

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

Dragomir GRCE

**RAZVOJ MLADJA NA RASTIŠČU
ISOPYRO-FAGETUM
V PRAGOZDU KROKAR**

DIPLOMSKO DELO

Visokošolski strokovni študij

Ljubljana, 2010

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

Dragomir GRCE

**RAZVOJ MLADJA NA RASTIŠČU *ISOPYRO-FAGETUM* V PRAGOZDU
KROKAR**

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij

**SEEDLINGS DEVELOPMENT ON THE SITE *ISOPYRO-FAGETUM* IN
THE VIRGIN FOREST KROKAR**

GRADUATION THESIS
Higher professional studies

Ljubljana, 2010

Diplomsko delo je bilo izdelano na Univerzi v Ljubljani, Biotehniški fakulteti, Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire. Terenska dela so bila opravljena v pragozdnem ostanku Krokar na jugovzhodnem pobočju Borovške gore. Opravljeno je bilo v skupini katedre za gojenje gozdov.

Študijska komisija Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire BF je za mentorja diplomskega dela imenovala prof. dr. Jurija Diacija, za recenzenta pa prof. dr. Andreja Bončino.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

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

Dragomir GRCE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	GDK 188 <i>Isopyro-Fagetum</i> :228.81(497.4 Krokar)(043.2)=163.6
KG	pomlajevanje/pritalna vegetacija/pragozd Krokar/bukev/svetlobne razmere
KK	
AV	GRCE, Dragomir
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	2010
IN	RAZVOJ MLADJA NA RASTIŠČU <i>ISOPYRO-FAGETUM</i> V PRAGOZDU KROKAR
TD	Diplomsko delo (Visokošolski strokovni študij)
OP	IX, 64 str., 10 pregl., 42 sl., 0 pril., 22 vir.
IJ	sl
JI	sl/eng
AI	

V pragozdu Krokar na jugovzhodnem delu Borovške gore so bile ponovljene meritve mladja v petih vrzelih na rastišču *Isopyro-Fagetum*. S tem je bil omogočen dober vpogled v dinamiko pomlajevanja v obdobju 1999-2009. Prve meritve so bile leta 1999, kasneje pa še 2003. Leta 2009 je bila uporabljena podobna metodologija kot v prejšnjih meritvah, le da smo dodali še nekaj novih parametrov, ki so se nanašali na oceno dominantnih osebkov. Ocenjena je bila zastrtost pritalne vegetacije, gostota, kakovost in poškodovanost mladja drevesnih vrst ter starost vrzelnikov. Najprej so bili rezultati primerjani med seboj v vrzelih, kasneje pa še v svetlobnih stratumih, ki smo jih dobili glede na kombinacijo direktnega in razpršenega svetlobnega sevanja. Zadnje snemanje svetlobe je potekalo leta 2003. Analiza meritev je pokazala, da se je gostota višjih bukvic povečala. Bukev se z leti vedno bolj uveljavlja na mikrorastišču z veliko razpršene svetlobe v osrednjih delih vrzeli, kjer je konkurenčnost čemaža manjša. Gostota javorja se postopno zmanjšuje. Vzrok je v objedanju in slabši toleranci na skromne svetlobne razmere. Ugotovljeno je bilo, da so vse raziskovalne vrzeli nastale s postopnim odmiranjem posameznih dreves.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn
DC GDK 188 Isopyro-Fagetum:228.81(497.4 Krokar)(043.2)=163.6
CX regeneration/ground vegetation/virgin forest Krokar/beechn/light climate
CC
AU GRCE, Dragomir
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 2010
TI SEEDLINGS DEVELOPMENT ON THE SITE *ISOPYRO-FAGETUM* IN THE VIRGIN FOREST KROKAR
DT Graduation thesis (Higher professional studies)
NO IX, 64 p., 10 tab., 42 fig., 0 ann., 22 ref.
LA sl
AL sl/eng
AB

In the virgin forest Krokar on the southeast part of the mountain Borovška gora the measurements of young seedlings have been repeated in five gaps on the site *Isopyro-Fagetum* with a purpose to get a good preview in regeneration dynamics during the years 1999-2009. The first measurements have been done in the year 1999 and later repeated in the year 2003. In the year 2009 similar methodology has been used, except some new parameters which are related to the evaluation of dominant trees have been added. Ground coverage, density, quality, damage of woody regeneration and the age of fallen gap trees has been measured. At first the results have been compared between the gaps and later between the lite strata. Strata have been chosen regarding the combination of diffuse and direct light, which has been recorded in 2003. Our analysis showed that the density of higher young beech trees has increased. Over the years beech is gaining on the sites with a lot of diffused light in the central parts of the gaps, where there is less competition of *Allium ursinum*. The density of sycamore decreases with age, which is a result of game browsing and lower tolerance to poor lightning conditions. It has been found that all the research gaps were caused by the gradual death of the individual gap trees.

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	1
2	PREGLED LITERATURE	3
3	NAMEN NALOGE IN POSTAVITEV HIPOTEZ	8
4	PREDSTAVITEV OBJEKTA	9
4.1	PRAGOZD KROKAR	9
4.2	PRAGOZDNO RASTLINJE	10
4.2.1	Združba bukve in navadne polžarke, <i>Isopyro-Fagetum</i> Košir 1962.....	12
5	METODE DELA	14
5.1	IZBOR VRZELI IN POSTAVITEV RAZISKOVALNIH PLOSKVIC	14
5.2	MERITVE IN OCENE PARAMETROV MLADOVJA.....	14
5.2.1	IZBOR TER OCENA IN MERITVE PARAMETROV DOMINANTNIH OSEBKOV	16
5.3	SNEMANJE SVETLOBE	19
5.4	POPIS TER OCENA STAROSTI ODMRLEGA DREVJA	19
5.5	STATISTIČNA OBDELAVA PODATKOV	20
6	REZULTATI.....	22
6.1	SPLOŠNI PODATKI O VRZELIH.....	22
6.2	FITOINDIKACIJA	23
6.3	PRITALNA VEGETACIJA	24
6.3.1	Zastiranje po vrstah.....	25
6.3.2	Skupno zastiranje tal	27
6.4	ŠTEVILO OSEBKOV V VRZELIH	27
6.5	POŠKODOVANOST MLADJA V VRZELIH	30
6.6	DOMINANTNI OSEBKI BUKOVEGA MLADOVJA.....	35
6.6.1	Višinski prirastki in dolžine	35
6.6.2	Značilnost krošenj dominantnih drevesc.....	37
6.6.3	Oblike razrasti dominantnih drevesc.....	39
6.7	POMLAJEVANJE PO SVETLOBNIH STRATUMIH	40
6.7.1	Pritalna vegetacija po svetlobnih stratumih	41

6.7.2	Število osebkov po svetlobnih stratumih	42
6.7.3	Razrast dominantnih bukvic po svetlobnih stratumih.....	44
6.8	RAZLIKE MED VRZELMI	45
6.9	VRZELNIKI IN NASTANEK VRZELI	46
6.9.1	Vrzel 1.....	47
6.9.2	Vrzel 2.....	47
6.9.3	Vrzel 3.....	48
6.9.4	Vrzel 4.....	49
6.9.5	Vrzel 5.....	49
6.9.6	Število vrzelinikov in panjev po fazah razkroja.....	50
7	RAZPRAVA IN SKLEPI	51
7.1	ZELIŠČNA PLAST	51
7.2	POMLADEK DREVESNIH VRST.....	52
7.3	POŠKODOVANOST MLADJA V VRZELIH	55
7.4	KAKOVOST DOMINANTNIH BUKVIC	56
7.5	NASTANEK IN STAROST VRZELI.....	57
8	ZAKLJUČEK.....	58
9	POVZETEK	59
10	LITERATURA.....	62

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Faze razkroja odmrlega drevja po starosti.....	20
Preglednica 2: Količina svetlobe in površine po vrzelih.....	22
Preglednica 3: Ellenbergove fitoindikacijske vrednosti:.....	23
Preglednica 4: Število izbranih dominantnih osebkov ter njihov delež po vrzelih.....	35
Preglednica 5: Višinski prirastki po vseh treh meritvenih obdobjih.....	36
Preglednica 6: Kruskal- Wallis test za ugotavljanje razlik med vrzelmi.....	45
Preglednica 7: Spearmanov korelacijski koeficient za vse vrzeli skupaj.....	46
Preglednica 10: Pregled in primerjava nekaterih parametrov mladja po vseh treh meritvenih letih.....	53
Preglednica 11: Število osebkov na hektar po mikrorastiščih za vsa tri leta meritev.....	55

KAZALO SLIK

Slika 1: Zastiranje pritalne vegetacije v pragozdu Krokra (foto: Grce, junij 2009).....	7
Slika 2: Borovška gora slikana iz kuželjske stene (foto: Grce, junij 2009).....	10
Slika 3: Rastišča in meje pragozda Krokra (Zeibig, 2001, primarni avtor verjetno Robič) 11	
Slika 4: Pragozd Krokra jeseni, z dobro vidnim deležem jelke (foto: Grce, oktober 2008) 13	
Slika 5: Oblike razrasti terminalnega poganjka (Roženberger, 2007).....	18
Slika 6: Oblike razrasti celotnega osebka bukovega mladovja (Roženberger 2007)	18
Slika 7: Zastiranje pritalne vegetacije leta 1999 (Adamič, 2008)	25
Slika 8: Zastiranje pritalne vegetacije leta 2003 (Adamič, 2008)	26
Slika 9: Zastiranje pritalne vegetacije leta 2009.....	26
Slika 10: Zastiranje pritalne vegetacije leta 2009 brez čemaža.....	27
Slika 11: Skupno zastiranje tal leta 2009	27
Slika 12: Število osebkov na hektar po višinskih razredih leta 2009	28
Slika 13: Številčna dinamika bukovega mladovja po letih popisov in dveh višinskih razredov	29
Slika 14: Številčna dinamika javorovega mladovja po letih popisov in dveh višinskih razredov	30
Slika 15: Število osebkov na hektar po poškodovanosti	31
Slika 16: Deleži poškodovanosti po razredih za bukev	31
Slika 17: Deleži poškodovanosti po razredih za javor	32
Slika 18: Deleži poškodovanosti po višinskih razredih za bukev	33
Slika 19: Deleži poškodovanosti po višinskih razredih- javor	34
Slika 20: Število osebkov po objedenosti in višinskih razredih leta 1999 (Adamič, 2008) 34	
Slika 21: Dolžine in višinski prirastki za bukev leta 2009	36
Slika 22: Relativni višinski prirastki v treh obdobjih meritev za bukev	37
Slika 23: Tlorisi povprečnih dimenzij krošenj za prvo, drugo in peto vrzel	38
Slika 24: Tlorisa povprečnih dimenzij krošenj za tretjo in četrto vrzel.....	38
Slika 25: Deleži čistega stebela dominantnih bukvic po vrzelih.....	39
Slika 26: Oblike razrasti celotne rastline po vrzelih in skupno	39
Slika 27: Oblika razrasti glavnega poganjka po vrzelih in skupno	40

Slika 28: Graf direktne in difuzne svetlobe za leto 2003 (Adamič 2008).....	40
Slika 29: Zastiranje pritalne vegetacije po svetlobnih stratumih leta 1999 (Adamič, 2008)	41
Slika 30: Zastiranje pritalne vegetacije po svetlobnih stratumih leta 2003 (Adamič, 2008)	41
Slika 31: Zastiranje pritalne vegetacije po svetlobnih stratumih leta 2009.....	42
Slika 32: Število osebkov na hektar po svetlobnih stratumih leta 1999 (Adamič, 2008)....	43
Slika 33: Število osebkov na hektar po svetlobnih stratumih leta 2003 (Adamič, 2008)....	43
Slika 34:Število osebkov po svetlobnih stratumih leta 2009.....	44
Slika 35: Oblika razrasti celotne rastline dominantnih osebkov po svetlobnih stratumih... 44	
Slika 36: Oblika razrasti glavnega poganjka po svetlobnih stratumih	45
Slika 37: Ostanke odmrlega drevja v prvi vrzeli.....	47
Slika 38: Ostanke odmrlega drevja v drugi vrzeli.....	48
Slika 39: Ostanke odmrlega drevja v tretji vrzeli.....	48
Slika 40: Ostanke odmrlega drevja v četrti vrzeli	49
Slika 41: Ostanke odmrlega drevja- vrzel 5	50
Slika 42: Število vrzelnikov ter panjev po fazah razkroja.....	50

1 UVOD

Navadna bukev (*Fagus sylvatica* L.) je avtohtona vrsta v večini srednje in zahodne Evrope. Na severu jo najdemo še v južni Angliji in Skandinaviji, na jugu pa raste po južnoevropskih gorovjih. Slovenija se nahaja na obrobju srednje Evrope, zato že preseneča tako močna vitalnost bukve pri nas. Vzrok se skriva v prevladujočem humidno-celinskem podnebjju ter v reliefnih razmerah. Gričevnat in gorski svet bukvi zelo ugajata. Med pleistocenskimi poledenitvami naj bi bukev našla zatočišča pred ledenim pokrovom tudi v naših južnejših krajih, kar je lahko še en vzrok njene sedanje silovitosti.

Kritična referenčna vrednost za uspešno rast bukve na območju Centralne Evrope je izražena z Ellembergovim kvocientom:

$$Q = \text{Povp. julijska temp. (}^{\circ}\text{C)} / \text{Povp. letne padavine (mm)} * 1000$$

Vrednosti pod 20 kažejo na najboljše klimatske razmere za bukev. Med 20 in 30 začne konkurenčna moč bukve upadati. Pri vrednostih nad 30 pa hrast prevzame vodilno vlogo. Zaradi svojih ekološko-bioloških lastnosti je bukev pri nas v večjem delu gozdov konkurenčno najmočnejša in najpogostejša vrsta. Pojavlja se na skoraj 89 % njihove površine. Ob smreki je bukev tudi gospodarsko najbolj pomembna drevesna vrsta. Njen delež v lesni zalogi je bil leta 2008 31,8 % ter skoraj enak smreki (Poročilo Zavoda za gozdove Slovenije o gozdovih za leto 2008). Večina naših gozdov je bukovih. Bukve tvorijo okoli petdeset asociacij, kjer je njen delež večji od 25 %.

V Evropi je ohranjenih pragozdov izjemno malo (manj, kot 2 % skupne gozdne površine). Zaradi zgodnje in goste naselitve ter močne spremenjenosti krajine lahko govorimo le o pragozdih ostankih (Diaci, 2006). Upoštevati pa je treba še posredne človekove vplive, kot so globalno onesnaževanje okolja, naraščanje toplogrednih plinov, tanjšanje in ponekod izginjanje ozonske plasti, itd., s katerimi prispevamo k današnji podobi »naravnih« gozdov. Večina srednjeevropskih pragozdov je v pasu bukovih in jelovo bukovih gozdov. Največje gostote relativno ohranjenih bukovih gozdov najdemo v

vzhodni in jugovzhodni Evropi (BIH, Slovenija, Slovaška ...). Pri nas prav tako prevladujejo bukove združbe v pragozdnih ostankih, ki jih najdemo predvsem tam, kjer so bile ekološke in reliefne razmere preveč ekstremne, da bi lahko prišlo do poselitve ter do prevelikih izkoriščanj.

Raziskavo razvojne dinamike mladja smo izpeljali v pragozdu Krokar, ki spada med preddinarske gorske pragozdove, čeprav vsebuje tudi dinarski del vegetacije ter sega v bolj dinarsko geografsko območje (Hočevar, 1985). Izbrali smo rastišče *Isopyro-Fagetum* Košir 1962 z velikim deležem čemaža (*Allium ursinum* L.). Čemaž se vedno pojavlja v velikih krpah in tam kjer je, lahko prispeva velik delež zastrtosti. Zanimal nas je njegov vpliv na pomladek, kakor tudi vpliv ostalih zeliščnih vrst. Tretja meritev na istih ploskvicah nam je omogočila bolj poglobljen vpogled v potek razvoja mladja. Zanimale so nas spremembe v zastrtosti, številu pomladka, priraščanja pomladka in drugih parametrov. Poglobili smo se tudi v strukturo motenj zaradi objedanja divjadi pri določevanju poškodovanosti mladja. Na razvojno dinamiko gozda vpliva veliko dejavnikov. Lahko jih razdelimo na rastiščne dejavnike, to so klima, relief, tla ter biocenoza. Širše pa še na okoljske dejavnike, ki so svetloba, toplota, voda, zrak ter mehanski dejavniki (veter, ogenj ...). Oboji so med seboj v tesni povezanosti z nešteti interakcijami in tvorijo določene ekološke razmere obravnavanega območja gozda, kot kompleksnega ekosistema (Kotar, 2005). V naši raziskavi smo se v prvi vrsti ukvarjali s svetlobo. Zanimalo nas je, kje se bukov pomladek najbolj pojavlja, v kakšni kombinaciji svetlobnega sevanja ter njegov vpliv na razrast pomladka.

2 PREGLED LITERATURE

Raziskave sestojne dinamike bukovih pragozdov vzhodno-centralne Evrope so izvajali številni znanstveniki. Značilnosti takšnih raziskav sta predvsem omejen dostop do informacij in bogata znanstvena tradicija v opisovanju obstoječih gozdnih struktur. Raziskave so lahko temelj za uresničevanje načel trajnostnega in sonaravnega gospodarjenja z gozdovi.

Za večino naravnih bukovih gozdov Evrope je značilen manjši vpliv abiotičnih dejavnikov (Everham, 1996, Picket, 1985, cit. po Standovar 2003). Prevladujejo malopovršinske motnje. Raziskave so pomembne za razumevanje delovanja gozdnega ekosistema in pridobitev informacij za sonaravno gojenje gozdov. Na razvojno dinamiko v vrzelih bukovih gozdov imata največji vpliv abiotična dejavnika svetloba in veter. Pri biotičnih dejavnikih so pomembne glive (Igmándy, 1964, cit. po Standovar, 2003). Vzroki oblikovanju malopovršinskih vrzeli v naravnem gozdu so predvsem padci posameznih dreves in lomi krošenj. Za nastanek večjih vrzeli pa so v vzhodni Evropi lahko krive katastrofalne nevihte z močnim vetrom.

Znotrajvrstna kompeticija je pri vseh drevesnih vrstah močnejša v mlajših stadijih pri gostem pomladku. Praviloma vodi k umrljivosti in redukciji rasti. V naravnih bukovih gozdovih je gost pomladek redkost (Popescu in Zeletin, 1956, cit. po Standovar 2003). Bukev je sencozdržna vrsta in mladike bukeve lahko vzdržijo dolgo časa pod zastorom z reducirano rastjo. Saniga (1994, cit. po Standovar, 2003) je deset let opazoval naravni pomladek bukvic pod zastorom na treh ploskvah z različno gostoto zastiranja vrhnje plasti (87 %, 73 %, 70 %) 85 let starih bukev v sonaravnem bukovem gozdu. Najmanj mladja je sicer preživelo na najbolj gosti ploskvi, vendar je bilo število mladik skoraj za polovico tolikšno, kot na drugih dveh ploskvah.

Eden glavnih problemov uspešnega pomlajevanja je tudi objedanje divjadi, čeprav so druge sobivajoče vrste bukovih gozdov bolj prizadete, kot sta naprimer jelka (*Abies alba* Mill.) ter gorski javor (*Acer pseudoplatanus* L.). Na to temo je bilo opravljeno kar nekaj

raziskav v čeških gozdnih rezervatih na predelih, kjer je bil pomladek obilen, a drevesa niso dosegala premera 10 cm (Prusa, 1987, Vrška s sod., 1996, 1998, 1974-1995, 2000, 2001, cit. po Standovar, 2003). Glavno sporočilo teh raziskav je bilo, da je uspešnost pomlajevanja v enaki meri odvisna od obstoječe dinamike gozda, kot tudi od pritiska divjadi. V bukovem gozdu z manjšo primesjo drugih listavcev so pri raziskavi ugotovili, da je bilo skoraj 50 % višjih mladik obžrtih (Mihok s sod., 2007).

Zeliščne vrste na gozdnih tleh so lahko resna kompeticija pomladku. Zato so raziskave zeliščnih vrst in njihove razvojne dinamike pomembna naloga. Različni avtorji so v gozdnih rezervatih analizirali reakcijo vegetacije gozdnih tal na spremembe svetlobnih razmer (Prusa, 1985, Standovar, 1998, cit. po Standovar, 2003). Mihok in sodelavci so v homogenem bukovem gozdnem rezervatu na severu Madžarske našli 57 vrst. Vrste, ki so prispevale k posameznemu zastoru največ, so znane tudi iz pragozda Krokár in ostalih naših rezervatov (*Gallium odoratum*, *Mercurialis perennis* ...). Skupen zastor zelišč je nihal tako v vrzelih, kot tudi med njimi. Odprtje vrzeli je pokazalo značilno pozitivno korelacijo s skupnim zastorom zeliščnih vrst. Številčno je bilo mladje porazdeljeno enakomerno po vrzelih ter ni bilo značilnih razlik med različnimi vrzeli. Bukovo in jesenovo mladje, višje od 50 cm, je bilo gostejše v odprtih delih vrzeli. Pri visoki odprtosti vrzeli in velikem zastoru zeliščnih vrst so se pokazale najnižje gostote mladja. Višje mladike so bile bolj goste na ploskvah, kjer je bil zastor zelišč gostejši. V tej regiji je pritisk divjadi zelo velik, poleg tega pa imajo zelišča pomemben vpliv na preživetje mladik.

Na Krokárju je bilo delno potrjeno, da zastor čemaža (*Allium ursinum*) neugodno vpliva na pomlajevanje bukve in javorja (Adamič, 2008). Čemaž pa ima tudi močan vpliv na kroženje hranil in rodovitnost tal, še posebno na dostopnost dušika. Drevesna plast nima vpliva na življenjski cikel čemaža, saj se ta začne že veliko pred olistanjem (Jandl s sod., 1997). Čemaž se vedno pojavlja v obliki večjih krp.

Leta 1993 so izmerili svetlobne razmere in njihov vpliv na pomlajevanje v gozdu Suserup Skov na Danskem (Emborg, 1997). Raziskava je potekala v naravnem gozdu, kjer ni bilo človeških vplivov že dolgo časa. Za to področje je značilen manjši obseg naravnih motenj,

podobno kot pri naših bukovih pragozdovih. Ugotovili so, da je količina svetlobe, ki prispe na gozdna tla najbolj odvisna od razvojnih faz gozda in ne toliko od tega, katera drevesna vrsta prevladuje v zgornjem sloju. Razvojne faze ohranjenih gozdov so razprostrte po gozdu različno in se spreminjajo v prostoru in času z naravno dinamiko gozda. V optimalni fazi, ki prevladuje, je relativna jakost svetlobe (RLI) majhna. RLI je razmerje med dejansko osvetlitvijo v plasti pomladka in osvetlitvijo na prostem. V večjem delu gozda Suserup Skov je prevladovala relativna jakost svetlobe pod 2 %, kar je bilo v danih razmerah premalo za uspešno pomlajevanje. Največja količina svetlobe je bila izmerjena v fazah inovacije in degradacije, ti fazi pa sovpadata z nastajanjem vrzeli. V vrzelih se torej količina svetlobe poveča. V kasnejših fazah je bil zastor vedno bolj gost in je vrednost RLI padla. Nihanje v količini svetlobe je bilo bolj izrazito v vrzelih, kot pa pod zastorom. Intenziteta svetlobe se je razlikovala tudi v samih vrzelih. Od roba vrzeli je jakost svetlobe naraščala proti sredini, kjer je bila značilna pospešena rast mladja. Mladje bukve je bilo dobro prilagojeno in se je uspešno pomlajevalo pod zastorom jesenovih osebkov, saj je povprečna količina svetlobe bila še vedno dovolj velika. Kasneje je bukev oblikovala posebno plast pod jesenom. Kritična vrednost količine svetlobe potrebne za pomlajevanje je bila pri relativni jakosti 2 %. Med vrednostmi 2 % in 3 % se je razvilo le malo šibkih osebkov. Pri vrednosti nad 3 % je bilo pomlajevanje bukve in jesena uspešno. Zanimivo je, da je v omenjenem gozdu bilo malo svetlobe, kar je podobno, kot v naših bukovih pragozdovih. Gozdovi iz te raziskave veljajo za temne, vendar se vseeno uspešno pomlajujejo v kratkih časovnih obdobjih z dovolj potrebne količine svetlobe v fazah malopovršinskih vrzeli.

Mihok je ugotovila, da vrednosti relativne intenzitete svetlobe v homogenih bukovih gozdovih na madžarskem močno variirajo (Mihok s sod., 2007). V majhnih vrzelih je bila maksimalna vrednost 4-5 %, v povprečju pa 2-3 %, medtem ko je vrednost v velikih vrzelih narastla do 12 %, v splošnem pa so bile vrednosti okoli 8 % RLI.

Razvojno dinamiko bukovega mladja pod zmernim zastorom ter njegov odziv na nenadno sprostitvev in tvorbo vrzeli je proučevalo več znanstvenikov. Starejše raziskave so pokazale, da lahko mladje bukve dolgo časa vzdrži pod zastorom z reducirano rastjo. Z manjšim odpiranjem zgornje plasti pa se progresivno odzove s povečano rastjo (Watt, 1923, cit. po

Standovar, 2003). Morfologija bukovega mladja je zagotovo odvisna od stopnje odpiranja zastorne plasti in količine prejete svetlobe.

Collet je leta 2001 s sodelavci analizirala odziv mladja v štirih letih po nenadni sprostitvi zastora. Mladike, ki so bile vzorčene v vrzelih, so bile že na začetku raziskave višje od mladik, ki so bile vzorčene pod zastorom. Absolutne vrednosti debelinskih prirastkov so bile tudi višje. Mladje se je odzvalo z močno povečano debelinsko rastjo že takoj v prvem letu po odprtju vrzeli, kasneje se pa debelinska rast ni več bistveno spreminjala. Rast v višino se v prvem letu ni izboljšala, se je pa redno povečevala v naslednjih treh letih. Raziskava je torej pokazala predvsem značilno povečano višinsko rast. Razlogov je lahko več. Debelinska rast traja dalj časa v rastni sezoni in je zaradi tega bolj odvisna od količine vode v tekočem letu-sezoni. Debelinska rast pri bukvi zahteva tudi večjo količino svetlobe kot pa višinska rast. Sposobnost odzivanja bukovega mladja na nenadno osvetlitev je bila odvisna tudi od starosti mladik. Starejše mladike (9-12 let) so se odzvale hitreje, kot pa mlajše mladike (1-4 leta).

Pred sprostitvijo je RLI ponavadi pod 3 % (Watt, 1923, cit. po Emborg, 1998). Ko se zastor sprost, naraste osvetlitev ponavadi na 5 ali 15 %, kar je odvisno tudi od velikosti vrzeli. Spremenijo se tudi drugi ekološki dejavniki (Aussenac, 2000).

Abkenar in Keshavarz (2003) sta ugotavljala korelacijo med kvaliteto bukovih mladik (*Fagus orientalis* Lypsky) in intenziteto svetlobe. Raziskava je potekala leta 2003 v vrzelih gorskega bukovega pragozda na severu Irana. Kvaliteta je bila ocenjena na podlagi števila in kota sekundarnih vej ter na podlagi stanja stebela. Jakost svetlobe in oblika ter gostota zastora so značilno vplivali na kvantiteto in kvaliteto bukovih mladik. Na območju raziskave pa je imelo velik vpliv na uspešnost pomlajevanja še objedanje domačih živali, še posebno na kvaliteto mladik. Objedanje je povzročilo nastanek majhnih »bonsai« oblik bukvic, z višino manjšo od pol metra. Podoben problem lahko povzroča divjad v naših dinarskih bukovih pragozdovih. Tudi v tej raziskavi je prišlo do ugotovitve, da so se bukvice takoj odzvale s povečano debelinsko rastjo, višinska rast se pa po nenadni osvetlitvi ni značilno povečala takoj. Pokazala se je negativna odvisnost med naraščajočo jakostjo svetlobe in kakovostjo bukovih mladik. Mikrorastiščne razmere v vrzelih naravnih

pragozdov so bile drugačne od razmer v vrzelih gospodarski gozdov okolice. Raziskava je pa vseeno lahko zanimiva za praktično uresničevanje sonaravnega gospodarjenja z gozdovi. S posekom dveh do treh zastornih dreves lahko povečamo vrednost RLI in vplivamo pozitivno na višinski in debelinski prirastek, če pa v gozdovih s podobnimi ekološkimi razmerami odpiramo vrzeli prehitro, pa lahko z naraščajočo svetlobno intenziteto negativno vplivamo na kakovost mladja.



Slika 1: Zastiranje pritalne vegetacije v pragozdu Krokar (foto: Grce, junij 2009)

3 NAMEN NALOGE IN POSTAVITEV HIPOTEZ

Glavni namen naloge je bil raziskati dinamiko pomlajevanja na izbranem rastišču *Isopyro-Fagetum* v pragozdu Krokar. Meritve in ocene parametrov smo izpeljali na izbranih ploskvicah v vrzelih. Ker je to že tretja raziskava smo pričakovali dober pregled razvoja mladja v obdobju od leta 1999 do 2009. Rezultate smo primerjali tudi z raziskavami na drugih območjih, predvsem v jelovo-bukovih gozdovih. Za boljše razumevanje ciljev naloge, smo si postavili naslednja temeljna vprašanja:

- Kakšne so spremembe v zastiranju zeliščne plasti ?
- Kakšne so spremembe gostot bukovih in javorjevih mladik ?
- Kakšna je poškodovanost mladja ter katere višine so pod največjim pritiskom ?
- Katere kombinacije svetlobnega sevanja najbolj ustrezajo mladju bukve ?
- Kolikšna je približna starost obravnavanih vrzeli ?

Postavili smo naslednje hipoteze:

- Konkurenca zeliščnih vrst v pritalni vegetaciji predstavlja omejitveni dejavnik za uspešno pomlajevanje.
- Na gostoto in kakovost mladja vplivajo svetlobne razmere in pritisk divjadi.
- Delež bukve v višjih višinskih razredih se je zaradi razvoja mladja povečal.
- Delež bukve v nižjih višinskih razredih se je zaradi vpliva robnih drevesc znižal.
- Vrzeli so posledica malopovršinskih motenj in so nastale predvsem s postopnim odmiranjem posameznih dreves.

4 PREDSTAVITEV OBJEKTA

4.1 PRAGOZD KROKCAR

V Evropi govorimo zaradi dolgoročnega pritiska in velike spremenjenosti krajine o pragozdnih ostankih. Pragozd Krokcar je s površino 74,49 ha naš največji pragozdni kompleks. Nahaja se na jugovzhodnem delu Borovške gore v nadmorski višini med 880 in 1190 metrov. Znan je tudi pod imenom Ravenski gozd, saj leži v 81 oddelku gozdnega revirja Ravne. Ima parcelno številko 1080/1 in spada v KO Borovec. Obsega vrhova Krokcar (1122 m) in Cerk (1192 m) ter planotast in vrtačast svet med njima. Na vzhodnem in jugovzhodnem delu so precej strma območja z nekaj ostenji. Najvišje med njimi se imenuje Kameni zid. Med in pod ostenji se nahaja tudi grušč. Na južni strani se pragozd konča s prepadnimi stenami proti kolpski dolini. Že nestrokovnjak lahko opazi na tem robu naglo spremembo vegetacije.

Matično kamnino pragozda sestavljajo spodnjajurski skladi (lias). V severnem delu pragozda je zastopan debelokristalast siv dolomit, južneje pa apnenec, ki je drobnozrnate strukture. Prehod je postopen. Za področje je značilna zmerna klima s povprečno letno temperaturo 5 °C in povprečnimi letnimi padavinami 2000 mm. Sneg se na Krokcarju lahko zadrži dalj časa, kot v okolici. Megla je pogosta in tudi veter je dostikrat zelo močan. Lesna zaloga je leta 2005 znašala 639 m³/ha (Zeibig s sod., 2005). V gozdu prevladujejo malopovršinske motnje, čeprav večje vrzeli zavzamejo tudi višje deleže. Vrzeli s površino do 200 m² tvorijo 37 %, vrzeli velikosti med 200 in 800 m², ki so redkejše, pa 42 % skupne površine (Zeibig s sod., 2005).

Nekateri raziskovalci (Hočevar s sod., 1985) pravijo, da je bil pragozd izločen in zavarovan že leta 1885. Accetto (2002) pa ugotavlja, da to ne drži. Hufnagl namreč omenja (Hufnagl, 1892, cit. po Accetto, 2002), da so nižji del rezervata tedaj poraščali čisti bukovi letvenjaki s posamičnim starejšim drevjem in ga uvršča v gospodarski gozd. Hufnagl pa ne navede razloga za takšno stanje. Razvojne stopnje rastja se v spodnjem strmem delu že okularno razlikujejo.

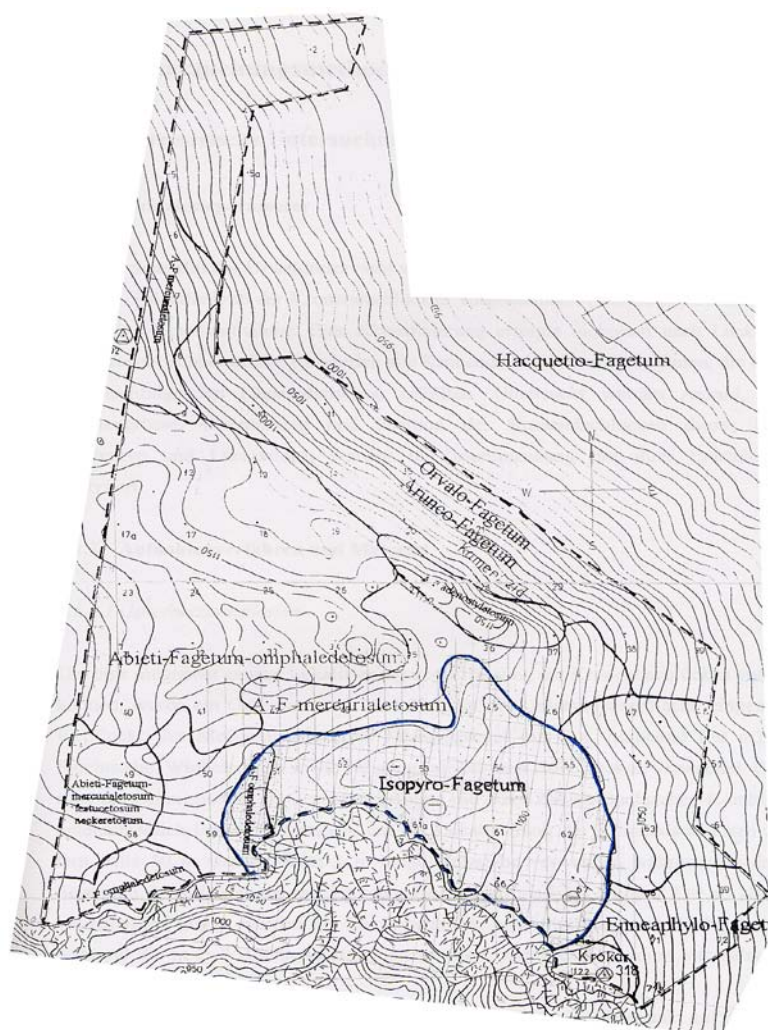


Slika 2: Borovška gora slikana iz kuželjske stene (foto: Grce, junij 2009)

4.2 PRAGOZDNO RASTLINJE

Pragozd leži na območju prehoda iz preddinarskega v dinarsko fitogeografsko območje. Borovška gora spada že v dinarski gorskokraški svet jugovzhodne Slovenije, kar pomeni, da gre za večje otočje preddinarske vegetacije. Predinarski otoki so razmeščeni na ovršnih delih vzpetin v višinah nad približno 1000 m, kar se zdi dosleden, četudi za zdaj ekološko nerazložljiv pojav (Hočevnar, 1985). Le manjši del pragozda je dinarski. Ta je raztresen po njegovem vzhodnem, severnem in zahodnem obrobju. V manjšem obsegu je tudi v osrednjem delu. Za dinarski del je značilna večja kamnitost in skalovitost, ki lahko doseže 80 %. Po vsej površini pragozda prevladuje bukev (*Fagus sylvatica* L.). Jelka (*Abies alba* Mill.) je v drevesnem sloju primešana skoraj povsod, ponekod v dinarskem svetu dominira. Gorski javor (*Acer pseudoplatanus* L.) je v zeliščni plasti prisoten po celem pragozdu, v drevesni pa le ponekod. Največ ga je v nižjih predelih. Posamezna drevesa si najdejo nišo

še na samem južnem robu, kjer se začnejo prepadi proti kolpski dolini. Tukaj je konkurenčnost bukve manjša. Redki so še veliki jesen (*Fraxinus excelsior* L.), gorski brest (*Ulmus glabra* Huds.) in topokrpi javor (*Acer obtusatum* W. Et K. Ex. Willd) (Hočevar, 1985). Grmovne vrste so redke. Na naših ploskvicah smo popisali vrste *Rubus sp.*, *Rosa pendulina* in *Sambucus nigra* v minimalnem obsegu. Naše vrzeli se vse nahajajo v preddinarskem delu pragozda, ki je uvrščen v združbo *Isopyro - Fagetum*. Izbrana je subasociacija *Allietosum ursini*, kjer lahko čemaž močno prevladuje.



Slika 3: Rastišča in meje pragozda Krokar (Zeibig, 2001, primarni avtor verjetno Robič)

Pri določanju gozdnih združb si raziskovalci niso čisto enotni. Gozdne združbe je v pragozdu Krokar težko določiti zaradi raztresenosti ter vsebnosti gorskih in visokogorskih

razlikovalnic in postopnega menjavanja apnenca in dolomita. Različne so tudi metode, s katerimi so določali sintaksone. Leta 2002 je bilo po srednjeevropski metodi določenih pet asociacij, znotraj dveh pa še enajst subasociacij (Accetto, 2002). Združbe bukve in navadne polžarke niso zabeležili. Najbolj blizu je sintakson *Lamio orvalae-Fagetum* forma *Polygonatum verticillatum Isopyretosum thalictroidis* subass. nov. V tej združbi so razlikovalnice *Isopyrum thalictroides*, *Cardamine trifolia* in *Petasites album*. Zanimivo je to, da je v komentarju k vegetacijski karti gozdnih združb Slovenije (Marinček in Čarni 2002) obrazloženo, da se združba *Lamio orvalae - Fagetum* pojavlja na nadmorski višini do 900 m, tu se pragozd Krokar šele začne. Tudi opisi združb po Piskernikovi metodi preddinarskega dela iz leta 1985 (Hočevar) se ne ujemajo s tistimi iz leta 2002. Da ne bi prihajalo do zmede, bomo v delu uporabljali najbolj običajno poimenovanje, to je združba bukve in navadne polžarke, ki je največkrat omenjena za obravnavano območje.

4.2.1 Združba bukve in navadne polžarke, *Isopyro-Fagetum* Košir 1962

Omenjena gozdna združba je aconalna in spada med visokogorska bukovja preddinarskega fitogeografskega območja, čeprav je večina razlikovalnic iz gorskih vrst (Marinček in Čarni 2002). Fitocenoze te asociacije poraščajo kopaste, neustaljene vrhove in pogosto skalnata pobočja. Najdemo jih na majhnih površinah najvišjih krajev v pogorjih Kuma, Gorjancev (pragozd Trdinov vrh) in skrajnem jugovzhodnem delu Kočevskega Roga (Škrilje) v pasu od 1000 do 1150 m nadmorske višine. Geološka podlaga je pretežno karbonatna, apnenec in dolomit. Razvoj tal je zaradi skrajnih klimatskih razmer zadržan in prevladujejo sprsteninaste rendzine. Značilna je tudi večja vlažnost. Med drevesnim slojem prevladuje bukev. Ponekod ji je primešan gorski javor, ki lahko zajame tudi večji delež. Bukev je v večini primerov zelo slabe kvalitete, zaradi tega ti gozdovi niso gospodarsko zanimivi. Imajo pa poudarjeno varovalno vlogo. Tukaj se skriva tudi mnogo redkih rastlinskih vrst. Združbo bukve in navadne polžarke uvrščamo v zvezo *Aremonio-Fagion*.



Slika 4: Pragozd Krokar jeseni, z dobro vidnim deležem jelke (foto: Grce, oktober 2008)

5 METODE DELA

5.1 IZBOR VRZELI IN POSTAVITEV RAZISKOVALNIH PLOSKVIC

Raziskavo smo omejili na že obstoječe raziskovalne ploskve. Izbrali smo jih na homogenem bukovem rastišču *Isopyro-Fagetum* z manjšo primesjo gorskega javorja, ki si je poiskal ustrezno nišo proti južnim delom, tik pred prepadi proti kolpski dolini. V nižjih debelinskih stopnjah je precej zastopana tudi jelka. Po vsej verjetnosti obstaja nekakšna dinamika rasti, ki kaže na to, da se bo v bodoče povečal delež jelke. Rastišče je zastopano na manjšem delu pragozdnega rezervata. Izbrana je bila subasociacija *Allietosum ursini*, kjer čemaž zakriva večji del zeliščne plasti. Talna podlaga je dolomit. Prevladujejo malopovršinske vrzeli, za katere je značilno, da jih bukve hitro zapolnjujejo s stransko rastjo krošenj. Nagib terena je majhen. Odmrlo drevje leži v glavnem v enaki smeri kot je vpadnica terena. Med odmrliimi debli prevladuje bukev, veliko pa je tudi ostankov debelejših jelk, kar nakazuje na višji delež jelke v daljni preteklosti.

Dne 14.7.1999 je bilo izbranih pet vrzeli, na vsaki vrzeli pa označenih trinajst ploskvic. Ploskvice so enakomerno razporejene v obliki križa v smereh N-S in E-W. Raziskovalne ploskvice v vrzelih so bile trasirane septembra 1999 ter ponovno izmerjene julija 2003, vendar nekatere niso bile ponovno najdene, zato so bile postavljene glede na tloris. Leta 2009 smo ponovili popise na ploskvicah. Tokrat smo jih našli s pomočjo kovinskega detektorja. Na vsaki ploskvici smo ocenili nagib in ekspozicijo.

5.2 MERITVE IN OCENE PARAMETROV MLADOVJA

Na vsaki posamezni ploskvici smo ocenjevali in izmerili naslednje parametre:

1) Skupno zastiranje tal

Natančno smo ocenjevali deleže pokrovnosti mladovja, zelišč in ostalega (kamenje, odmrli les, mah, nezastrta tla). Zastiranje drevesnih in zeliščnih vrst velja skupaj za vse vrste. Vsota parametrov skupnega zastora je enaka 100 %.

2) Zastiranje po posameznih vrstah

Za vsako drevesno in zeliščno vrsto posebej smo ocenjevali delež pokrovnosti. Vsota teh parametrov je lahko večja kot 100 %, saj se pokrovnost po posameznih vrstah lahko prekriva. Upoštevali smo tudi pokrovnost osebkov, ki se niso nahajali na ploskvici.

Tako za skupno, kot tudi za zastiranje po posameznih vrstah smo upoštevali naslednjo lestvico: 1, 2, 3, 4, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 %.

3) Gostoto mladovja:

Na vsaki ploskvici smo prešteli število osebkov mladja drevesnih vrst po šestih višinskih razredih:

- klice,
- do 20 cm višine,
- od 21 do 50 cm višine,
- od 51 cm do 1,3 m,
- od 1,3 m do 2,5 m,
- od 2,5 m do 5 cm dbh.

Pri razvrščanju v razrede smo upoštevali višino kot razdaljo od tal, in ne dolžino osebka.

4) Objedenost

Hkrati s štetjem osebkov mladja po višinskih razredih smo ocenili še objedenost po metodi NAT-MAN. Po tej metodi ločimo tri kategorije objedenosti:

- poškodovanost do 10 % ; majhna poškodovanost,
- poškodovanost nad 10 % ali terminalni poganjek ; srednja poškodovanost,
- poškodovanost nad 50 % ; močna poškodovanost.

5) Ellenbergove fitoindikacijske vrednosti

Vrstam, ki so bile najpogostejše na ploskvicah, smo določili Ellenbergove indikacijske vrednosti. Te so določene s šestimi numeričnimi znaki za vsako vrsto posebej. Na prvem mestu je kazatelj svetlobnih razmer (1-9). Znak 1 pomeni, da je vrsta evskiofit- rastlina popolne sence. Znak 9 pa pomeni, da je vrsta evheliofit- rastlina popolne osvetljenosti. Na drugem mestu je kazatelj toplotnih razmer (1-9). Znak 1 pomeni, da je vrsta kazatelj mrzlih razmer, kakršne vladajo v alpskem pasu. Znak 9 pa pomeni, da je vrsta kazatelj skrajno toplih razmer. Na tretjem mestu je kazatelj kontinentalnosti podnebja (1-9). Pod znakom 1 so evoceanske vrste, pod znakom 9 pa prave kontinentalne vrste. Na četrtem mestu je kazatelj vlažnostnih razmer (1-12). Pod znakom 1 so kazatelji skrajno sušnih razmer, po znakom 12 pa vodne rastline, ki so trajno potopljene v vodi. Na petem mestu je kazatelj kemične reakcije tal (1-9). Znak 1 pomeni, da je vrsta kazatelj zelo kislih tal, to je rastlina, ki je nikoli ne najdemo na slabo kislih ali alkalnih tleh. Pod znakom 9 pa so vrste zelo karbonatnih tal. Na šestem mestu je kazatelj preskrbljenosti tal z dušičnimi spojinami (1-9). Pod znakom 1 so rastline na tleh z najmanjšo preskrbljenostjo z dušikom, pod znakom 9 pa rastline s pretirano založenostjo tal z dušikom (npr. smetišča). Znak x označuje kazateljevo indiferentnost, kar pomeni, da imajo te rastline zelo široko avtekološko amplitudo ali pa v različnih delih areala razširjenosti ne reagirajo na dani dejavnik na enak način.

5.2.1 IZBOR TER OCENA IN MERITVE PARAMETROV DOMINANTNIH OSEBKOV

Na vsaki ploskvici smo izbrali največ tri dominantne osebke drevesnih vrst. Največkrat so bili izbrani najbolj vitalni in tudi najvišji osebki, čeprav višina ni bila nujen kriterij pri izbiri. Osebkov, ki so bili preveč poškodovani od objedanja, pri meritvah nismo upoštevali. Osebkov, ki niso kazali očitne prevlade nad zeliščnim slojem, prav tako nismo vzeli v vzorec dominantnih osebkov, tudi če so bili sami na ploskvici. Pri popisu leta 2003 pa so jih upoštevali. Bukove mladice se pojavljajo predvsem v manjših šopih, na eni ploskvici jih je lahko precej, medtem, ko so ploskvice, kjer ni nobene. Tam, kjer je bil pomladek

gost, smo izbirali osebke, ki so kazali tendenco k bodočem uspehu, čeprav so lahko bili nižji od sosedov. Največkrat je šlo za odmaknjenost od skupine drevesc in s tem za manjšo konkurenco. Osebkov, ki niso bili na ploskvici, a so prispevali k zastoru, nismo ocenjevali. Slaba stran izbire je lahko ta, da so kriteriji delno subjektivni, zato lahko prihaja do razlik med ocenjevalci. Izbranih je bilo 73 osebkov bukve in trije osebki gorskega javorja. V podrobnejši analizi smo upoštevali le bukovo mladovje.

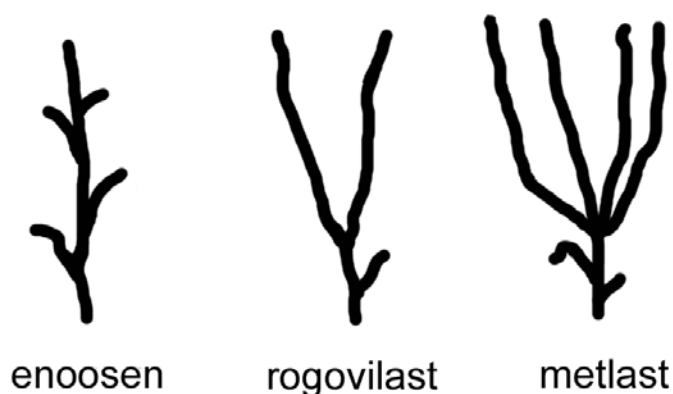
Vsakemu dominantnemu osebku smo ocenili in izmerili:

- poškodovanost: iste tri kategorije, kot pri štetju gostote, s tem, da se tretja tukaj ni pojavila,
- višino na cm natančno,
- dolžino stebela do krošnje (prve žive veje) na cm natančno,
- dolžino celotnega osebka na cm natančno,
- premer na koreninskem vratu na mm natančno,
- premer na 5 cm višine na mm natančno,
- dolžino zadnjih treh prirastkov na cm natančno,
- maksimalno dimenzijo tlorisa krošnje na cm natančno,
- maksimalno dimenzijo tlorisa krošnje pravokotno na prejšnjo dimenzijo na cm natančno,
- obliko razrasti celotne rastline po treh kategorijah,
- obliko razrasti terminalnega poganjka po treh kategorijah.

Ocenjevanje oblike razrasti glavnega poganjka in celotnega osebka bukovega mladovja smo priredili po Sagheb- Thalebi- ju (1996). Pri oceni oblike razrasti poganjka smo opazovali zgornje poganjke osebkov bukovega mladovja in jih uvrstili v eno izmed treh kategorij:

- 1- enoosen: glavni poganjek je navpičen in izrazito dominanten nad stranskimi poganjki,
- 2- dvovrhat (rogovilast): dva enakovredno razvita in enako visoka terminalna poganjka,

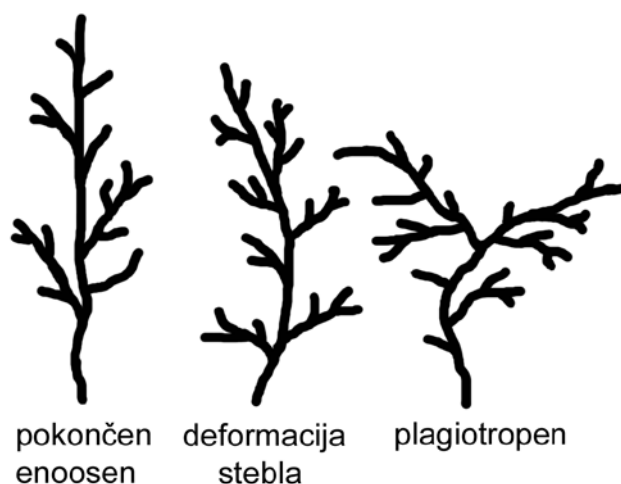
3- metlast: trije ali več enakovredno razvitih in enako visokih terminalnih poganjkov.



Slika 5: Oblike razrasti terminalnega poganjka (Roženbergar, 2007)

Pri opisovanju razrasti celotne rastline smo posamezne osebke izločali po treh kategorijah:

- 1- pokončna (enoosna) rast: steblo drevesca je enoosno, ravno in pretežno v vertikalni smeri, glavni poganjek je viden in dobro razvit, koti izraščanja vej prvega reda so ostri,
- 2- deformacija stebela: steblo je krivo, sabljasto, kolenčasto ali kako drugače nepravilne oblike, glavni poganjek je viden vendar ne najbolj razvit,
- 3- plagiotropna rast: osebek je plagiotropne oblike brez dominantne osi, veje in poganjki se razraščajo vzporedno s tlemi v pahljačasti obliki, glavnega poganjka ni mogoče določiti, koti izraščanja vej prvega reda so široki.



Slika 6: Oblike razrasti celotnega osebka bukovega mladovja (Roženbergar 2007)

Stopnjo plagiotropnosti nam delno že pokaže razmerje med višino in dolžino osebka. Osebkke, ki smo jih ocenili kot plagiotropne, so imeli to razmerje v večini primerov nižje, kot osebkki s pokončno rastjo.

5.3 SNEMANJE SVETLOBE

Pri zadnjih meritvah svetlobe nismo snemali. Najbližji podatki so iz snemanja jeseni leta 2003 (Adamič, 2008). Uporabljen je bil digitalni fotoaparati Nikon Coolpix E4500 s skrajno širokokotnim objektivom 'ribje oko' FC-E8. Fotoaparati z objektivom je bil nameščen na stojalo, ki so ga razvili v podjetju Regent's Instruments v Kanadi in ima vgrajen elektronski kompas, ki zaznava magnetni sever. Površine vrzeli so bile izračunane v programu WinScanopy 2004. Vrednosti površin lahko odstopajo od pravih vrednosti, saj program potrebuje za oceno površine višino dreves, ki tvorijo vrzel, stojišče fotoaparata pa mora biti čimbolj v centru vrzeli. Fotografije so bile izelane v programu SideLook 1.1, ki omogoča avtomatsko izbiro nivoja sivin (threshold). Parametra, ki smo jih ocenjevali iz fotografij hemisfere, sta bila delež direktnega sončnega sevanja (Direct Site Factor-DSF) in delež indirektnega (difuznega) sončnega sevanja (Indirect Site Factor-ISF) (Ferlan, 2006, cit. po Adamič 2008).

5.4 POPIS TER OCENA STAROSTI ODMRLEGA DREVJA

Na vsaki vrzeli posebej smo popisali in označili posamezne ostanke odmrlih dreves ter njihovih večjih delov. Največkrat ta ostanek predstavlja ležeče drevo – podrtico. V nekaj primerih je šlo za stoječe odmrlo drevo – sušico ali pa za ostanek panja. Odmrila drevesa so povzročila nastanek vrzeli, zato jih imenujemo tudi vrzelniki. Zabeležili smo tudi eno večjo odlomljeno vejo. Njihov položaj smo označili na tlorisu vrzeli. Starost odmrlega drevja smo ocenjevali na podlagi faz razkroja (preglednica 1).

Preglednica 1: Faze razkroja odmrlega drevja po starosti

Faze razkroja	Skorja	Veje in poganjki	Trdota lesa	Površina	Oblika	Ocenjena starost
1a	Nedotaknjena	Prisotni, prisotno tudi listje in iglice	Trd, nož se ne zapiči v les	Pokrita s skorjo, površina nedotaknjena	Krožna, brez sprememb	1 leto
1b	Večinoma nedotaknjena, lahko delno razpokana	Prisotni, prisotne so še tanke vejice, lahko brsti, listje ne več	Trd, nož se zapiči 1-2 mm v les	Pokrita s skorjo, še nedotaknjena	Krožna	2-3 leta (možno tudi 2-5 let)
1c	Skorja razpokana, manjkajo manjši deli, največ 50 %	Prisotne veje do 3 cm in debelejšje, vejice in brsti ne več	Trd, nož se zapiči 1-2 mm v les	Nedotaknjena, gladka, skorja že odpada	Krožna	3-10 let (možno do 15 let)
2	Manjka več kot 50 % ali je ni	Prisotne veje nad 3 cm	Trd, nož se ne zapiči do 1 cm v les	Nedotaknjena, gladka	Krožna	10-15 let
3	Manjka	Manjkajo	Začenja postajati mehak, nož 1-5 cm globoko	Gladka ali razpokana, površina nedotaknjena	Krožna	15-20 let
4	Manjka	Manjkajo	Mehak, nož več kot 5 cm globoko	Velike razpoke, manjkajo manjši deli, površina nedotaknjena	Krožna ali ovalna	20-30 let
5	Manjka	Manjkajo	Mehak, nož več kot 5 cm globoko	Manjkajo večji deli, površina spremenjena	Plosko ovalna	30-45 let
6	Manjka	Manjkajo	Mehak, prisotni samo ostanki lesa	Površina težko določljiva	Plosko ovalna, pokrita z zemljo	Več kot 45 let

5.5 STATISTIČNA OBDELAVA PODATKOV

Za določevanje srednjih vrednosti in za risanje grafov smo uporabili program Exell. Za rezultate neparametričnega Kruskal–Wallisovega testa in Spearmanovega koeficienta korelacije smo uporabili program SPSS 15.0. Da bi ugotovili ali obstajajo statistične razlike med vrzelmi smo uporabili Kruskal–Wallisov test. S Spearmanovim koeficientom

korelacije smo ugotavljali povezave med različnimi znaki, kot na primer vpliv zastiranja čemaža na gostoto mladja.

6 REZULTATI

6.1 SPLOŠNI PODATKI O VRZELIH

Leta 2009 so bile na terenu izmerjene velikosti vrzeli z metodo robnih dreves. Površina vrzeli pomeni površina same odprtine, razširjena vrzel pa sega še pod krošnjo do debla robnih dreves. Največja je bila tretja vrzel, najmanjša pa prva. V vseh vrzelih je bilo difuzne svetlobe več, kot pa direktne, le v četrti vrzeli je bilo obratno (preglednica 2). Deleži površine pod zastorom so bili po vseh vrzelih kar precejšnji.

Preglednica 2: Količina svetlobe in površine po vrzelih

VRZEL	Količina svetlobe (%)			Površina vrzeli (m ²)		
	DIR	DIF	SKUPAJ	Površina razširjene vrzeli	Površina vrzeli	Razlika
1	6	9	6	411	107	305
2	4	8	5	468	112	355
3	6	7	6	821	258	563
4	8	6	8	491	160	330
5	4	6	4	453	121	332

6.2 FITOINDIKACIJA

Ellenbergove fitoindikacijske vrednosti nam dajo hiter in precej dober pregled ekoloških razmer obravnavanega območja. Predstavljamo jih za tiste vrste, ki so se najpogosteje pojavile (preglednica 3).

Preglednica 3: Ellenbergove fitoindikacijske vrednosti:

Vrsta	Ellenbergove indikacijske vrednosti*	Delež posamičnega zastiranja
<i>Allium ursinum</i>	2x2780	43,2
<i>Fagus sylvatica</i>	3525xx	18,8
<i>Senecio fuchsii</i>	7x45x8	8,0
<i>Galium odoratum</i>	252565	5,6
<i>Mercurialis perennis</i>	2x3x87	4,0
<i>Oxalis acetosella</i>	1x3546	1,6
<i>Cardamine trifolia</i>	344687	1,6
<i>Acer pseudoplatanus</i>	4x46x7	1,4
<i>Athyrium filix-femina</i>	3x37x6	0,8
<i>Cardamine bulbifera</i>	354576	0,6
<i>Anemone nemorosa</i>	xx35xx	0,6
<i>Paris quadrifolia</i>	3x4677	0,6

*svetloba, toplota, kontinentalnost podnebja, vlažnost, kem. reakcija tal, oskrba z dušikom.

Izbrano je bilo devet zeliščnih vrst, dve drevesni vrsti in ena vrsta praproti. To so vrste, katerih delež posamičnega zastiranja pritalne vegetacije je presegel 0,5 %. Delež posamičnega zastiranja je vrednost, ki predstavlja povprečen delež zastiranja posamezne vrste po vrzelih. Skupna vrednost vseh ni nujno 100 %. Po pričakovanju je ta vrednost manjša.

Allium ursinum je najbolj pogosta vrsta na ploskvicah. Je senčna rastlina, indiferentna na toploto in indikator vlažnih razmer. Nakazuje na oceansko podnebje. Ne pojavlja se na

kislih tleh. *Fagus sylvatica* spada med skiofite- rastline sence. Nakazuje zmerno tople razmere spodnjega montanskega in submontanskega pasu in je indikator oceanskih razmer. Je vrsta, ki se pojavlja na zmerno vlažnih tleh ter je indiferentna glede reakcije tal in preskrbljenosti z dušikom. *Senecio fuchsii* je rastlina polsvetlobe oziroma hemiheliofit, prav zaradi tega se ne pojavlja na robovih vrzeli. Je indiferentna na toploto ter kazalnik zmerno vlažnih razmer in suboceanskega podnebja, hkrati je indikator izjemne založenosti tal z dušikom. *Gallium odoratum* in *Mercurialis perrenis* sta spet dve senčni vrsti. Slednja je kazalnik suboceanskega podnebja, ki ima težišče v srednji Evropi, prva pa nakazuje na vpliv oceanskega podnebja ter zmerno toplih razmer, zmerne vlažnosti tal ter zmerne preskrbe z dušikom. *Mercurialis perrenis* kaže na bazična tla in bogato založenost z dušikom. *Oxallis acetosella* je rastlina popolne sence, indiferentna na toploto, kazalnik zmerno vlažnih tal, zmerne kislosti tal ter zmerne do bogate založenosti z dušikom. *Cardamine trifolia* je senčna rastlina, ki nakazuje hladne in sveže razmere. Prav tako je indikator izjemne založenosti z dušikom ter bazičnosti tal. *Acer pseudoplatanus* je polsenčna rastlina zmerno vlažnih področij. Tudi ta vrsta kaže na izjemno založenost tal z dušikom. *Athyrium filix femina* je še ena senčna vrsta, ki nakazuje vlažne razmere in močan vpliv oceanskega podnebja. *Cardamine bulbifera* in *Paris quadrifolia* sta dve senčni vrsti zmerno vlažnih tal, dobre založenosti z dušikom.

Po vrstnih značilnostih lahko sklepamo, da je v vrzelih veliko sence. Bukev s krošnjami hitro prekrije robove vrzeli. Edina vrsta, ki ni senčna, je fuksov grint, ki se pojavlja na bolj odprtih legah. Nahajamo se na ekološkem prostoru Srednje Evrope s suboceanskim podnebjem, kjer je pa opazen močan vpliv oceanskih razmer Zahodne Evrope. Na območju je vlažnost precejšnja. Reakcija tal je slabo kislja oziroma slabo bazična s tendenco k bazični. Založenost tal z dušikom je odlična. Dobra preskrbljenost tal s hranili in velika dostopnost dušika rastlinam verjetno vpliva na gostoto čemaža.

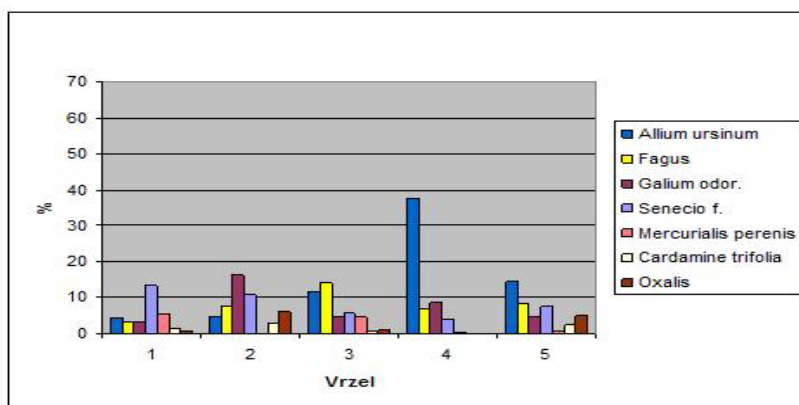
6.3 PRITALNA VEGETACIJA

Podatke o zastiranju pritalne vegetacije imamo na podlagi treh meritev, prve iz leta 1999, druge iz leta 2003 in zadnje iz leta 2009. Rezultati prvih dveh meritev so bili že prikazani

(Adamič, 2008), tukaj jih le povzamemo zaradi primerjave. Koledarski čas meritev je različen, kar močno vpliva na končni rezultat. Najbližji sta si meritvi iz leta 2003 in 2009.

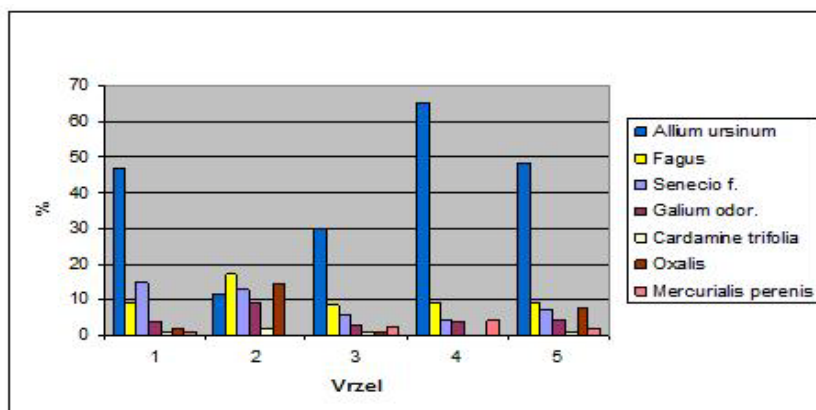
6.3.1 Zastiranje po vrstah

Leta 1999 je bila največja zastrtost s strani *Allium ursinum*, kar je bilo pričakovano. Največ čemaža je bilo izmerjeno na ploskvicah v četrti vrzeli (38 %). Sledila je peta vrzel (15 %) in tretja (12 %). Na prvi ploskvi je prevladoval *Senecio fuchsii* (13 %), na drugi ploskvi pa *Galium ododratum* s 16 %. Na prvi ploskvi je *Allium ursinum* po stopnji zastrtosti na tretjem mestu, na drugem je *Mercurialis perennis* s 6 %, medtem ko je na drugi ploskvi na petem mestu, prehitijo ga *Senecio fuchsii* (11 %), bukev (8 %) in *Oxalis acetosella* s 6 %. V tretji vrzeli največ zastira bukev s 14 %, sledi *Allium ursinum* s 12 %, nato *Senecio fuchsii* s 6 %, na petem mestu pa sta *Galium ododratum* in *Mercurialis perennis* s 5 %. V četrti vrzeli *Galium ododratum* prehitijo bukev, v peti vrzeli pa za slab odstotek bukev prehitijo *Senecio fuchsii*. Popis vegetacije je potekal zgodaj jeseni, zato zastrtost z *Allium ursinum* ni tako očitna (slika 7).



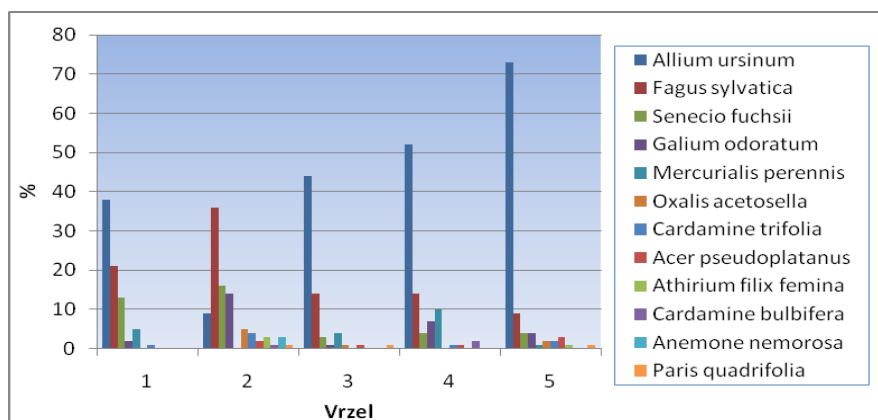
Slika 7: Zastiranje pritalne vegetacije leta 1999 (Adamič, 2008)

Leta 2003 je popis potekal konec junija in začetek julija, zato je zastrtost z *Allium ursinum* bolj očitna (slika 8). Prevladuje na vseh vrzelih, razen v eni. Največ ga je bilo izmerjeno v četrti vrzeli (65 %), najmanj pa v drugi (11 %), kjer so ga prehiteli *Fagus sylvatica* (17 %), *Oxalis acetosella* (15 %) in *Senecio fuchsii* (13 %). V obeh letih je čemaža največ v četrti vrzeli, leta 2003 pa močno dominira še v peti, prvi in tretji vrzeli. Zastiranje *Senecio fuchsii* je podobno v obeh letih. Delež okroglostne lakote je manjši leta 2003 v drugi, tretji in četrti vrzeli.



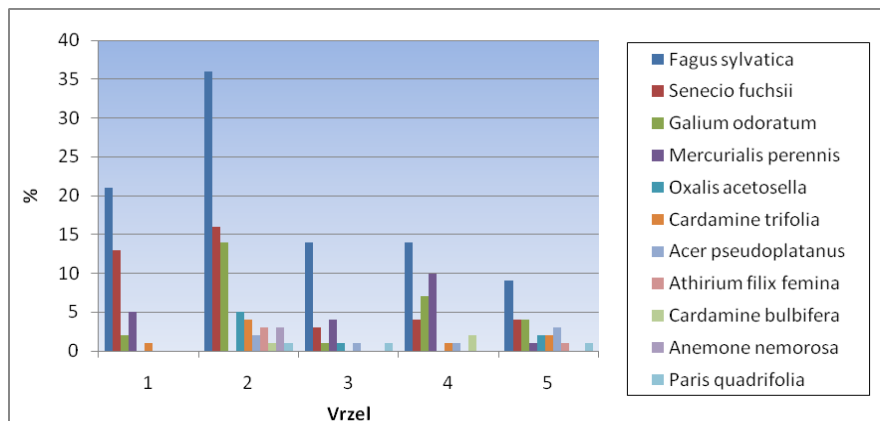
Slika 8: Zastiranje pritalne vegetacije leta 2003 (Adamič, 2008)

Pri ocenjevanju zastiranja zeliščne plasti leta 2009 smo ugotovili, da je zastrtost z *Allium ursinum* skoraj povsod mnogo večja (slika 9). Največ smo ga izmerili na ploskvicah pete vrzeli (73 %), zelo veliko v četrti (52 %) in tretji (44 %), najmanj pa v drugi vrzeli (9 %), kjer ga je manj, kot v prejšnjih meritvah. Tu ga prehitijo bukev (36 %), *Senecio fuchsii* (16 %) in *Galium odoratum* (14 %). Popis je potekal od 27.6.2006 do 8.7.2009, podobno kot v letu 2003. Zastrtost bukve je v vseh vrzelih večja, le v peti vrzeli je podobna, kot v letih 1999 in 2003.



Slika 9: Zastiranje pritalne vegetacije leta 2009

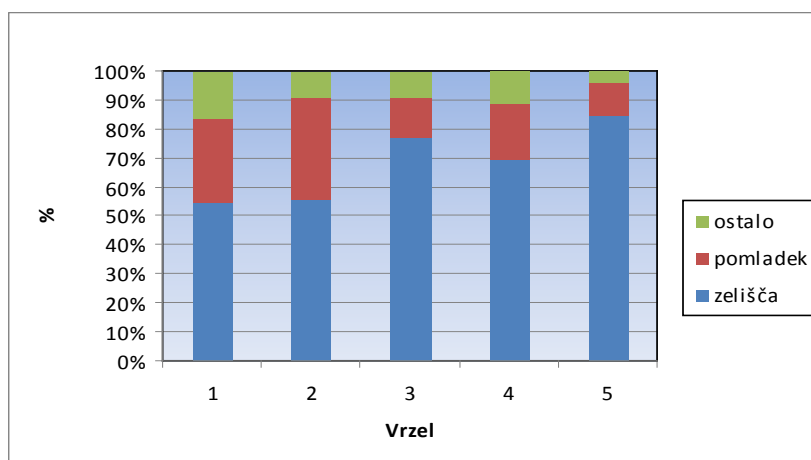
Delež *Senecio fuchsii* in *Galium odoratum* ostaja podoben. *Oxalis acetoselle* pa je občutno manj. Zanimivo je pojavljanje gorskega javorja, ki zastira v peti vrzeli skoraj 3 %. Za boljši pregled dodajamo še sliko 10, ki je brez zastiranja čemaža.



Slika 10: Zastiranje pritalne vegetacije leta 2009 brez čemaža

6.3.2 Skupno zastiranje tal

V vseh petih vrzelih je bil delež zastora zelišč večji od polovice. V skupnem zastoru je pomladka največ v drugi vrzeli. Seštevek zastiranja je 100 % (slika 11).



Slika 11: Skupno zastiranje tal leta 2009

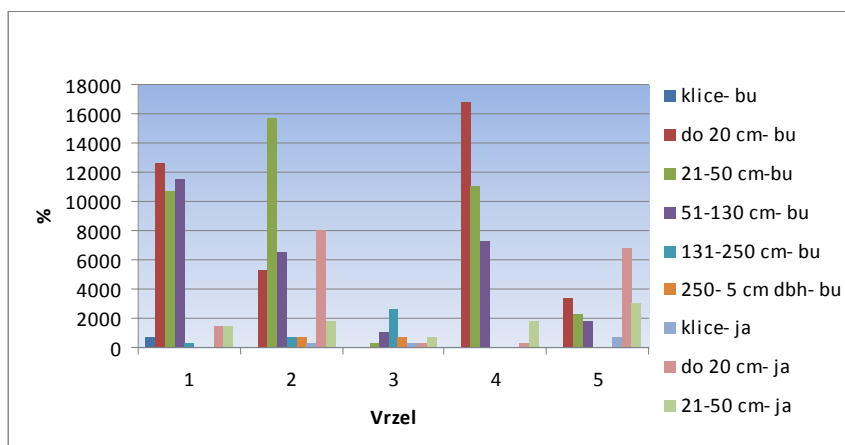
6.4 ŠTEVILO OSEBKOV V VRZELIH

V vseh treh letih je bilo pri meritvah na ploskvicah popisanih največ osebkov bukve in javorja. Prav tako smo v vseh omenjenih obdobjih ugotovili en osebek črnega bezga - *Sambucus nigra*. Jelke pri vzorčenju na ploskvicah nismo popisali.

V letih 1999 in 2003 so osebki mladja bili razporejeni po treh višinskih razredih. Zadnji popis osebkov mladja pa je bil opravljen po šestih višinskih razredih. Število osebkov mladja prikazujemo na hektar.

Leta 2009 je bila največja gostota bukovega mladja do 20 cm višine (16923 os.) v četrti vrzeli (slika 12). Skupno v vseh vrzelih je bilo največ mladih bukvic v višinskem razredu med 21 in 50 cm (40385 os.). Sledita razreda do 20 cm višine z 38462 osebki in med 51 do 130 cm višine z 28461 osebki. Po eno bukovo klico na dveh ploskvicah smo zabeležili le v prvi vrzeli. Najmanj bukovega mladja je v tretji vrzeli, kjer prevladujejo višji osebki. Na tej vrzeli ni nobenega osebka do 20 cm višine.

Število javorjevih mladik je večje od bukovih le v peti vrzeli, kljub temu da smo jih največ popisali v drugi vrzeli. Mladike javorja so predvsem v višinskem razredu do 20 cm. Javorjevih klic je bilo malo več kot bukovih. Odkrili smo skupaj štiri primerke v drugi, tretji in peti vrzeli. Osebkov javorovega mladja nad 51 cm višine na ploskvicah ni bilo.

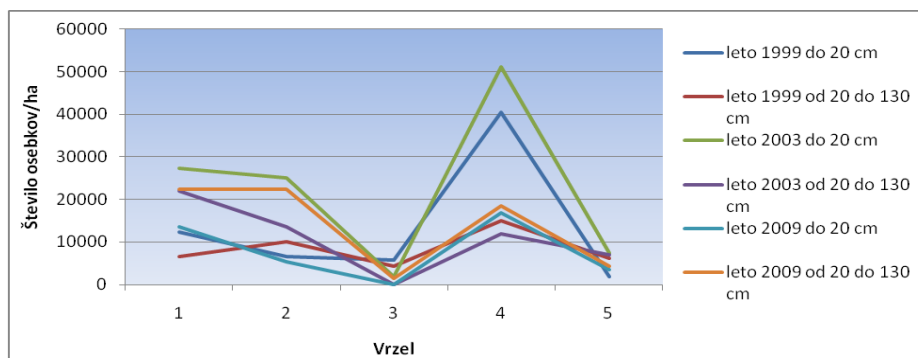


Slika 12: Število osebkov na hektar po višinskih razredih leta 2009

Zaradi boljše primerjave s preteklimi meritvami prikazujemo v naslednjih dveh grafih gostote iz leta 2009 združene v dva višinska razreda. Osebkov nad 130 cm višine ne upoštevamo, ker ti niso bili zajeti v prejšnjih letih. Da bi bila primerjava lažja, smo delež klic dodali k osebkom do 20 cm višine.

Največ bukovih mladik je bilo naštetih v letu 2003 s skupnim številom 167090, sledi leto 2009 s 113461 osebki. Leta 1999 pa je bilo mladih bukvic naštetih 109559. To je število osebkov na hektar iz vseh ploskvic.

Leta 1999 in 2003 so prevladovali bukvice do višine 20 cm ter največ v četrti vrzeli, medtem ko so se leta 2009 razmere močno spremenile. Do 20 cm višine se je število osebkov močno zmanjšalo, kljub povečanju leta 2003. Nad 20 cm višine se število osebkov bukve počasi a konstantno povečuje. Leta 2009 se je v vseh vrzelih število bukvic od 20 do 130 cm povečalo (slika 13). Najmanj osebkov smo našli v tretji vrzeli. Število osebkov v tej vrzeli z leti celo upada. Pri prvem popisu smo jih našli 10010, pri drugem 1925 in sicer le do višine 20 cm. V zadnjem popisu leta 2009 je bilo osebkov le še 1539, vendar nobenega nismo zabeležili do višine 20 cm. Zelo dobro je viden zmanjšan delež bukovega mladja do višine 20 cm, kar velja za vse vrzeli, a hkrati povečano število višjih bukvic. Pri vsem tem je treba vedeti, da smo leta 2009 nekaj bukvic našli v višjih razredih, katere smo prikazali na prejšnjem grafu. Število klic je največje v letu 1999. Takrat je bilo skupaj klic 8085 osebkov. Leta 2003 ni bila popisana nobena klica, medtem ko smo v zadnjem vzorcu našli 769 osebkov.

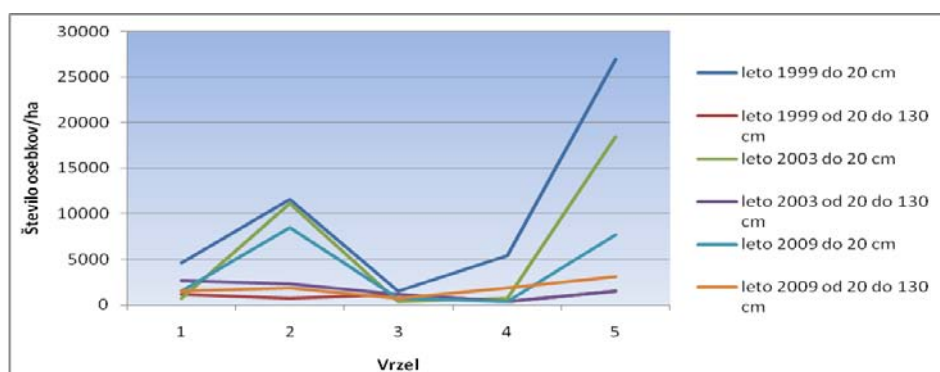


Slika 13: Številčna dinamika bukovega mladja po letih popisov in dveh višinskih razredov

Največ mladih javorjev je bilo naštetih v letu 1999 (55055 osebkov v vseh vrzelih). Od takrat pa število upada. Leta 2003 jih je bilo 39655, ter leta 2009 le še 28076 osebkov.

V vseh treh obdobjih prevladujejo javorji do višine 20 cm v peti vrzeli (slika 14). Sledi druga vrzel z istim višinskim razredom, kjer je število osebkov v letih 1999 in 2003 skoraj izenačeno. Najmanj osebkov smo popisali v tretji vrzeli. Pri zadnjem popisu je opazna

tendenca k povečevanju deleža javorja v drugem višinskem razredu. Ta prevladuje v četrti vrzeli, v prvi in tretji sta pa deleža enaka. Pomembno pa je to, da se javor nad višino 51 cm leta 2009 sploh ni pojavil. V prvi in drugi vrzeli se je leta 2003 število javorovega mladja nad 130 cm višine povečalo, vendar v letu 2009 spet upadlo. Najbolj se je zmanjšalo število javorjev do 20 cm višine v četrti vrzeli. Leta 1999 jih je bilo 5390 osebkov, leta 2003 770 ter leta 2009 le še 385 osebkov. Število mladih javorjev torej upada z leti in z višino. Tudi število javorovih klic je največje v letu 1999 z 18480 osebkov. Največ jih je bilo popisanih v peti vrzeli. Leta 2003 prav tako, kot bukovih tudi javorjevih klic nismo zabeležili. Leta 2009 je bilo pa klic (1538 os) spet z največjim deležem v peti vrzeli.



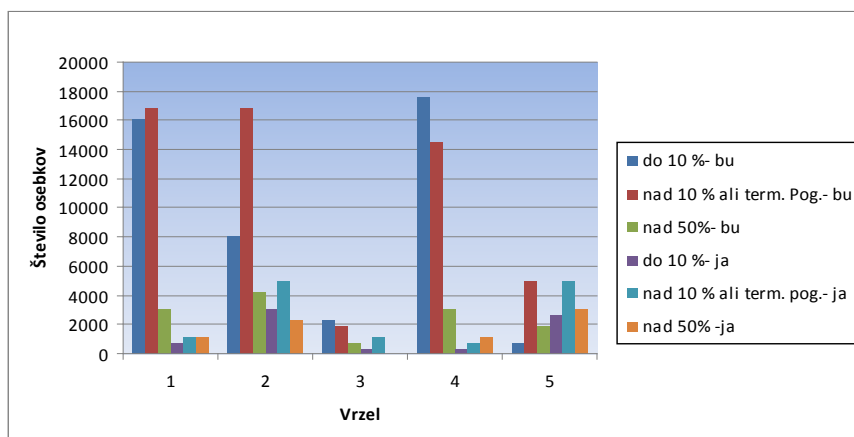
Slika 14: Številčna dinamika javorovega mladja po letih popisov in dveh višinskih razredov

6.5 POŠKODOVANOST MLADJA V VRZELIH

Vsem popisanim osebkom bukve in javorja na vseh petih ploskvah smo ocenili poškodovanost.

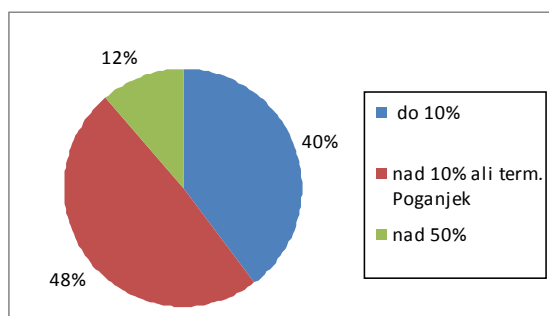
Največ bukovih mladik smo našli v prvi in četrti vrzeli. V prvi vrzeli sta bila deleža srednje in majhne poškodovanosti skoraj enaka. Zelo malo je bilo močno poškodovanega mladja. Tudi v drugi vrzeli je bilo število mladik v srednjem razredu podobno. Gre za 15 % delež celotnega bukovega mladja. Močna poškodovanost je bila v tej vrzeli najbolj izražena. V četrti vrzeli, ki prav tako kot prva prispeva večji delež mladik, pa je prevladovala majhna poškodovanost. Tretja vrzel vsebuje najmanjše število mladik. Majhna in srednja poškodovanost sta si bili v številu zelo blizu. V peti vrzeli, katere delež

mladik ni prav velik, so prevladovale bukvice, ki so poškodovane nad 10 % oziroma imajo poškodovan terminalni poganjek (slika 15).



Slika 15: Število osebkov na hektar po poškodovanosti

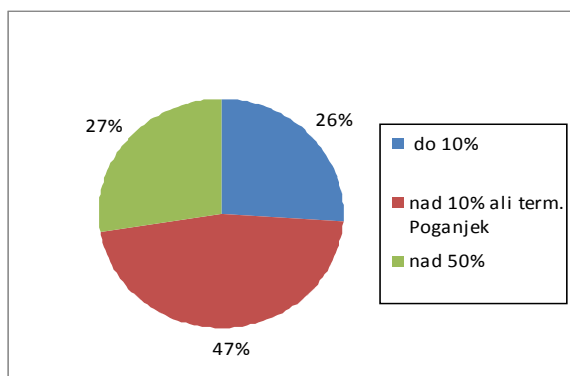
Skupaj v petih obravnavanih vrzelih je bilo največ bukovih mladik v drugem razredu poškodovanosti (49 %), sledi majhna poškodovanost (40 %). Delež močno poškodovanih bukvic pa je bil najmanjši; 12 % (slika 16).



Slika 16: Deleži poškodovanosti po razredih za bukev

Javorjevih mladik smo našli bistveno manj kot bukovih. Nad 51 cm višine nismo našli nobenega osebka. Največ mladih javorjev je bilo v peti in v drugi vrzeli. Le v peti vrzeli je bilo javorja več kot bukve. V obeh vrzelih prevladuje srednja poškodovanost, a je delež močno poškodovanih javorjev dokaj velik (slika 15).

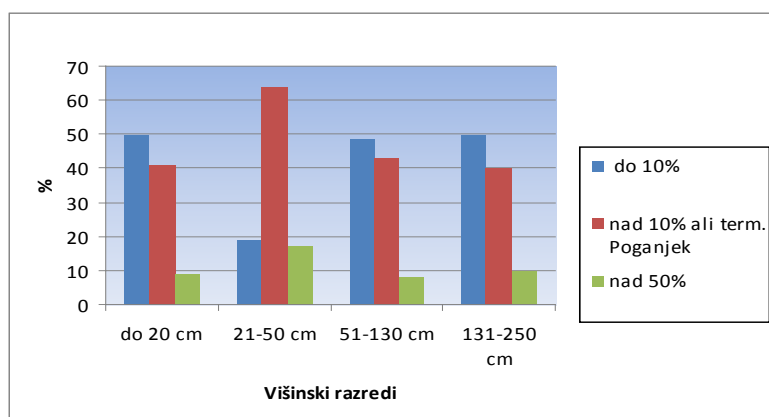
Skupen delež srednje poškodovanih javorjev je znašal 47 %, delež močno poškodovanih pa 27 %. Šele na tretjem mestu je bil prvi razred z majhno poškodovanostjo – 26 % vsega javorovega mladja (slika 17).



Slika 17: Deleži poškodovanosti po razredih za javor

Število osebkov po poškodovanosti nam da precej dober pregled nad stanjem mladja po posameznih vrzelih ter hiter splošen pregled nad problemom objedenosti. Deleži poškodovanosti po razredih nam dajo vpogled v objedenost posamezne drevesne vrste po vseh vrzelih. Dober celosten prikaz problema objedenosti pa dobimo, če ga prikažemo še po različnih višinskih razredih. Prikazujemo deleže poškodovanosti za vsak posamezen višinski razred. Ker je vzorec klic in osebkov nad 250 cm višine premajhen, ga ne prikazujemo.

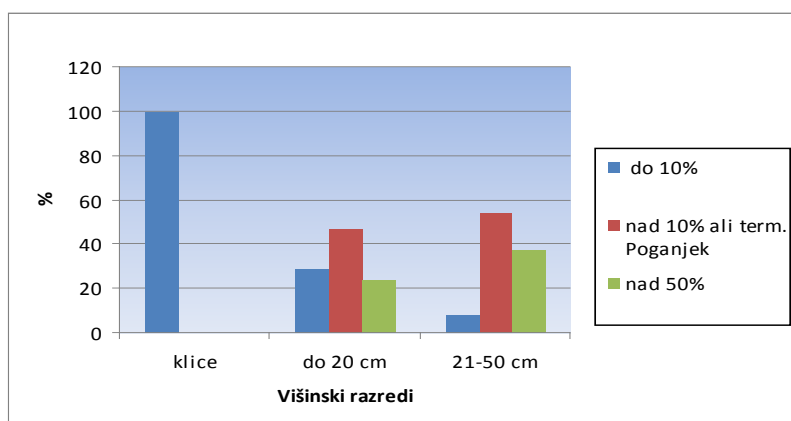
Pri bukvi sta deleža mladja klic in osebkov nad 250 cm višine izenačena ter znašata le 1% bukovega mladja. V obeh omenjenih višinskih razredih je delež majhne poškodovanosti 100 %.



Slika 18: Deleži poškodovanosti po višinskih razredih za bukev

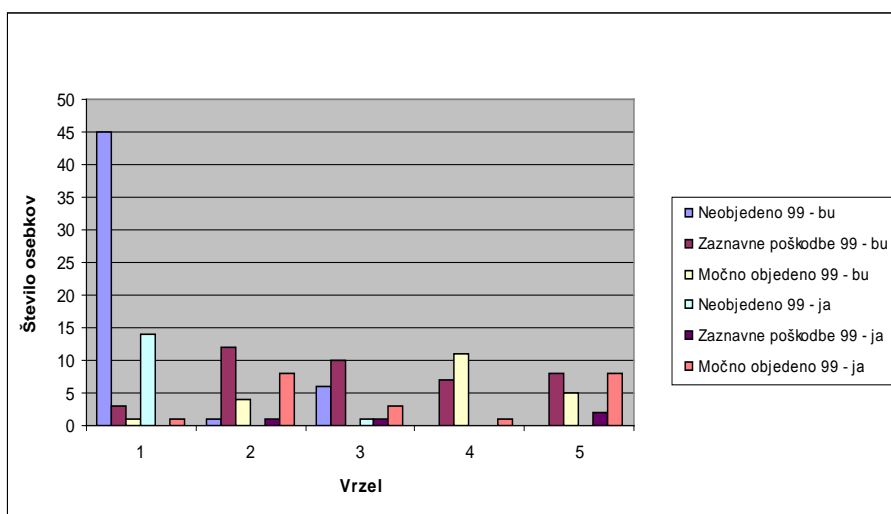
Največ mladih bukvic smo našli v višinskem razredu od 21 do 50 cm (40385 osebkov v vseh vrzelih). Tukaj je močno prevladovala srednja poškodovanost. V višjih razredih je delež le - te upadal. Prav tako je delež močne poškodovanosti kulminiral v omenjenem višinskem razredu. V ostalih razredih je približno enak (slika 18). V prvem razredu do 20 cm višine smo našli 38462 osebkov. Tukaj je bilo največ mladja z majhno poškodovanostjo do 10 %. Višinska razreda do 20 cm ter od 131 do 250 cm sta si bila po strukturi poškodovanosti precej podobna. V višinskem razredu od 21 do 50 cm se je močnejša objedenost bukovega mladja pokazala najbolj očitna.

Javor smo zabeležili le v treh višinskih kategorijah. Klic smo našli 1538 osebkov, kar znaša 5 % vseh mladih javorjev. Delež majhne poškodovanosti je bil 100 %. V naslednjih dveh razredih je majhna poškodovanost upadala, konstantno sta naraščali srednja in močna, ki sta kulminirali v razredu od 21 do 50 cm. Nad višino 51 cm pa osebkov sploh ni bilo več. (Slika 19) nam zelo dobro pokaže problem objedanja javorja.



Slika 19: Deleži poškodovanosti po višinskih razredih- javor

Podatke o poškodovanosti imamo le še iz leta 1999 (slika 20). Prav tako, kot v zadnji raziskavi, smo upoštevali tri razrede poškodovanosti, čeprav so se kriteriji razlikovali. Primerjava je lahko le okvirna ter velja le za značilnosti posameznih vrzeli. Leta 1999 je bila močna objedenost bukve poudarjena v četrti in peti vrzeli. Močna objedenost javorja je bila izražena v vseh vrzeli, razen v prvi. V obeh letih je za bukev prevladoval drugi razred poškodovanosti (čeprav je različno dodeljen), le da je leta 1999 veliko število neobjedenega mladja bilo v prvi vrzeli. Pri javorju je leta 1999 prevladovala močna objedenost, le v prvi vrzeli je veliko neobjedenega. Leta 2009 pa je bil največji drugi razred poškodovanosti, čeprav je bil velik poudarek v močni poškodovanosti. Značilne razlike so predvsem v prvi vrzeli.



Slika 20: Število osebkov po objedenosti in višinskih razredih leta 1999 (Adamič, 2008)

6.6 DOMINANTNI OSEBKI BUKOVEGA MLADOVJA

Zanesljivost ocen povprečnih vrednosti v izbranih vzorcih je odvisna predvsem od velikosti vzorca in homogenosti znaka. Za boljše razumevanje sledečih rezultatov prilagamo najprej število izbranih dominantnih bukvic po vrzelih ter njihove deleže (preglednica 4).

Preglednica 4: Število izbranih dominantnih osebkov ter njihov delež po vrzelih

	Število bukovega mladja	Število dominantnih osebkov	Delež dominantnih osebkov (%)
vrzel 1	94	24	26
vrzel 2	76	18	24
vrzel 3	13	8	62
vrzel 4	92	12	13
vrzel 5	20	11	55

V tretji vrzeli smo našli najmanj mladih bukvic, a smo jih v vzorec med dominantne osebkove prišteli večji del. Najmanj zanesljive podatke lahko pričakujemo v četrti vrzeli, saj je delež izbranih osebkov sorazmerno majhen. Deleži so na prvi pogled majhni, a se moramo zavedati, da smo lahko izbrali le po tri dominantna drevesca na ploskvico. Njihovo absolutno število je za vzorec zadovoljivo.

6.6.1 Višinski prirastki in dolžine

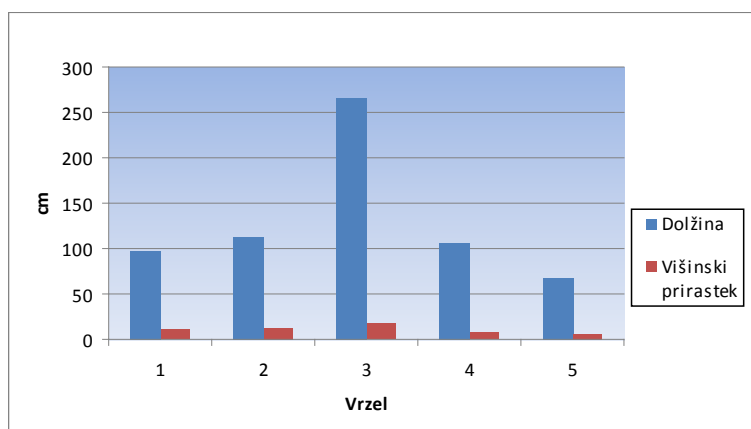
Prikazujemo višinske prirastke iz vseh treh meritvenih obdobjih (Preglednica 5). Višinski prirastek je v letu 2009 večji v treh vrzelih, kar lahko povežemo s tem, da so tega leta dominantne bukvice veliko višje. Razlika pa ni tako očitno velika, kot bi lahko pričakovali v gospodarskem gozdu, kar je verjetno posledica slabšanja svetlobnih razmer.

Preglednica 5: Višinski prirastki po vseh treh meritvenih obdobjih

Vrzel	Višinski prirastek tekočega leta (cm)		
	1999	2003	2009
1	7	13	11
2	8	9	13
3	14	4	18
4	7	7	9
5	7	9	6

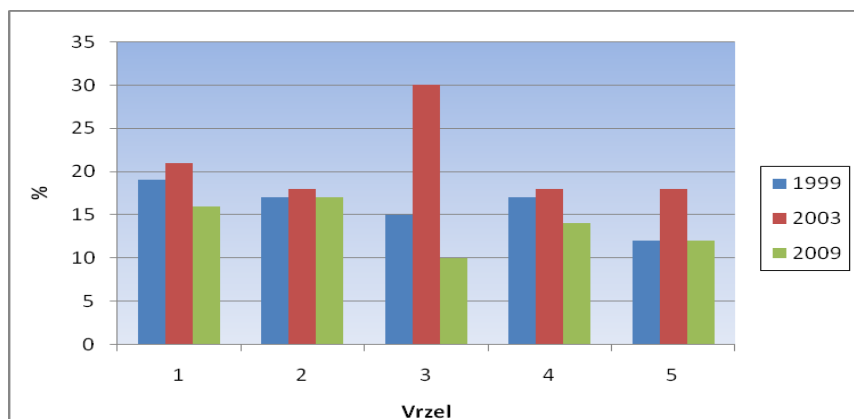
Da bi izničili vpliv dolžine osebka na višinski prirastek glavnega poganjka, smo uporabili še spremenljivko relativni višinski prirastek, ki je definirana kot razmerje med povprečno dolžino prirastkov v zadnjih treh letih in dolžino osebka.

Leta 2009 so bili prirastki praviloma višji pri daljših osebkih (Slika 20). Izjema je bila četrta vrzel, kjer je povprečni višinski prirastek 9 cm pri povprečni dolžini mladja 107 cm nižji od prirastka v prvi vrzeli, kjer je povprečni višinski prirastek 11 cm pri povprečni dolžini bukvic 98 cm. V tretji vrzeli so leta 2009 dolžine in prirastki največji, a je vrednost relativnega višinskega prirastka najnižja (slika 21). To nam nakazuje, da je relativni višinski prirastek odvisen od dolžine rastline.

**Slika 21:** Dolžine in višinski prirastki za bukev leta 2009

Pri zadnji meritvi smo dolžine in prirastke ocenili le za osebke bukovega mladja, saj so se med dominantnimi osebki znašli le trije javorji. Različna je tudi meritev dolžin. Leta 2009 smo popisali vse osebke mladja od klic pa do prsnega premera 5 cm, v letih 1999 in 2003

pa so bili zajeti le osebki do 130 cm višine. Zaradi boljše primerjave smo spremenili vrednosti relativnih prirastkov v letu 2009 tako, da smo upoštevali le višinski prirastek glavnega poganjka zadnjega leta. V tem primeru so se vrednosti povečale. Na enak način je bil relativni višinski prirastek prikazan v prejšnjih raziskavah. Vrednosti relativnega višinskega prirastka so se leta 2009 zmanjšale v vseh vrzelih.



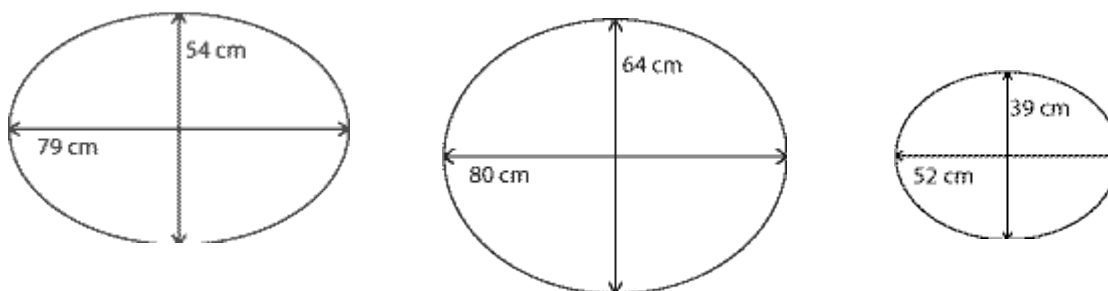
Slika 22: Relativni višinski prirastki v treh obdobjih meritev za bukev

Na sliki 22 precej izstopa tretja vrzel. Leta 2003 je bil relativni višinski prirastek v tej vrzeli zelo visok, medtem ko je v letu 2009 najnižji. Med dominantne osebke smo v zadnjem obdobju v tretji vrzeli prišteli precej visoke osebke, ki so precej višji in daljši od osebkov v drugih vrzelih. V ostalih vrzelih je stanje po letih podobno. Najvišji relativni prirastki so bili leta 2003, sledi leto 1999 in na koncu leto 2009. Razlika je očitna le v peti vrzeli, kjer so vrednosti v zadnji meritvi višje kot v prvi.

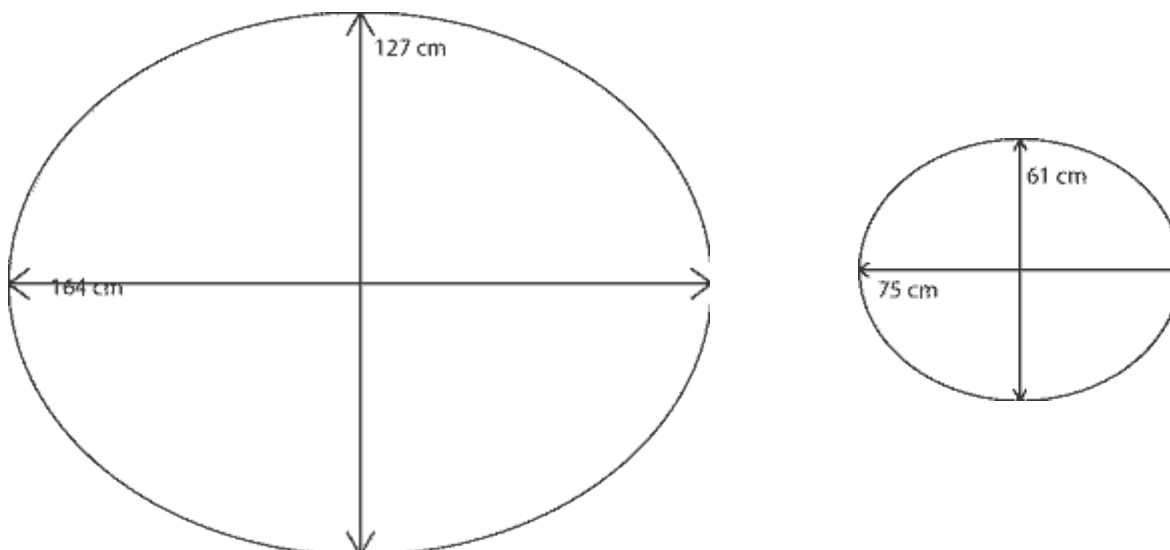
6.6.2 Značilnost krošenj dominantnih drevesc

S prikazom relativne dolžine in tlorisa krošenj dobimo dober vpogled v dimenzije in razrast dominantnih bukvic. V nadaljevanju prikazujemo srednje vrednosti osebkov po posameznih vrzelih. Uporabljena je aritmetična sredina, ki je v vseh primerih blizu mediane. Pri nekaterih vrzelih so odkloni od srednje vrednosti precej visoki. Daljša daljica hiperbole je vedno tudi daljša dimenzija krošnje. Krajša daljica hiperbole nam predstavlja krajšo dimenzijo krošnje, ki je pravokotna na prejšnjo.

Najbolj se krožni obliki približamo v drugi in četrti vrzeli, čeprav je bil v slednji delež plagiotropne rasti najvišji. Najvišja drevesa so bila v tretji vrzeli in so imela po pričakovanju tudi največje krošnje (sliki 23 in 24). Prav obratno pa velja za višinski delež krošnje, ki je bil v tej vrzeli najmanjši. To nam pokaže slika 25.

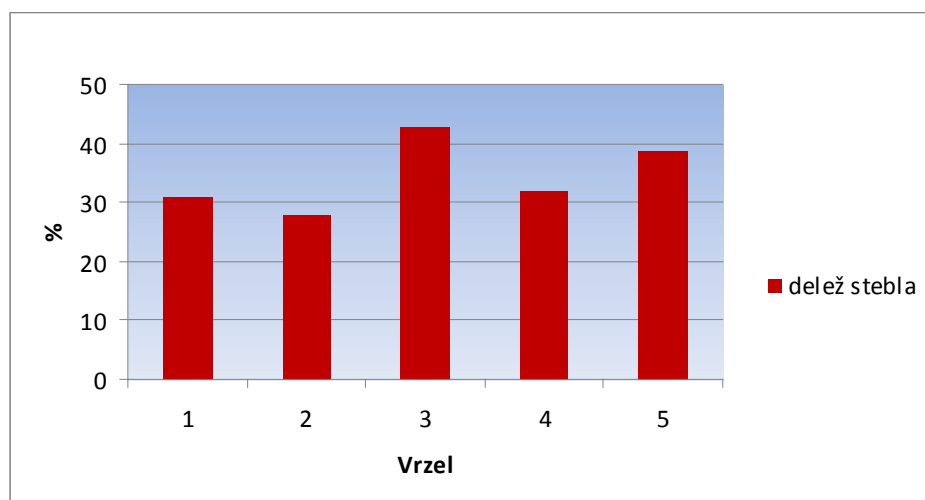


Slika 23: Tlorisi povprečnih dimenzij krošenj za prvo, drugo in peto vrzel



Slika 24: Tlorisa povprečnih dimenzij krošenj za tretjo in četrto vrzel

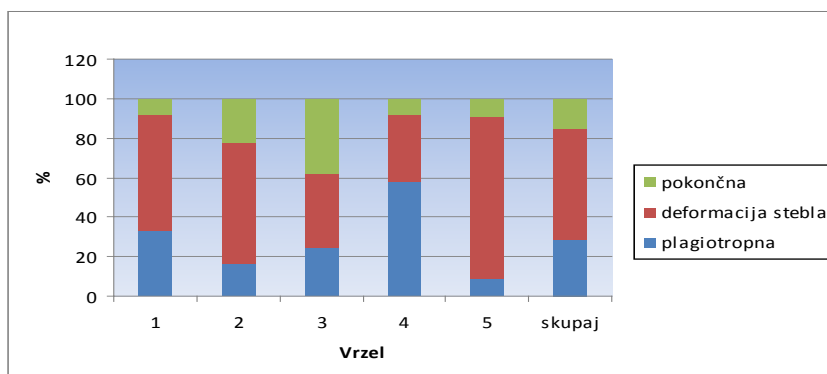
Prikazujemo še povprečne deleže čistega stebela bukvic po posameznih vrzelih. Deleže smo dobili kot razmerje med dolžino do pričetka krošnje in višino celotnega osebka. Najdaljša stebelca imajo bukvice v tretji vrzeli. Tukaj so tudi najvišji osebki z največjimi krošnjami. Sledijo stebelca pete vrzeli, čeprav so tukaj bukvice najnižje. V ostalih vrzelih so deleži približno enaki. Krošnje dominantnih mladih bukvic se pričnejo zgodaj razvijati in zavzamejo sorazmerno velik višinski delež (slika 24).



Slika 25: Deleži čistega stebela dominantnih bukvic po vrzelih

6.6.3 Oblike razrasti dominantnih drevesc

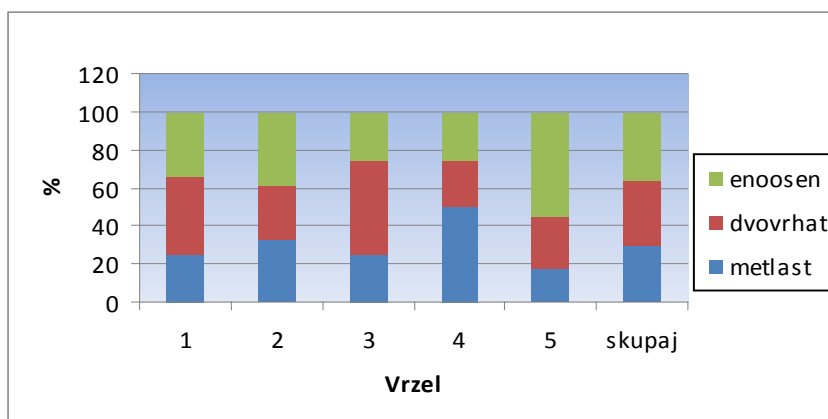
Ocenjevali smo obliko razrasti celotne rastline ter obliko razrasti terminalnega poganjka. Plagiotropnost je najbolj izražena v četrti vrzeli. Relativno veliko plagiotropnih osebkov je tudi v prvi vrzeli. Večina mladih bukvic ima deformirano steblo. Pokončnih osebkov smo največ našli v tretji vrzeli. Delež teh je najmanjši (slika 26).



Slika 26: Oblike razrasti celotne rastline po vrzelih in skupno

Osebkki z enoosnim glavnim poganjkom v deležu prevladujejo, čeprav so razlike majhne (slika 27). Pri naši meritvi se je pokazal tudi delež metlastih osebkov relativno visok. Najbolj izstopa v četrti vrzeli, veliko metlastih osebkov pa je tudi v drugi vrzeli. V prvi in tretji vrzeli je pa največ dvovrhatih osebkov. Dvovrhatost je pogost pojav pri bukvi, še

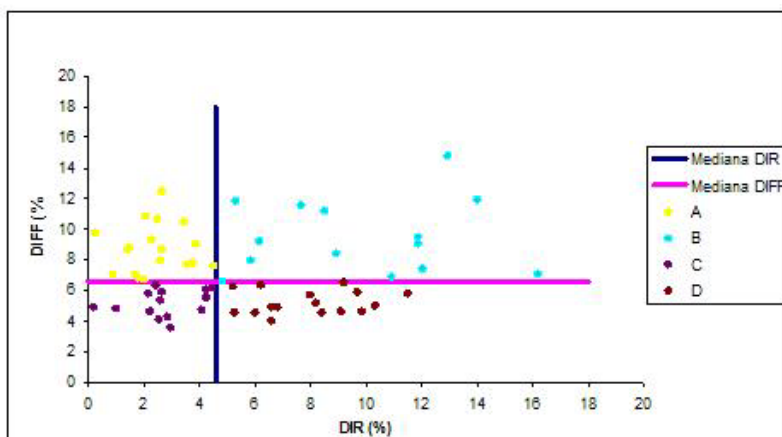
posebno pri starejšem mladju. Zanimivo je to, da smo v tretji vrzeli, kjer prevladuje dvovrhastost, izmerili najvišje osebkke, ki so po vsej verjetnosti tudi najstarejši.



Slika 27: Oblika razrasti glavnega poganjka po vrzelih in skupno

6.7 POMLAJEVANJE PO SVETLOBNIH STRATUMIH

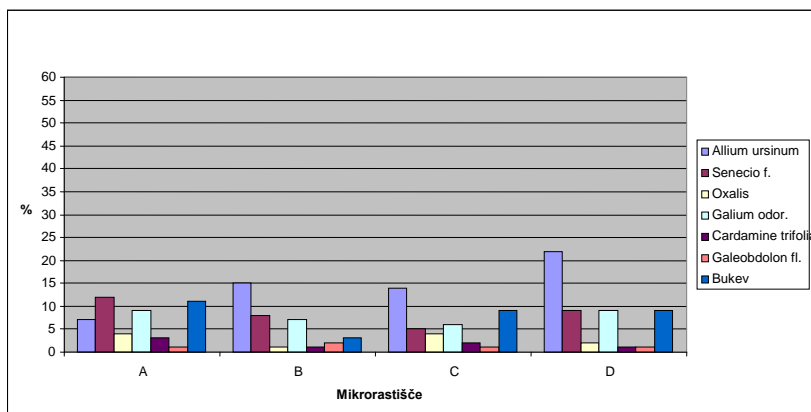
Na sliki 28 prikazujemo povezavo difuzne in direktne svetlobe. Mediani direktnega in difuznega sevanja razdelita graf na četrtine. Vsaka četrtina predstavlja poseben stratum-značilno kombinacijo obeh sevanj. Osebkke v stratumu A prejemajo malo direktnega in veliko difuznega sevanja. Osebkke v stratumu B prejemajo veliko direktnega in veliko difuznega sevanja. Osebkke v stratumu C prejemajo malo direktnega in malo difuznega sevanja. Osebkke v stratumu D pa prejemajo veliko direktnega in malo difuznega sevanja.



Slika 28: Graf direktne in difuzne svetlobe za leto 2003 (Adamič 2008)

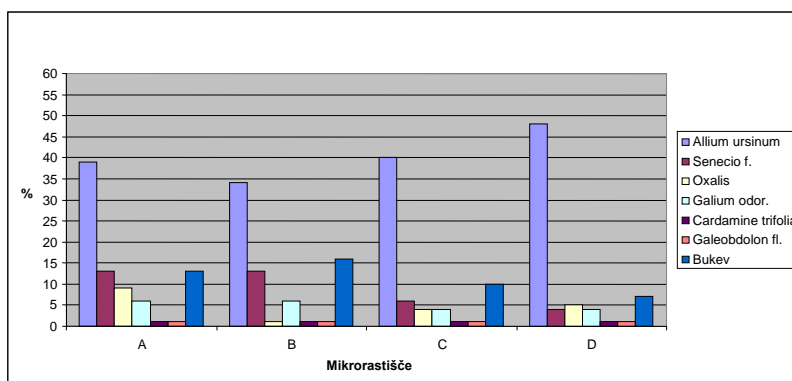
Pomembno je ugotoviti v kateri kombinaciji svetlobnega sevanja je pomlajevanje najuspešnejše. Zadnji podatki o količini svetlobe so iz leta 2003. Primerjali smo jih z ocenami zastiranja in pomladka iz leta 2009. Za podatke iz leta 1999 pa veljajo drugačni svetlobni stratumi, saj je bilo tudi takrat opravljeno snemanje svetlobe.

6.7.1 Pritalna vegetacija po svetlobnih stratumih

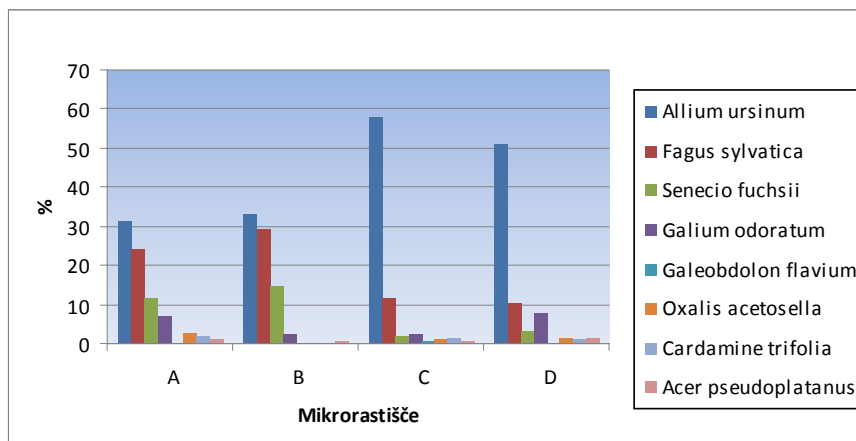


Slika 29: Zastiranje pritalne vegetacije po svetlobnih stratumih leta 1999 (Adamič, 2008)

Leta 1999 je čemaža pri zastiranju bistveno manj, ker je bil popis izveden jeseni, ko se njegov letni cikel že končuje (slika 29). Na slikah 30 in 31 pa lahko opazimo visoko zastiranje čemaža. Leta 1999 so bile majhne razlike v zastiranju čemaža med stratumi. Najvišje zastiranje je bilo v stratumu D. Z leti pa se je čemaž vse bolj uveljavljal v stratumih z manj difuznega sevanja, t.j. C in D. Leta 2009 je bil čemaž najbolj razvit v stratumu C. Popis je bil izveden v enakem koledarskem obdobju, ko je čemaž na vrhu razvoja.



Slika 30: Zastiranje pritalne vegetacije po svetlobnih stratumih leta 2003 (Adamič, 2008)



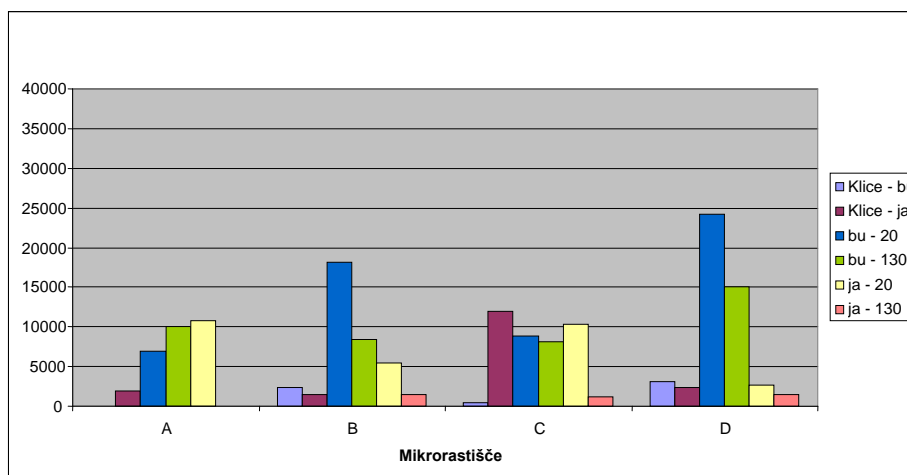
Slika 31: Zastiranje pritalne vegetacije po svetlobnih stratumih leta 2009

Z leti se je zastiranje bukve povečalo na vseh mikrorastiščih. Najbolj progresivno se povečuje v stratumu B, kjer je zastiranje leta 1999 znašalo le 3 %, leta 2003 16 % in leta 2009 že kar 30 %. Ta stratum prejme veliko difuznega in direktnega sevanja. Zastiranje bukve se je močno povečalo tudi v stratumu A, kjer je veliko difuznega sevanja. V ostalih dveh stratumih je povečanje zastora bukvic manjše.

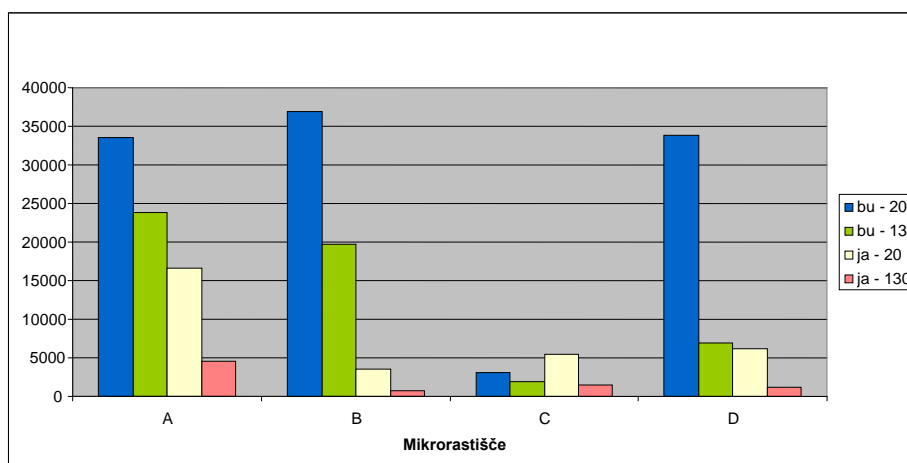
Zastor ostalih zelišč se je v večini primerov malce zmanjšal, le pri fuksovem grintu se zastiranje ohranja.

6.7.2 Število osebkov po svetlobnih stratumih

Leta 2003 se je število bukvic do 20 cm višine povečalo v vseh stratumih (sliki 32 in 33). Število bukvic do 130 cm pa se je zmanjšalo v stratumih C in D. Tudi gostota javorjev do 130 cm so je povečala, razen v stratumu B. V stratumu A se je bistveno povečala gostota javorja do 130 cm, katerih leta 1999 sploh nismo našli.

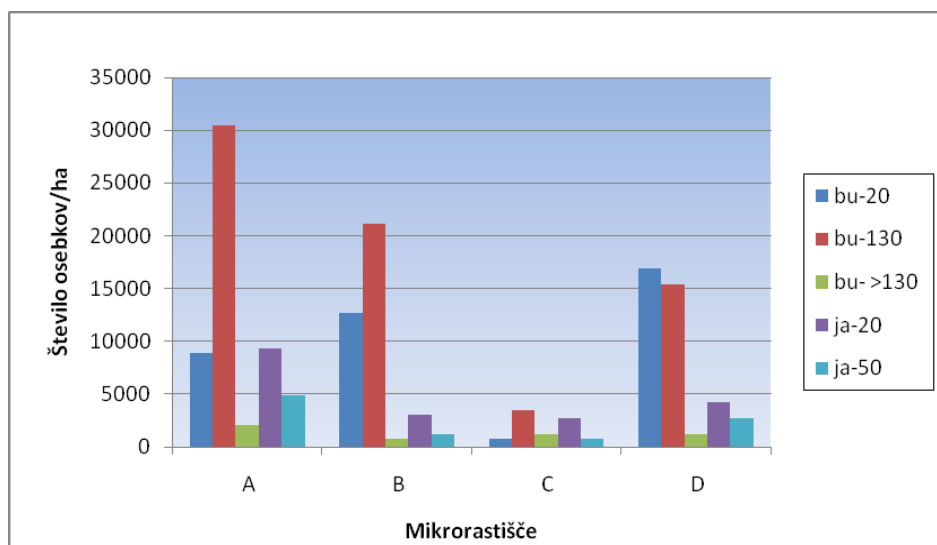


Slika 32: Število osebkov na hektar po svetlobnih stratumih leta 1999 (Adamič, 2008)



Slika 33: Število osebkov na hektar po svetlobnih stratumih leta 2003 (Adamič, 2008)

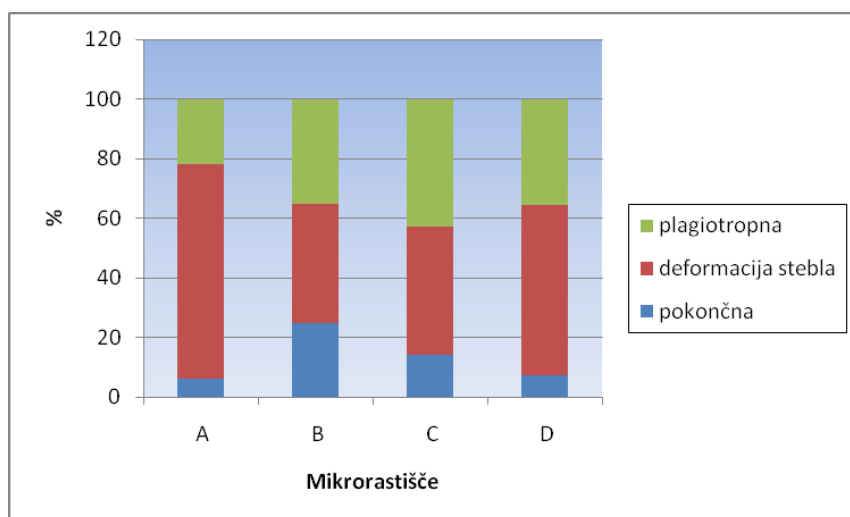
V letu 2009 se je število bukvic zmanjšalo. Drugačna je bila tudi struktura po višinskih razredih in svetlobnih stratumih (slika 34). Bistveno manj je bilo bukvic do 20 cm višine, število višjih bukvic pa se je povečalo. Najmanj pomladka je v stratumu C, kjer je malo direktnega in malo difuznega sevanja. Pri javorju smo ugotovili manjše število po vseh stratumih in obeh višinskih razredih.



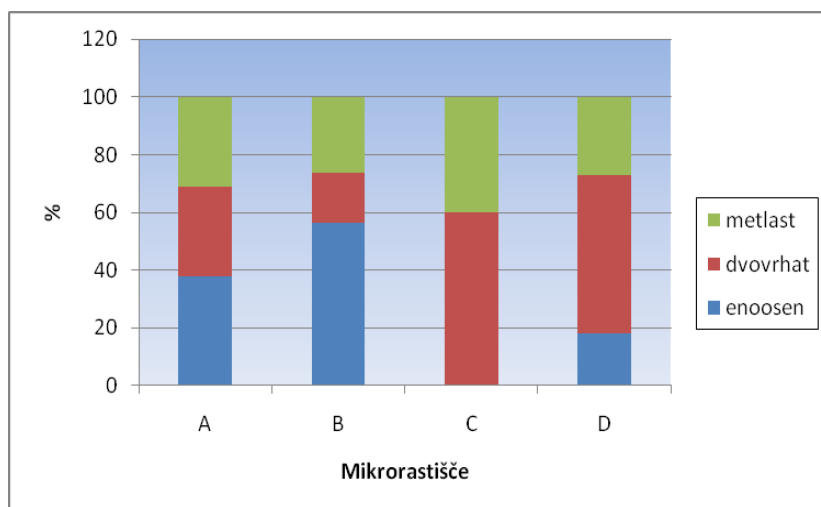
Slika 34: Število osebkov po svetlobnih stratumih leta 2009

6.7.3 Razrast dominantnih bukvic po svetlobnih stratumih

Največ dominantnih osebkov smo izbrali v stratumu A, kjer je veliko difuznega sevanja. Sledi stratum B. Najmanj jih je bilo izbranih v stratumu C, kjer je količina svetlobe najmanjša. Pokončnim osebkom je najbolj ustrezal stratum B, kjer je kombinacija obeh sevanj velika (slika 35). Prav tako je največ osebkov z enosnim poganjkom v stratumu B, medtem ko v stratumu C nismo zabeležili niti enega (slika 36).



Slika 35: Oblika razrasti celotne rastline dominantnih osebkov po svetlobnih stratumih



Slika 36: Oblika razrasti glavnega poganjka po svetlobnih stratutih

6.8 RAZLIKE MED VRZELMI

Za ugotavljanje razlik proučevanih znakov med vrzelmi smo uporabili neparametrični Kruskal-Wallisov test. Znaki kot so: *Allium*, *Galium*, *Fagus* pomenijo zastiranje tovrstnih rastlin. Naslednji znaki, ki veljajo pri dominantnih osebkih pa so: h - višina, l - dolžina, lkroš - dolžina do krošnje, i1,i2,i3 -zadnji trije prirastki, reli - relativni višinski prirastek, k1 - krošnja 1, k2 - krošnja 2, ki je pravokotna na k1. Pri interpretaciji rezultatov znakov dominantnih osebkov je potrebna previdnost, ker je sorazmerno malo meritev. Statistično značilne razlike v znakih med vrzelmi so predstavljene v preglednici 6.

Preglednica 6: Kruskal- Wallis test za ugotavljanje razlik med vrzelmi

Kruskal- Wallis		
	h	p
Allium	18,57	0,001
Galium	21,632	0,000
Senecio	10,522	0,032
h	35,845	0,000
l	33,894	0,000
lkroš	27,377	0,000
i1	38,191	0,000
i2	32,885	0,000
i3	24,488	0,000
reli	14,900	0,005
k1	14,036	0,007
k2	11,663	0,02

Statistično značilnih razlik nismo spoznali pri zastiranju z bukvijo in ostalimi vrstami ter pri številu osebkov mladih bukev v vseh višinskih razredih.

Za ugotavljanje povezanosti med posameznimi znaki smo uporabili Spearmanov koeficient korelacije, ki je prav tako neparametričen (preglednica 7). Razvidno je, da *Allium ursinum* s svojim zastiranjem verjetno negativno vpliva na zastiranje bukve, števila osebkov bukve med 50 in 130 cm ter na višino in zadnja dva prirastka dominantnih bukvic. Pozitivna odvisnost je potrjena med zastiranjem bukve in fuksovega grinta. Slednji je polsvetlojubna rastlina in se pojavlja bolj na sredinah vrzeli. Tudi število bukev med 20 in 130 cm višine ter zadnji višinski prirastek dominantnih bukvic so v pozitivni odvisnosti z zastiranjem fuksovega grinta. Zanimiva je značilna pozitivna povezanost med višino osebkov in vsemi tremi prirastki, hkrati pa močno negativna povezava med višino osebkov in relativnim prirastkom bukve.

Preglednica 7: Spearmanov korelacijski koeficient za vse vrzeli skupaj

Spearman		
Preučevani znak	r	p
Allium- Fagus	-0,505	0,000
Allium-Senecio	-0,608	0,000
Allium- h	-0,247	0,037
Allium- i1	-0,348	0,005
Allium- i2	-0,317	0,010
Allium- do130	-0,380	0,025
Senecio- Fagus	0,288	0,040
Senecio-i1	0,256	0,043
Senecio- do50	0,351	0,043
Senecio- do130	0,482	0,007
h- i1	0,654	0,000
h- i2	0,418	0,000
h- i3	0,421	0,000
h- reli	-0,485	0,000

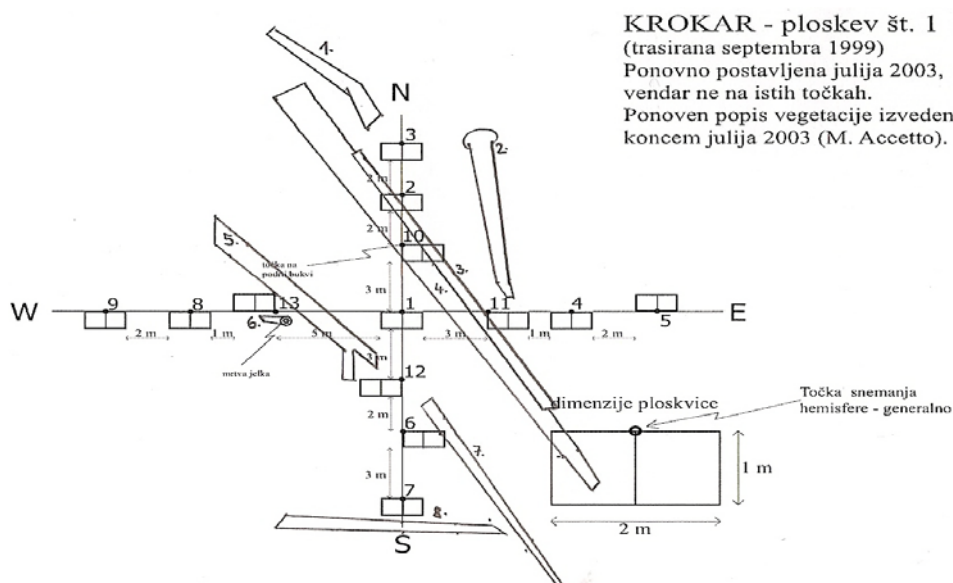
6.9 VRZELNIKI IN NASTANEK VRZELI

Vse ocenjene vrzelnike prikazujemo v tlorisu vrzeli, ki smo ga približno vrisali na terenu. Z metodo ocene vrzelnikov po osmih fazah razkroja si lahko delno odgovorimo na vprašanja: koliko so vrzeli približno stare in, ali je vrzel nastala naenkrat ali pa bolj postopoma (sukcesivno).

Večina vrzelnikov leži vzporedno s padnico terena. Prevladujejo vrzelniki s prelomljenim deblom, le redki so izravnani. Rezultate prikazujemo za vsako vrzel posebej.

6.9.1 Vrzel 1

Na površini prve vrzeli, ki je najmanjša, smo popisali in ocenili sedem podrtic ter eno sušico. Štirim smo dodelili tretjo, trem četrto ter enemu drugo fazo razkroja. Vrzelnik z največjim volumnom smo uvrstili v tretjo fazo razkroja. Sklepamo lahko, da so prvi svetlobni jaški nastali okoli 20 do 30 let nazaj. To nam nakazujejo ostanki s številkami 1, 5 in 7 na tlorisu (slika 37). Vrzel sedanje velikosti je nastala 15 do 20 let nazaj (številke ostankov 3, 4, 6 in 8), zadnje pomembno zastorno drevo je pa padlo približno pet let kasneje. Vrzel je zagotovo mlajša od 30 ter starejša od 15 let. Večji del vrzeli se je izoblikoval v enakem obdobju. Povprečni naklon vrzeli je 3,2 %, prevladuje jugovzhodna ekspozicija.

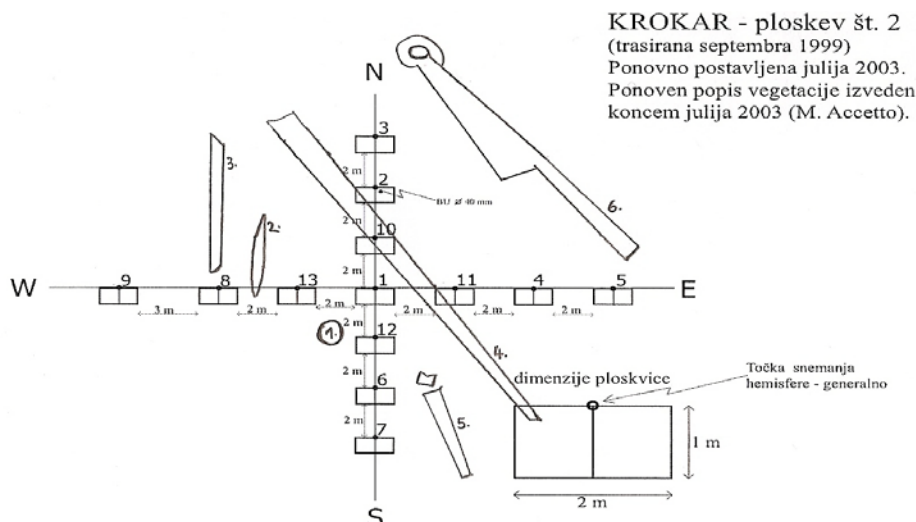


Slika 37: Ostanki odmrlega drevja v prvi vrzeli

6.9.2 Vrzel 2

V drugi vrzeli smo zabeležili šest vrzelnikov, od tega pet podrtic ter eno še stoječo jelovo sušico. V vrzeli se je najprej odprl severozahodni del, kar nakazujeta že močno razkrojena vrzelnika plosko ovalne oblike (številki 2 in 3 na tlorisu; slika 38). To naj bi se zgodilo 30 do 45 let nazaj. Ostala površina vrzeli pa je mnogo mlajša in je nastala pred približno 10 do 15 leti. To nam povedo drugi ostanki dreves. Zanimivo je, da ležijo podrtice iz vsakega

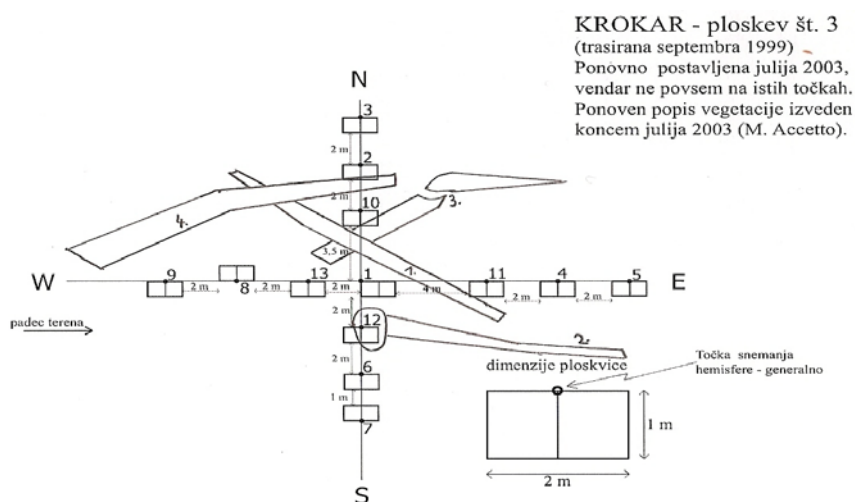
posameznega obdobja v drugačni smeri. Povprečni naklon ploskvic druge vrzeli je 1,5 %, prevladuje pa južna ekspozicija. Ploskvi 8 in 9 sta nagnjeni proti jugozahodu.



Slika 38: Ostanke odmrlega drevja v drugi vrzeli

6.9.3 Vrzel 3

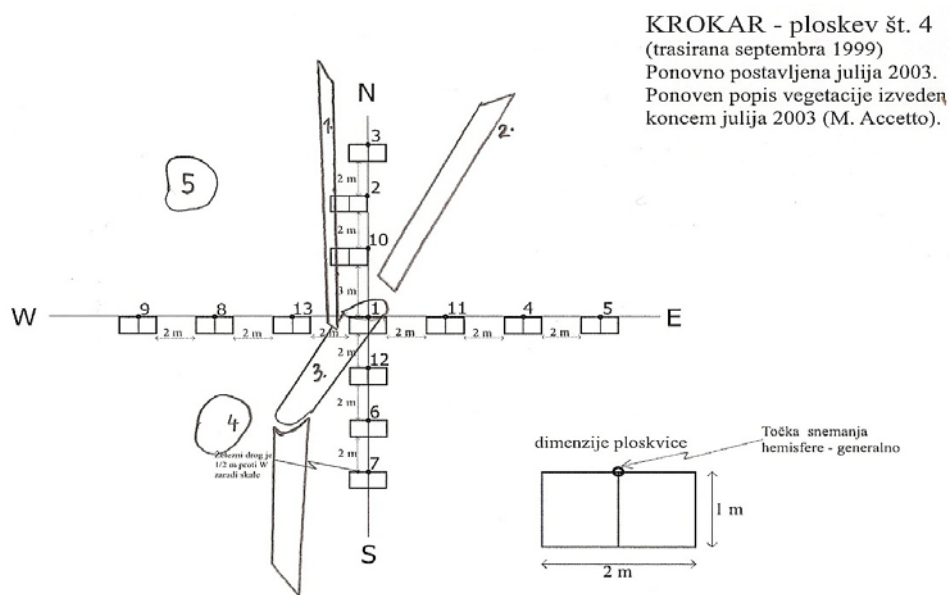
Tretja vrzel je podolgovate oblike in ima največjo površino. Vzrok, da smo našli le štiri vrzelnike, se lahko skriva v njeni obliki. Vsi vrzelniki so podrtice (slika 39). Vrzelnika 1 in 4 na tlorisu smo uvrstili v tretjo, ostala dva pa v četrto stopnjo razkroja. Vrzel je torej nastajala postopoma in je stara med 15 in 30 let. Povprečni naklon ploskvic je 2,7 %, močno pa prevladuje ekspozicija vzhod- jugovzhod.



Slika 39: Ostanke odmrlega drevja v tretji vrzeli

6.9.4 Vrzel 4

Četrta vrzel leži najbolj jugovzhodno od vseh vzorčenih vrzeli. Na njeni površini smo zabeležili tri podrtice, od katerih po velikosti izstopa debela bukev (številka 3) tretje stopnje razkroja (slika 40). Ocenili smo še dva ostanka panja (številki 4 in 5). Oba spadata v četrto stopnjo razkroja. V isto stopnjo smo uvrstili tudi podrtico s številko 1 na tlorisu. Vrzelnik številka 2 pa spada v drugo stopnjo razkroja. Po vsej verjetnosti se je večji del vrzeli odprl 20 do 30 let nazaj. Debelejša bukev, ki je ostala v sredini, je zaradi tega postala tudi bolj izpostavljena abiotskim dejavnikom (predvsem soncu in vetru), dokler jo ni izruvalo 15 do 20 let nazaj. Severovzhodni del vrzeli je po veliki verjetnosti okoli 10 let mlajši, kar nam nakazuje vrzelnik številka 2. Povprečni naklon ploskvic je 1,7 %. Prevladujoča ekspozicija je jugo-jugovzhod.

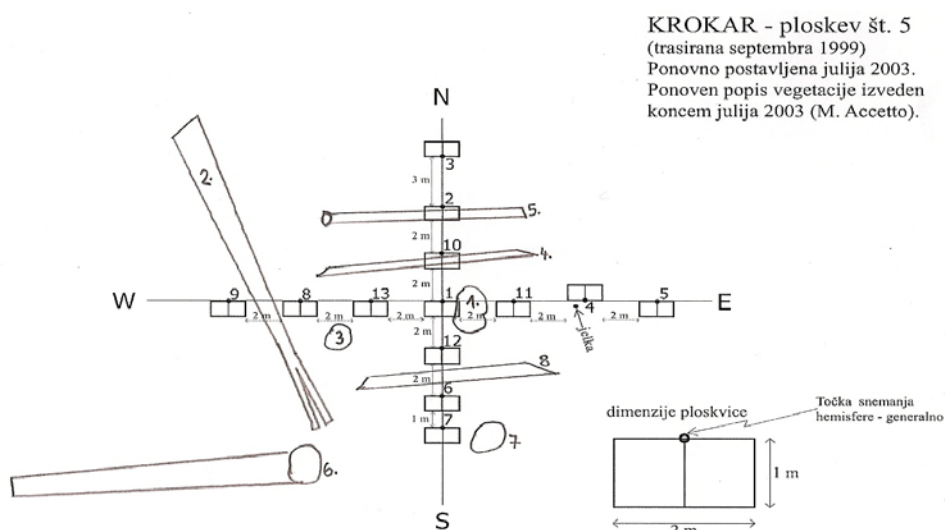


Slika 40: Ostanke odmrlega drevja v četrti vrzeli

6.9.5 Vrzel 5

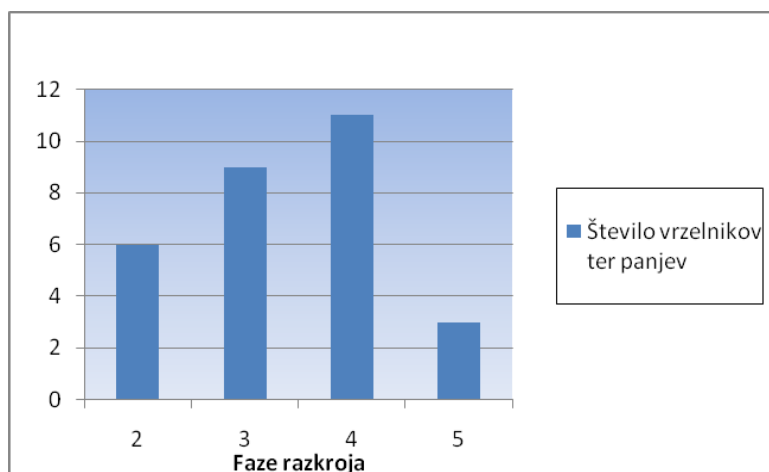
Peta vrzel je najbližja strminam proti kolpski dolini, na tej prelomnici je ostra razlika med raziskovanim rastiščem in skrajnostnimi rastišči kolpskega ostenja. Vrzel ni velika, a smo vseeno našli kar osem vrzelnikov (slika 41). Res pa je, da niso vsi padli pri doseženi fiziološki dobi ter jih je precej srednje debelih. Vrzelnike smo razporedili v stopnje razkroja, vse od druge pa do četrte. Ocenjeno je bilo pet podrtic, sušica in dva ostanka

panja. Trem vrzelnikom (št. 3,4 in 7) smo dodelili četrto stopnjo razkroja, enemu ostanku panja (št. 1) peto stopnjo, dvema podrticama (št. 2 in 5) tretjo stopnjo ter eni odlomljeni večji veji drugo stopnjo razkroja. Vrzel je nastajala postopoma. Prvi svetlobni jaški so lahko nastali že pred tridesetimi leti. Glavnina vrzeli pa je stara od 15 do 20 let. Na tej vrzeli je teren precej raven. Ekspozicija je jugovzhodna, a se v isti smeri naklon terena močno poveča, kar pomeni večjo zakritost.



Slika 41: Ostanki odmrlega drevja- vrzel 5

6.9.6 Število vrzelinikov in panjev po fazah razkroja



Slika 42: Število vrzelinikov ter panjev po fazah razkroja

Največ ostankov dreves smo uvrstili v četrto fazo razkroja, ki nakazuje starost od 20 do 30 let (slika 42).

7 RAZPRAVA IN SKLEPI

Na petih vrzelih v pragozdu Krokar smo ocenili stanje zeliščne plasti in pomladka. To je že tretja meritev na istih ploskvicah, zato smo pričakovali podrobnejši vpogled v razvoj mladja. Zanimale so nas predvsem spremembe v številčnosti in zastiranju mladja ter mikroekološke zahteve (niše) bukovih mladik. Obravnavali smo tudi problem objedanja pomladka in zgodovinski razvoj vrzeli. Mikrorastišča v vrzelih smo razčlenili na stratume na temelju razlik v količini direktnega in difuznega sončnega sevanja ter proučevali razlike v pomladitvenih procesih. Takšne analize so znane že od prej (Roženbergar, 2007; Roženbergar in sod., 2007). Stratumi (A,B,C,D), kljub različnosti v vrzelih, kažejo na določeno značilno prostorsko porazdelitev. Na jelovo-bukovih rastiščih se stratum A z velikimi jakostmi razpršene in majhnimi jakostmi direktne svetlobe praviloma pojavlja v južnem delu vrzeli in deloma pod zastorom. Stratum B z velikimi jakostmi obeh tipov svetlobe je značilen za severni del vrzeli in dostikrat sega na severu pod zastor. Stratum C, ki ima majhne vrednosti obeh tipov svetlobe, se nahaja vzhodno in zahodno ter deloma južno od vrzeli pod zastorom. Stratum D, kjer so vrednosti direktne svetlobe velike, razpršene svetlobe pa majhne, najdemo severno od vrzeli pod zastorom (Roženbergar, 2007). V primeru pragozda Krokar se stratum A premakne v centralni del vrzeli z rahlo tendenco proti jugu. Stratum B se malo pojavlja na sredini, prevladuje pa na severnih delih vrzeli. Stratum C se pojavlja na vseh robovih, a ga je največ na vzhodnih in zahodnih. Stratum D najdemo največ na severnem ter veliko tudi na zahodnem robu. Stratuma A in B smo največ našli v prvi in drugi vrzeli, kjer je bukvic nad 20 cm veliko. Stratuma C je največ v tretji vrzeli, kjer smo našli najmanj mladih bukvic, a te predstavljajo večinski delež bukvic nad 130 cm višine.

Pri primerjavah moramo izpostaviti da so se metode merjenja v nekaterih vidikih razlikovale, na kar smo sproti upozorjali. Metode meritev se z leti namreč razvijajo.

7.1 ZELIŠČNA PLAST

Za obravnavano rastišče *Isopyro-Fagetum* je značilna bujna razvitost zeliščne plasti, še posebej spomladi (Marinček, 1987). Pri zadnjem popisu zastiranja smo našli 31

rastlinskih vrst, od tega dve drevesni in tri grmovne. Ostalo so zelišča. Povprečno skupno zastiranje obeh plasti je znašalo 90 %, od tega je zeliščna plast zastirala 70 %, pomladek drevesnih vrst pa 20 %. Leta 2003 je bilo skupno zastiranje 76 %, pomladek je od tega zastiral le 11 %. Leta 1999 so bile vrednosti manjše, ker je meritev potekala jeseni. Skupno zastiranje obeh plasti je takrat znašalo le 56 %. Zastiranje zelišč je bilo 47 %, pomladka pa le 9 %. Raziskave v jelovo-bukovih gozdovih so pokazale drugačne vrednosti (Roženberger in sod., 2007). V Rajhenavskem Rogu je zastiral pomladek 57 %, zelišča 13 %, skupno torej 70 %. V pragozdu Čorkova Uvala je zastiral pomladek 19 %, zelišča 39 %, skupno pa 58 %. Skupno zastiranje obeh plasti je v pragozdu Krokar na obravnavanem rastišču torej precej veliko. Čemaž (*Allium ursinum*) od vseh vrst daleč največ prispeva k zastiranju. S svojim zastorom lahko negativno vpliva na pomlajevanje bukve, kot tudi na bukov višinski prirastek zadnjega in predzadnjega leta. Bukev in čemaž imata namreč podobne ekološke zahteve na izbranem rastišču. Čemaž je v prednosti, saj se njegov cikl prejš začne. Največ zastira v stratumu C (58 %), kjer je najmanj pomladka bukve in gorskega javorja. Sledi stratum D (51 %). V tem stratumu je bil zastor s čemažem leta 2003 največji (Adamič, 2008). V stratumu A je čemaž leta 2009 zastiral 32 % in v B 33 %. Podobne vrednosti so ugotovili leta 2003. Na obravnavanem rastišču je konkurenca pritalne vegetacije značilno večja kot v jelovo-bukovih gozdovih, zato je pomladek manj bujen in se razvija počasi. Čemaž najbolj zastira robove vrzeli, še posebno vzhodne in zahodne, zaradi tega je pomlajevanje uspešnejše v osrednjem območju vrzeli. Tam je lahko manjša konkurenca pomladku le *Senecio fuchsii*.

7.2 POMLADEK DREVESNIH VRST

Bukev je drevesna vrsta, ki se redko vegetativno razmnožuje. Na gozdni meji in drugih skrajnostnih rastiščih lahko opazimo značilna odganjanja iz panja, drugače pa v sestojih večinoma požene iz semena. Le majhen delež semen vzklije. Polni obrod bukve je sicer periodičen, a je nereden in se pojavi vsakih 5-6 (12) let, kalivost semena se giblje okoli 65 % (Brus, 2005). Na Madžarskem so proučevali mortaliteto bukovih klic. Od pomladi do jeseni je število klic upadlo za trikrat (Mendlik, 1989, cit. po Standovar, 2003). Leta 1999 je bilo na naših ploskvicah naštetih 6160 klic/ha bukve in 18480 klic/ha javorja. Največ klic javorja je bilo v stratumu C, bukve pa v stratumu D. Leta 2003 klic nismo zabeležili.

Leta 2009 pa smo našli 769 klic/ha bukve ter 1539 klic/ha javorja. Klice bukve so se pojavile le v prvi vrzeli v stratumu B in D. Klice javorja smo tokrat našli največ v stratumu A. Število klic odraža periodičnost semenjenja ter hkrati nakazuje, da je semenski potencial sorazmerno velik, še posebej javorja. Veliko klic propade že v prvem letu, kasneje pa je večja mortaliteta na proučevanem rastišču pri gorskem javorju, ki ga omejujejo skromne svetlobne razmere.

Kot lahko razberemo iz preglednice 10 se je število osebkov bukve v obdobju od 1999 do 2003 povečalo v obeh višinskih razredih. V zadnjem obdobju od leta 2003 do 2009 pa se je močno zmanjšalo število bukvic do 20 cm višine. V razredu do višine 130 cm smo jih našli več. V skupnem številu jih je vseeno manj. Zaradi večjega deleža v višjih višinskih razredih lahko rečemo, da je pomlajevanje bukve uspešno. Za mladike javorja pa tega ne moremo trditi.

Preglednica 8: Pregled in primerjava nekaterih parametrov mladja po vseh treh meritvenih letih

		Število osebkov na ha		Zastiranje (%)		Dolžine (mm)	Rel. Višinski prirastek (%)
		bu	ja	bu	ja	bu	bu
1999	do 20	66990	50050	8	1	553	16
	do 130	41965	5005				
	>130	ni podatka	ni podatka				
	skupaj	108955	55055				
2003	do 20	112805	31570	11	1	422	21
	do 130	54285	8085				
	>130	ni podatka	ni podatka				
	skupaj	167090	39655				
2009	do 20	39231	18847	19	1	1310	14
	do 130	68846	9230				
	>130	5384	0				
	skupaj	113461	28077				10

Število javorjev se od leta 1999 nenehno zmanjšuje. Leta 2009 nismo zabeležili niti enega osebka javorja, ki bi bil višji od 50 cm. V prvih dveh meritvah osebkov nad 130 cm višine nismo prešteli. Glede na informacije popisovalcev jih naj ne bi bilo, oziroma so bili prisotni v minimalnem deležu. Najbolj problematična je tretja vrzel, kjer je osebkov bukve

do 130 cm višine zelo malo. V tej vrzeli je pomlajevanje najbolj oteženo, predvsem zaradi svetlobnih razmer. Zastiranje bukke se z leti povečuje, kar je posledica višjih osebkov z večjimi krošnjami. Tako zastira bukke v tretji vrzeli enako površino kot v četrti, kjer smo našli največ bukk. Ti osebki lahko že konkurirajo manjšim. Zastiranje javorovega mladja ostaja podobno.

Dolžine in prirastke smo merili le dominantnim bukkam. Povprečna dolžina dominantnih bukk je leta 2009 bistveno večja. Za relativni višinski prirastek leta 2009 prikazujemo dve vrednosti. Pri višji (14 %) smo upoštevali le višinski prirastek v zadnjem letu. Tako je bilo tudi v letih 1999 in 2003. Nižja vrednost (10 %) pa je razmerje med povprečno vrednostjo zadnjih treh prirastkov in dolžino osebkov. Domnevamo, da se višinski prirastek z višino sicer povečuje, vendar začne pri določeni višini relativno pešati zaradi pomanjkanja svetlobe. Vrednosti višinskih prirastkov tekočega leta so malenkostno višje leta 2009 kot v prejšnjih dveh meritvah. Dolžine in višine dominantnih bukk pa so veliko višje leta 2009 kot v prejšnjih meritvah, zaradi tega je relativni višinski prirastek v zadnji meritvi manjši kot v letih 1999 in 2003.

Leta 2009 smo največ bukk našli v stratumih A in B, kar pomeni, da število bukk prevladuje v centralnih delih vrzeli (preglednica 11). Enako je bilo ugotovljeno v letu 2003. Bukke se v teh dveh stratumih z leti vedno bolj uveljavlja, ker je tam več difuzne svetlobe, kar ne odgovarja čemažu. Sledi stratum D, kjer prevladuje direktno sevanje. Zelo malo bukkovega pomladka je bilo v stratumu C z najmanj svetlobnega sevanja. Javorjevega mladja je v vseh treh letih bilo največ v stratumu A.

Preglednica 9: Število osebkov na hektar po mikrorastiščih za vsa tri leta meritev

		Število osebkov na ha				
		bu- 20 cm	bu- 130 cm	bu> 130 cm	ja- 20 cm	ja- 130 cm
1999	A	6930	10010	ni podatka	12705	0
	B	20405	8470	ni podatka	6930	1540
	C	9240	8085	ni podatka	22330	1155
	D	27335	15015	ni podatka	5005	1540
2003	A	33495	23870	ni podatka	16555	4620
	B	36960	19635	ni podatka	3465	770
	C	3080	1925	ni podatka	5390	1540
	D	33880	6930	ni podatka	6160	1155
2009	A	8846	30449	2030	9338	4872
	B	12692	21154	769	3077	1154
	C	769	3462	1154	2692	769
	D	16923	15385	1154	4231	2692

7.3 POŠKODOVANOST MLADJA V VRZELIH

Pri oceni poškodovanosti mladja smo upoštevali tri razrede (prvi - do 10 %, drugi - nad 10 % ali term. poganjek ter tretji - nad 50 %). Večina bukvic je bila v srednjem razredu poškodovanosti (49 %). Delež bukvic z majhno poškodovanostjo v prvem razredu je bil 40 %, delež močno poškodovanih v tretjem razredu pa je bil 12 %. Tudi delež javorja je bil največji v srednjem razredu (47 %), a je delež močno poškodovanih javorjev bil višji (27 %). Delež javorjev v prvem razredu je bil 26 %. Rezultati iz pragozda Rajhenavski Rog se razlikujejo (Perme, 2008). Tam je objedanje bukve bistveno manjše. Leta 2005 je bil delež bukve v prvem razredu z majhno poškodovanostjo malo več od 60 %, leta 2005 pa že okoli 80 %. Delež močno poškodovanih bukev je bil manjši od 10 %. Največja poškodovanost se je pa pokazala pri javorjevih mladikah, kjer je delež močno poškodovanih znašal leta 2000 dobrih 60 % (Perme, 2008).

Veliko poškodb zaradi objedanja smo ugotovili v višinskem razredu od 21 do 50 cm, kjer prevladujejo srednje poškodovane bukvice, močna poškodovanost pa kulminira. V ostalih višinskih razredih je bilo največ bukvic do 10 % poškodovanosti, torej majhna

poškodovanost. Tudi pri javorju se je močno pokazal največji pritisk v razredu od 21 do 50 cm, višjih javorjev pa leta 2009 sploh ni bilo. V analizi razvoja mladja Rajhenavskega Roga je bilo največ poškodovanih bukev v višinskem razredu od 200 do 300 cm, a je bil delež močno poškodovanih bukvic velik tudi pri višinah do 20 cm in od 20 do 50 cm. Pri javorju je bilo največ močno poškodovanih osebkov v razredih do 20 in od 20 do 50 cm (Perme, 2008). Delno smo potrdili hipotezo, da na kakovost mladja vpliva tudi pritisk objedanja divjadi. Javor je bolj poškodovan.

7.4 KAKOVOST DOMINANTNIH BUKVIC

Oceno razrasti celotne rastline in poganjka bukovih dominantnih osebkov imamo le iz zadnje raziskave. Rezultate lahko primerjamo z rezultati iz jelovo-bukovih gozdov (Roženberger, 2007; Perme, 2008). Oblike krošenj določamo glede na dolžino ter položaj glavnega debla in stranskih vej. Oblike se lahko močno razlikujejo znotraj vrste, saj so posledica vplivov okolja, prav tako kot genetskega materiala rastline. Pomembno vlogo ima lahko tudi apikalna dominanca. Plagiotropna rast je lahko tudi posledica zasenčenja v fazi mladovja. Takšna rast je pod zastorom bolj učinkovita in ima večji indeks listne površine (m^2 listov/ m^2 tal) (Roženberger, 2007). Dvovrhatost je pri bukvi pogost pojav, še posebno pri starejšem mladju ter pri osebkih, ki rastejo na odprtem. Največ dominantnih dreves smo našli v stratumu A, kar sovpada tudi z največjo gostoto bukvic. Večji delež bukovega mladja ima deformirano steblo (56 %), kar se je pokazalo tudi v Rajhenavskem Rogu (Roženberger, 2007), a vseeno tam v manjšem deležu (okoli 40 %). Pokončnih bukvic smo našli le 15 %, kar je bistveno manj kot v Rajhenavskem Rogu, kjer je bil njihov delež leta 2007 le malo manjši od 40 %. Zanimiv je tudi podatek iz tega območja iz let 2000 in 2005. Leta 2000 je bilo pokončnih osebkov ocenjenih le 15 %, kasneje 2005 pa že več kot 70 % (Perme, 2008). V naši raziskavi smo največ pokončnih osebkov našli na mikrorastišču B (25 %), kjer je količina obeh tipov sevanj velika. Delež plagiotropnih osebkov je najnižji na mikrorastišču A (22 %), najvišji pa v C (43 %). Prav tako je bilo osebkov z enoosnim terminalnim poganjkom največ na mikrorastišču B (57 %), medtem ko v stratumu C ni bilo nobenega. Sklepamo lahko, da je za kakovost bukovih mladik na obravnavanem območju ugodna kombinacija difuznega in direktnega svetlobnega sevanja. Pokončni in kakovostni osebki se pojavljajo od sredine vrzeli proti severnem delu, kjer so

pod delnim zastorom. Osebkci na robovih vrzeli, predvsem na vzhodnih in zahodnih so slabe kakovosti. Kakovost je mišljena iz antropocentrično gospodarskega vidika, kar ni vedno enako razrasti iz vidika preživetja v pragozdu.

7.5 NASTANEK IN STAROST VRZELI

Površine naših izbranih petih vrzeli znašajo od 106,74 m² do 258,15 m². Povprečna velikost je znašala 152 m². Glede na raziskavo Zeibiga s sod. Iz leta 2005 so v pragozdu Krokcar najpogostejše manjše vrzeli. Največ jih ima površino od 51 do 100 m², a tvorijo le majhen delež skupne površine. Vrzeli s površino med 200 in 600 m² zavzamejo 42 % skupne površine vrzeli. To pomeni, da imajo tudi večje vrzeli pomembno vlogo v razvojnem procesu gozda. Povprečna površina vrzeli je znašala 137 m², največja izmerjena vrzel pa je bila 833 m² (Zeibig s sod., 2005). Večina manjših vrzeli nastane zaradi podrtja enega vrzelnika. Večje vrzeli v pragozdu Krokcar so nastale zaradi podrtja treh ali več vrzelnikov. Glavni vzrok za nastanek vrzeli je odlom debla, ki pa ni samo posledica eksogenih sil (npr. vetra), temveč tudi endogenih (vpliv gliv) (Nagel in Diaci, 2006, cit. po Roženberger, 2007). Vse vrzeli v naši raziskavi so svojo sedanjo površino dobile s postopnim podiranjem vrzelnikov. Večina vrzelnikov je starih med 20 in 30 let, le za drugo vrzel lahko rečemo, da je začela nastajati kasneje. Pri vseh vrzelih je pa zagotovo minilo 10 do 15 let od zadnjih večjih širjenj.

8 ZAKLJUČEK

Raziskava razvoja mladja v vrzelih pragozda Krokar na rastišču *Isopyro-Fagetum* je pokazala, da je pomlajevanje v vrzelih dolgotrajen proces, zato so za proučevanje potrebne dolgoročne spremljave in opazovanja. Pomlajevanje bukve je uspešno, saj se gostota bukvic višjih od 50 cm in več povečuje. Nižjih osebkov je sicer manj, a je to lahko povezano s postopnim povečevanjem nadstojnega mladja ali s cikličnostjo pragozda, njihova gostota pa ni kritična. Problematična je le tretja vrzel, kjer so velike površine z malo razpršene kot tudi direktne svetlobe. Pomlajevanje javorja ni uspešno. Gostota javorjev konstantno z leti upada. Vzrok je v objedanju, slabši toleranci na skromne svetlobne razmere in morda tekmovanju z bukvijo in zelišči. Ugotovili smo velik pritisk divjadi na javorove mladice od 20 do 50 cm višine. Med zastiranjem čemaža in gostoto pomladka smo opazili negativno povezavo. Zastiranje z bukvijo se povečuje, ker so drevesca višja in imajo večjo krošnjo. Pomlajevanje z bukvijo je najbolj uspešno v osrednjih delih vrzeli z rahlo tendenco proti jugu in sicer na mikrorastišču, kjer je veliko razpršene svetlobe. Najbolj oteženo je pomlajevanje na vzhodnih in zahodnih robovih vrzeli ter pod zastorom, kjer so svetlobne razmere slabe in je konkurenca čemaža večja. Kakovostnih pokončnih bukvic z enoosnim poganjkom je največ na mikrorastišču B, kjer je velika jakost obeh tipov svetlobe. Prostorsko je to predvsem od sredin vrzeli proti severnim delom pod delnim zastorom. Ugotovili smo pozitivno korelacijo med zastiranjem fuksovega grinta (*Senecio fuchsii*) in pojavljanjem bukve. Fuksov grint je konkurenčen le v srednjem delu vrzeli, kjer so mikrorastišča tipa B. Bukev zelo hitro zapolni odprtine v krošnjah, zaradi tega je nujno potrebna ponovna meritve svetlobe, da bi dobili še bolj točne rezultate. V naši raziskavi smo uporabili meritve svetlobe in svetlobne stratume iz leta 2003. Z naraščanjem višin in dolžin mladja višinski prirastek v splošnem narašča, a je naraščanje precej manjše, kot bi lahko pričakovali. Na to zelo verjetno vplivajo skromne svetlobne razmere v naših vrzelih, čeprav je vzrokov zato lahko več. V naši raziskavi smo ugotovili negativno korelacijo med višinami in relativnim višinskim prirastkom. Vse naše vrzeli so današnjo obliko dobile s postopnim podiranjem vrzelnikov. Druga vrzel je začela nastajati pred tridesetimi ali štiridesetimi leti, druge pa od 20 do 30 let nazaj. Pri vseh vrzelih je pa zagotovo minilo 10 do 15 let od zadnjih velikih odprtin.

9 POVZETEK

V pragozdnem ostanku Krokar, ki se nahaja na jugovzhodnem delu Borovške gore v nadmorski višini med 880 in 1100 metrov, smo proučevali razvoj mladja na izbranem rastišču *Isopyro-Fagetum*. V pragozdu Krokar je zastrtost pritalne vegetacije višja kot v jelovo-bukovih gozdovih, že na pogled je gozd videti svetlejši kot na primer Rajhenavski Rog. Leta 2009 smo ponovili meritve v petih vrzelih, kjer je imela vsaka vrzel po 13 raziskovalnih ploskvic s površino 2 m². Ploskvice so bile prvič postavljene in premerjene septembra leta 1999. Ponoven popis vegetacije je bil izveden koncem julija 2003. Prav tako je v obeh omenjenih obdobjih bilo opravljeno snemanje svetlobe. Oceno zastiranja, pritalne vegetacije in preštevanje mladja drevesnih vrst smo opravili po enaki metodologiji, kot pri prejšnjih dveh meritvah. Dodali smo nekatere nove parametre, ki so se nanašali na značilnosti dominantnih drevesc ter večje število višinskih razredov. Izvedli smo še oceno starosti vrzelnikov ter jih vrisali v tloris vrzeli. Svetlobe v naši raziskavi nismo posneli, temveč smo uporabili meritve iz leta 2003. Glavni namen naloge je bil raziskati dinamiko pomlajevanja na izbranem rastišču. Zanimale so nas spremembe v zastiranju pritalne vegetacije in v gostoti pomladka, struktura poškodovanosti mladja, mikrorastišča (kombinacije direktnega in difuznega svetlobnega sevanja) ter njihov vpliv na kakovost in gostoto mladja in za konec še starost obravnavanih vrzeli.

Dobili smo zanimive rezultate, ki nam nakazujejo, da je pomlajevanje v pragozdu Krokar dolgotrajen proces. Potrdili smo domnevo, da *Allium ursinum* s svojim zastorom negativno vpliva na uspešnost pomlajevanja bukve. Bukev se z leti vedno bolj uveljavlja na sredinah vrzeli ter na mikrorastišču, kjer je veliko razpršene svetlobe. Na vzhodnih in zahodnih robovih ter pod zastorom vrzeli so svetlobne razmere slabše in konkurenca *Alliuma* večja, zato je tam pomlajevanje bolj oteženo. Gostota višjih bukovih mladik se z leti povečuje, kar nakazuje na uspešnost bukovega mladja. Javor je zaradi manjše sencodržnosti bolj občutljiv na temne razmere v pragozdu. Rezultati v naši raziskavi so pokazali, da se gostota javorjevih mladik z leti zmanjšuje. Vzrok je v objedanju, svetlobnih razmerah ter lahko še v konkurenci z bukvijo in zelišči. Rezultati poškodovanosti mladja so nam pokazali, da je bilo objedanje največje v višinah od 20 do 50 cm.

Največ pokončnih bukovih drevesc z enoosnim poganjkom je bilo na mikrorastišču, kjer je bilo dosti tako direktne kot difuzne svetlobe. Mikrorastišča tega tipa najdemo od osrednjih delov vrzeli proti severu pod delnim zastorom.

Z naraščanjem dolžin in višin višinski prirastek navadno narašča, vendar smo v naši raziskavi ugotovili negativno odvisnost relativnega prirastka z višinami dominantnih bukvic. Višinski letni prirastki so si pa pri vseh treh meritvah podobni oziroma pričakovano rahlo višji v letu 2009. V bolj osvetljenih razmerah bi bili višinski prirastki verjetno večji v zadnji meritvi.

Potrdili smo hipotezo, da so naše raziskovalne vrzeli nastajale postopoma, torej sukcesijsko in ne naenkrat. Najstarejša vrzel je začela nastajati pred tridesetimi ali štiridesetimi leti, ostale pa pred dvajsetimi oziroma tridesetimi leti. Zadnjih petnajst let pa do pomembnih odprtin v vrzelih ni prihajalo. Sklepamo lahko, da so svetlobne razmere slabše, kot pred leti, saj je znano, da bukev s svojimi krošnjami hitro zapre odprtine.

Čeprav je raziskava potekala v pragozdu, lahko nekaj zanimivih informacij uporabimo v praktične namene, vendar le v primeru, če gre za sonaravno gospodarjenje z gozdovi. Rastišče *Isopyro-Fagetum* velja gospodarsko gledano za nezanimivo, v veliki verjetnosti je največji vzrok v geografski legi. V analizi razvoja mladja v obdobju 1999-2009 se je na omenjenem rastišču v pragozdu Krokar pokazal velik potencial za razvoj javorja. Ta potencial kasneje zbledi, najbolj zaradi skromnih svetlobnih razmer, veliko pa k temu prispeva tudi objedanje divjadi. Na podobnih rastiščih v preddinarskem delu bukovih gozdov bi bilo torej smotrno pospeševati vrsto gorski javor (*Acer pseudoplatanus*), saj lahko dosega veliko ekonomsko vrednost.

Naša raziskava je pokazala največjo koncentracijo kakovostnih bukvic v delih vrzeli, kjer je bila kombinacija svetlobe takšna, da je bilo dovolj tako razpršene kot direktne svetlobe. Ti deli vrzeli so bili največkrat pod delnim zastorom. Za preživetje v pragozdu neko pokončno stebelce ne pomeni nujno najbolj ugodno obliko razrasti. Pod zastorom je plagiotropna rast lahko celo bolj učinkovita, saj pomeni večji indeks listne površine.

Informacija o pojavljanju kakovostnih drevesc je torej dobrodošla za usmeritev v kakovost pri gospodarjenju z gozdovi na podobnih rastiščih.

10 LITERATURA

Abkenar T., Keshavarz M. 2005. Influence of Light Condition on Quality and Quantity Characteristics of Beech (*Fagus orientalis* Lipsky) Sapling in North of Iran. Asian journal of Plant Sciences 4, 3: 261-263.

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. Contemporary research on regeneration patterns of Central European virgin forests with recommendation for future research = Novejše študije o obnovitvenih ciklih srednje-evropskih pragozdov ter priporočila za prihodnje raziskave. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 56: 33-53.

Brus R. 2005. Družina: *Fagaceae* – bukovke. V: Dendrologija za gozdarje: univerzitetni učbenik. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 137-142.

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, 2: 127-134.

Diaci J. 2006. Pragozdovi. V: Gojenje gozdov: univerzitetni učbenik. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 3-44.

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.

Hočevar 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.

Jandl R., Kopeszki H., Glatzel G. 1997. Effect of a dense *Allium ursinum* (L.) ground cover on nutrient dynamics and mesofauna of a *Fagus sylvatica* (L.) woodland. *Plant and Soil*, 189: 245-255

Kotar M. 2005. Zgradba, rast in donos gozda na ekoloških in fizioloških osnovah. V: Ljubljana, Zveza gozdarskih društev Slovenije, Zavod za gozdove Slovenije: 11 – 124.

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

Marinček L, Čarni A. 2002. Združba bukve in navadna polžarke, *Isopyro-Fagetum* Košir 1962. V: Komentar k vegetacijski karti gozdnih združb Slovenije v merilu 1 : 400000. Biološki inštitut Jovana Hadžija. Ljubljana, Založba ZRC SAZU: 21.

Mihok B., Galhidy L., Kenders K., Standovar T. 2007. Gap Regeneration Patterns in a Semi-natural Beech Forest Stand in Hungary. *Acta Silvatica et Lignaria Hungarica*, 3: 31-45

Mlinšek D. 1989. Pra-gozd v naši krajini. Biotehniška fakulteta. Ljubljana, VTOZD za gozdarstvo: 157 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.

Poročilo Zavoda za gozdove Slovenije o gozdovih za leto 2008.

http://www.zgs.gov.si/fileadmin/zgs/main/img/PDF/LETNA_POROCILA/Porgozd08a_VI_ada.pdf (27.07.2010)

Roženbergar D. 2007 Vpliv svetlobe na razrast bukovega mladovja v gospodarkem 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, samozal:108 str

Roženbergar 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

Standovar T. 2003. A review on natural stand dynamics in beechwoods of east central Europe. *Applied Ecology and Environmental research*, 1, 1/2: 19-46

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

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 and Landscape research*. 79, 1/2: 69-80

ZAHVALA

Zahvaljujem se Tomažu Adamiču za statistično obdelavo podatkov, strokovno pomoč pri obrazložitvi rezultatov ter še za vso ostalo pomoč pri zbiranju informacij o prejšnjih meritvah.

Zahvaljujem se mentorju prof. dr. Juriju Diaciju za strokovno podporo, usmerjanje pri pisanju naloge, vse konstruktivne popravke in zanimive pogovore.

Zahvaljujem se prof. dr. Andreju Bončini za temeljito recenzijo naloge in utemeljene pripombe.

Zahvaljujem se še vsem, ki ste mi pomagali pri terenskem delu.