo odkrili pozitivno povezavo med Fuchsovim grintom in gostoto javorovega pomladka od 21 do 50 cm. Adamič (2008) in Grce (2010) sta ugotovila, da se pomladek lahko uveljavi na sredini vrzeli, kjer so za grint kot svetloljubno rastlino ugodne razmere in kjer je čemaža manj.

Čeprav rastlinska združba zajema podobne rastiščne razmere, se pomlajevanje in rast na splošno po mikrorastiščih pomembno razlikujeta. Majhne spremembe v skalovitosti, osvetljenosti in vlagi znotraj združbe ustvarjajo drugačne razmere za uveljavitev pomladka. Tako smo v združbi *Isopyro-Fagetum* smo glede na fitocenološke popise zelišč izločili tri podskupine. Vrednosti svetlobe se po podskupinah niso razlikovale zaradi premajhnega gradienta, značilne razlike pa smo odkrili v vlažnosti, vrednosti dušika, reakciji tal in kontinentalnosti. Razlike med podskupinami kažejo, da tudi znotraj združb obstajajo pomembne razlike v mikrorastiščnih ter s tem tudi v načinu in obilju pomlajevanja. Zastiranje pomladka se je značilno razlikovalo po podskupinah. V drugi podskupini so bile ploskve z manjšim zastiranjem pomladka, velikim zastiranjem čemaža

in veliko vlažnostjo. Tudi Adamič (2008) in Grce (2010) sta ugotovila, da čemažu ustrezajo mikrorastišča z manj direktne svetlobe in večjo vlažnostjo ob robu vrzeli, pomladek pa mu tam ne more konkurirati. Enako majhno zastiranje pomladka je v tretji podskupini, ki je zajemala bolj ekstremna mikrorastišča v tej združbi. Kljub temu je bila skalovitost tudi v tej podskupini nizka, saj združba leži na dolomitni podlagi. Največje zastiranje pomladka je bilo v prvi podskupini, kjer rastiščne razmere niso bile tako ugodne kot v drugi, reakcija tal je bila blago kislja, kar kaže na bolj sprana tla, dušika ni bilo veliko in tudi vlažnosti ne. Pomladek se je torej lahko zaradi konkurence bolje uveljavil na manj bogatih mikrorastiščih. Čeprav nismo ugotovili značilnih razlik, je bilo javorovega pomladka v tej skupini opazno več kot v drugih dveh.

Asociacija *Isopyro-Fagetum* je posebej zanimiva zaradi velikega zastiranja zelišč; po naših ocenah so zastirala skoraj 75 % celotne površine. Tudi drugi raziskovalci so njihov delež ocenili s 70 % (Grce, 2010), 65 % leta 2003 (Adamič, 2008) oziroma 47 % leta 1999 (Adamič, 2008); zadnja navedena meritev je potekala jeseni, ko čemaž in druga zelišča že delno ali popolnoma ovenijo, kar je verjetno vplivalo na nižjo vrednost. Pri navedenih vrednostih je treba upoštevati tudi to, da sta Adamič in Grce preučevala le vrzeli in ne celotnega pragozda. Zastiranje zelišč je v drugih jelovo-bukovih pragozdovih, na primer v Rajhenavskem Rogu in Čorkovi Uvali, veliko manjše (Roženbergar s sod., 2007). Zastiranje v vseh analiziranih rastiščnih skupinah je večje od zastiranja zelišč v Rajhenavskem Rogu (13 %), kljub temu, da je bila izmerjena svetloba pod zastorom podobna – okoli 3 %. Razlog za razlike v zastiranju zelišč so lahko rastiščne razmere.

Konkurenca med pomladkom in zelišči v združbi *Isopyro-Fagetum* je bila velika, o čemer priča tudi majhno zastiranje pomladka v tej združbi, ki je bilo manjše od 5 %. Grce (2010) je sicer zastiranje pomladka ocenil znatno višje (20 %), še starejše meritve pa zopet navajajo nižje vrednosti, okoli 10 % (Adamič, 2008). V primerjavi z Rajhenavskim Rogom, kjer je pomladek zastiral 57 % (Roženbergar s sod., 2007), so naše ugotovljene vrednosti zastiranja pomladka v združbi *Isopyro-Fagetum* zelo majhne. Tudi v celotnem pragozdu Krokar je zastiranje pomladka znatno manjše kot v drugih pragozdovih v Sloveniji.

Med svetlobnimi stratumi glede na direktno in difuzno svetlobo smo ugotovili statistično značilne razlike v zastiranju pomladka, ne pa tudi v zastiranju zelišč. Zelišča so povprečno največ zastirala v stratumu B z velikimi vrednosti difuzne in direktne svetlobe, najmanj pa v stratumu C s skromnejšimi svetlobnimi razmerami. Rezultati nakazujejo velik vpliv svetlobe na razvoj (bujnost) zeliščne plasti. Zastiranje pomladka ni bilo največje v stratumu B, kjer pomladek kljub ugodnim svetlobnim razmeram očitno ne more konkurirati zeliščem. Največje zastiranje pomladka je bilo v stratumu A; takšne svetlobne razmere so značilne za sredino vrzeli, kjer je tudi pritisk zelišč najmanjši. Zanimivo majhno zastiranje pomladka je bilo v stratumu D z veliko direktne in manj difuzne svetlobe. Za tako majhno prisotnost pomladka je bila najbrž kriva konkurenca zelišč, ki v tem stratumu zastirajo 58 %. Stratum D se pojavlja ob robu vrzeli, kjer so za zelišča ugodne mikrorastiščne razmere. V stratumu C, kjer naj bi pojav in razvoj pomladka delno (upoštevajoč kritično vrednost 3 % RLI) omejevale že skromne svetlobne razmere, je bilo pomladka več kot v stratumu D. Zelišč je v bilo v tem stratumu najmanj, saj tudi nanje vpliva pomanjkanje svetlobe. Kljub skromnim svetlobnim razmeram, a z manjšo konkurenco zelišč, je bilo zastiranje pomladka v tem stratumu skoraj 8 %.

Očitno je bil poleg svetlobe omejujoč dejavnik za pomlajevanje tudi konkurenca med pomladkom in zelišči. Zelišča lahko v borbi za svetlobo omejujejo rast pomladka, vsaj dokler je ta nižji. Bukvic nad 50 cm je bilo najmanj v stratumu C s skromnimi svetlobnimi. To lahko kaže na manjši vpliv zastiranja zelišč na višji pomladek. Pri višjem pomladku postane omejujoč dejavnik svetloba. Razlike v gostotah različnih višinskih razredov sicer niso bile značilne.

Nasploh je bilo zastiranje zelišč v pragozdu Krokar večje kot v drugih pragozdovih, zastiranje pomladka pa manjše, zato je dinamika pomlajevanja v tem pragozdu specifična, posebno v združbi *Isopyro-Fagetum*.

6.4 DRUGI VPLIVI NA POMLAJEVANJE

Pomlajevanja ne omejuje le pomanjkanje svetlobe, temveč ga pri rasti upočasnjuje in deformira tudi divjad. Čeprav na območju pragozda z divjadjo aktivno ne gospodarijo, se pozna vpliv gospodarjenja z divjadjo na širšem območju pragozda. Pričakovano sta bila javor in jelka v pomladku bolj poškodovana kot bukev, saj sta bolj priljubljena v prehrani divjadi (Jarni in sod., 2004). Pritisk divjadi ima na jelko zaradi manjših gostot jelovega pomladka še večji vpliv. Na selektiven vpliv divjadi na razvoj pomladka kaže ugotovitev, da smo več kot 40 % osebkov javorja uvrstili v razred z največjo poškodovanostjo, 50 % osebkov pa v najmanj poškodovan razred, medtem ko smo v ta razred uvrstili kar 84 % vsega bukovega pomladka. Naši rezultati se razlikujejo od Grcetovih (2010), ki je v najmanj poškodovan razred uvrstil večji delež vsega pomladka. Podobno oceno poškodovanosti za bukev, kot smo jo ugotovili v naši raziskavi, pa je dobil Perme (2008) v Rajhenavskem Rogu. Razlike med ocenami poškodovanosti pomladka so lahko delno posledica načina ocenjevanja. Mogoče pa je, da se gostota divjadi in drugi dejavniki, pomembni za pojav poškodb, od leta do leta nekoliko spreminjajo, s tem pa se spreminja tudi njihov vpliv na pomlajevanje.

Za preživetje klic (in pomladka) je eden glavnih dejavnikov svetloba, pomembna pa je lahko tudi zadostna količina vode (Topoliantz in Ponge, 2000). Vlaga in vode v tleh sicer nismo merili, a zelišča ustvarjajo bolj vlažno mikroklimo in s tem lahko vplivajo na pojav in razvoj pomladka. V naši raziskavi smo tako ugotovili pozitivno povezavo med golim lepenom in bukovimi klicami v združbi *Isopyro-Fagetum*. Povprečne padavine v Krokarju so relativno visoke, pogosti sta megla in oblačnost. Poleg tega vrzeli niso velike (Zeibig s sod., 2005), v majhnih vrzelih pa je delež direktne svetlobe majhen. Velike spremembe vlažnostnih razmer so značilne za velike odprte površine, teh pa v Krokarju ni dosti. Zato menimo, da na Krokarju suša ni (zelo) pomemben dejavnik za preživetje klic in razvoj pomladka.

7 ZAKLJUČEK

Kar nekaj izsledkov opravljene raziskave se sklada s prejšnjimi raziskavami svetlobnih razmer v Krokariju in v drugih (pra)gozdovih. Povprečne vrednosti direktne, difuzne in skupne svetlobe so bile okoli 4 %, čeprav je pomembno tudi variiranje te vrednosti po površini. Vrednosti svetlobe pod 3 % (2 %) naj bi onemogočale pomlajevanje bukve, a sami nismo odkrili razlik v pomladku med ploskvami z večjo vrednostjo svetlobe od kritične in ploskvami s kritično vrednostjo. Nismo odkrili velikih vplivov svetlobe na zelišča in pomladek, najbrž zaradi skromnih svetlobnih razmer, pestrosti rastišč in konkurenčnih vplivov med zelišči in pomladkom.

Ugotovili smo zanimiv vzorec zastiranja zelišč in pomladka po štirih svetlobnih stratumih glede na razpoložljivost direktne in difuzne svetlobe. Kjer so vrednosti difuzne in direktne svetlobe največje, je zastiranje zelišč največje, najmanjše je v stratumu z majhnimi vrednostmi svetlobe. Zastiranje pomladka je največje v stratumu z veliko difuzne in malo direktne svetlobe, izrazito majhno pa, kjer je direktne svetlobe veliko, difuzne pa malo. V vrzelih tako na določenih mestih prevladujejo zelišča, drugje se lahko uveljavi pomladek. Sklepamo, da niso zgolj svetlobne razmere tiste, ki omejujejo pomlajevanje, ampak je to ponekod – posredno povezano tudi s svetlobo – lahko tudi bujna zeliščna plast. Nekatera zelišča, npr. goli lepen in čemaž, lahko s svojim velikim zastiranjem negativno vplivajo na število pomladka in mu konkurirajo, drug, npr. Fuchsov grint, pa se očitno pojavljajo na podobnih mikrorastiščih kot pomladek.

Zastiranje pomladka je bilo na Krokariju manjše, zastiranje zelišč pa večje kot v drugih pragozdovih v Sloveniji. Tudi gostota pomladka na Krokariju brez klic 29000 ha^{-1} je mnogo manjša kot v Rajhenavskem Rogu, a naj bi glede na primerjavo z referenčnimi vrednostmi še omogočalo »normalno« preraščanje v zgornji sloj. Zastiranje pomladka se je razlikovala po rastiščnih skupinah, največje je bilo kljub podobnim gostotam pomladka v jelovih bukovjih zaradi večjih gostot višjega pomladka. Kljub majhnemu zastiranju pomladka imajo bukovja velik nasemenitveni potencial. Gostote pomladka, sploh javorovega, so najmanjše v združbi *Isopyro-Fagetum*. Ugotovili smo drastično zmanjševanje števila javorjevega

pomladka z naraščajočo višino oziroma prevlado bukve v višjih višinskih razredih pomladka. Bukev in javor podobnih višin se sicer pomlajujeta na podobnih ploskvah. V pomladku, višjem od 50 cm, je delež bukve višji od 95 %. Jelke v pomladku, tudi v jelovih bukovjih, skoraj ni, kljub temu, da je ponekod prisotna v drevesni plasti. Struktura pomladka lahko nakazuje na drugačno zgradbo pragozda Krokar v prihodnosti.

V združbi *Isopyro-Fagetum* smo na podlagi fitocenoloških popisov izločili tri podskupine, ki so se značilno razlikovale tudi v zastiranju pomladka. Pomlajevanje se zaradi rastiščnih (pa tudi antropogenih in naravnih motenj) razlik razlikuje že na majhnih površinah.

Način vzorčenja lahko pomembno vpliva na končne rezultate, kar je treba upoštevati pri primerjavi rezultatov. Nekateri raziskovalci so se omejili zgolj na raziskave vrzeli, medtem ko smo v naši raziskavi uporabili sistematično vzorčenje, resda z različno gostoto vzorčnih ploskev po rastiščnih skupinah.

8 VIRI

8.1 CITIRANI VIRI

- Accetto M. 2002. Pragozdno rastlinje rezervata Krokar na Kočevskem. Gozdarski vestnik, 60, 10: 419-444.
- Adamič T. 2008. Vpliv svetlobnih razmer in pritalne vegetacije na pomlajevanje bukve in javorja na rastišču *Isopyro-Fagetum* v pragozdu Krokar: pripravniška naloga. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal. 41 str.
- Bončina A., Diaci J. 1998. Novejše študije o obnovitvenih ciklih srednjeevropskih pragozdov ter priporočila za prihodnje raziskave. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 56: 33-53
- Bončina A., Robič D. 1993 Report from international camp »Virgin Forest Slovenia '93: international camp in Borovec near Kočevska reka, from 17.7. to 28.7. 1993. Ljubljana: 49 str.
- Bončina A. 2011. „Cerk - višinska točka prvega reda“. Ljubljana. Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo (osebni vir, avgust 2011)
- Coroi M., Sheehy Skeffington M., Giller P., Smith C., Gormally M., O'Donovan G. 2004. Vegetation diversity and stand structure in streamside forests in the south of Ireland. Forest Ecology and Management, 202: 39-57
- Diaci J. 2000. Naravno pomlajevanje v nasadih smreke (*Picea abies* (L.) Karst.) Na Krašici. V: Nova znanja v gozdarstvu - prispevek visokega šolstva: 89-104
- 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, 2/3: 83-95.
- Grce D. 2010. Razvoj mladja na rastišču *Isopyro-Fagetum* v pragozdu Krokar: diplomsko delo, (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 64 str.
- Hočevnar S. 1985. Preddinarski gorski pragozdovi: Trdinov vrh in Ravna gora na Gorjancih, Kopa v Kočevskem Rogu in Krokar na hrbtu pogorja Borovška gora - Planina nad Kolpo : (mikoflora, vegetacija in ekologija). Ljubljana: Biotehniška fakulteta, VTOZD za gozdarstvo, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo. 267 str.

- Jarni K., Robič D., Bončina A. 2004. Analiza vpliva parkljaste divjadi na pomlajevanje dinarskega jelovo-bukovega gozda na raziskovalni ploskvi Trnovec v Kočevskem gozdnogospodarskem območju. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 74: 141-164
- Klopčič M., Poljanec A., Gartner A., Bončina A. 2009. Factors related to natural disturbances in mountain Norway spruce (*Picea abies*) forests in the Julian Alps. *Ecoscience*, 16, 1: 48-57.
- Kotar M. 2005. Zgradba, rast in donos gozda na ekoloških in fizioloških osnovah. Ljubljana, Zveza gozdarskih društev Slovenije, Zavod za gozdove Slovenije: 185 str.
- Marinšek A., Diaci J. 2004. Razvoj inicialne faze na vetrolomni površini v pragozdnem ostanku Ravna gora. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 73: 31-50
- Messier C., Posada J., Aubin I., Beaudet M. 2009. Chapter 6: Functional Relationships Between Old-Growth Forest Canopies, Understorey Light and Vegetation Dynamics. V: Old-Growth Forests. (Ecological Studies, 207). Springer: 115-139
- 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
- Pisek R. 2010. Vpliv strukturnih posebnosti sestojev v gozdnih rezervatih na razvoj monitorniga gozdnih ekosistemov: magistrsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 140 str.
- Perme Z. 2008. Razvoj mladja v vrzelih pragozdnega rezervata Rajhenavski Rog: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 44 str.
- Rozman E., Diaci J. 2008. Pomladitvena ekologija drugotnih visokogorskih smrekovih gozdov v Jelendolu. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 85: 27-38
- Roženberger D., Mikac, S., Anić, I., Diaci J. 2007. Gap regeneration patterns in relationship to light heterogeneity in two old-growth beech–fir forest reserves in South East Europe. *Forestry*, 80, 4: 431-433
- Topoliantz S., Ponge J.F. 2000. Influence of site conditions on the survival of *Fagus sylvatica* seedlings in an old-growth beech forest. *Journal of Vegetation Science*, 11, 3: 369-374
- Schelhaas, M. J., Nabuurs, G. J., Schuck, A. 2003. Natural disturbances in the European forests in the 19th and 20th centuries. *Global Change Biology*, 9: 1620-1633.
- Zeibig A., Diaci J., Wagner S. 2005. Gap disturbance patterns of a *Fagus sylvatica* virgin forestremnant in the mountain vegetation belt of Slovenia. *Forest, Snow and Landscape Research*, 79, 1/2: 69–80

8.2 DRUGI VIRI

- Accetto M. 2001. Opis pomembnejših gozdnih združb v Sloveniji (prirejeno za študente rednega in izrednega visokošolskega strokovnega in univerzitetnega študija gozdarstva ter univerzitetnega študija krajinske arhitekture) Ljubljana, Biotehniška fakulteta Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 64 str.
- Brus R. 2005. Dendrologija za gozdarje: univerzitetni učbenik. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 408 str.
- Diaci J. 2006. Pragozdovi. V: Gojenje gozdov: univerzitetni učbenik. Ljubljana, Biotehniška fakulteta Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 3-44
- Wirth C., Gleixner G., Heimann M. 2009. Old-growth forests: function, fate and value – an overview. V: Old-Growth Forests. (Ecological Studies, 207). Springer: 3-10
- Wirth C., Messier C., Bergeron Y., Frank D., Fankhänel A. 2009. Old-growth forest definitions: a pragmatic view. V: Old-Growth Forests. (Ecological Studies, 207). Springer: 7-33

ZAHVALA

Za strokovno pomoč pri diplomski nalogi se zahvaljujem mentorju, prof. dr. Juriju Diaciju.

Za pomoč hvala tudi dr. Andreju Rozmanu in Tomažu Adamiču.