

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

Blaž KLOBUČAR

**VPLIV PROPADANJA JELKE (*ABIES ALBA* MILL.)
TER OBJEDANJE JELENJADI IN SRNJADI
(*CERVIDAE* L.) NA POMLAJEVANJE DREVESNIH
VRST V KOČEVSKEM ROGU**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2013

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

Blaž KLOBUČAR

**VPLIV PROPADANJA JELKE (ABIES ALBA) TER OBJEDANJE
JELENJADI IN SRNJADI (CERVIDAE) NA POMLAJEVANJE
DREVESNIH VRST V KOČEVSKEM ROGU**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**THE EFFECT OF SILVER FIR (ABIES ALBA MILL.) DECLINE AND
DEER BROWSING (CERVIDAE) ON TREE REGENERATION IN
KOČEVSKI ROG**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2013

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija gozdarstva. Opravljeno je bilo na katedri za gojenje gozdov Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Komisija za študijska in študentska vprašanja Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire BF je dne 12. 12. 2012 sprejela temo in za mentorja diplomskega dela imenovala doc. dr. Thomasa Andrewa Nagla za recenzenta pa doc. dr. Klemna Jerino

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.

Blaž Klobučar

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	GDK 228.81:451(497.4Kočevski Rog)(043.2)=163.6
KG	pragozd/jelenjad/srnjad/jelka/javor/bukev/mladje/Kočevski Rog/vrzeli
KK	
AV	KLOBUČAR, Blaž
SA	NAGEL, Thomas Andrew (mentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire
LI	2013
IN	VPLIV PROPADANJA JELKE TER OBJEDANJA JELENJADI IN SRNJADI NA POMLAJEVANJE DREVESNIH VRST V KOČEVSKEM ROGU
TD	Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP	VII, 42 str., 11 pregl., 19 sl., 0 pril., 23 vir.
IJ	Sl
Jl	sl/en
AI	Namen diplomskega dela je preučiti vzajemno delovanje dveh motenj, ki vplivata na pomlajevanje: nastanka vrzeli zaradi odmiranja jelke in objedanja jelenjadi in srnjadi na pomlajevanje v Kočevskem Rogu. Za raziskovalni objekt je bil izbran Rajhenavski pragozd. Sedanje stanje podmladka so primerjali s stanjem v letu 1984. Za primerjavo je bila analizirana sestava mladja v bližnjih ogradah izven pragozda. Ugotovljeno je, da je Rajhenavski pragozd močno izpostavljen selektivnemu objedanju predvsem jelenjadi, gostota jelk je 132 rastlin/ha, gostota javorja je 212 rastlin/ha, medtem ko je gostota buke 13928 rastlin/ha. V ograjah v bližini so rezultati močno razlikujejo: bukev 8627 rastlin/ha, jelka 4993 rastlin/ha, javor 8007 rastlin/ha. Gostota jelenjadi se je povečala v zadnjih 50 letih in območje Rajhenavskega pragozda ji zagotavlja ugodne habitatne razmere. Na dolgoročno vrstno zgradbo in na zmanjšanje števila vrst v Kočevskem Rogu bo vplival vrstno-specifični odziv na več različnih, medsebojno vplivajočih motenj in okoljskih dejavnikov.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN	Dn
DC	FDC 228.81:451(497.4Kočevski Rog)(043.2)=163.6
CX	virgin forest/old-growth forest/beesh/fir/canopy gaps/maple/red deer/roe deer/browsing/Kočevski Rog
CC	
AU	KLOBUČAR, Blaž
AA	NAGEL, Thomas Andrew (supervisor)
PP	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
PB	University of Ljubljana, Biotechnical faculty, Department of forestry and renewable forest resources
PY	2013
TI	The effect of silver fir (<i>Abies alba</i> Mill.) decline and deer browsing (<i>Cervidae</i>) on the regeneration of tree species in Kočevski Rog
DT	Diplomsko delo (university studies)
NO	VII, 42 p., 11 tab., 19 fig., 0 ann., 23 ref.
LA	Sl
AL	sl/en
AB	The purpose of this research was to study the mutual effects of fir decline and deer browsing on tree regeneration in Kočevski Rog. The first part of the study was conducted in an old-growth forest of Rajhenav. The current number of tree saplings and seedlings was compared to the data from 1984. To further compare, an identical study was performed in the fenced areas in the vicinity of Rajhenav forest, where the effect of deer browsing is eliminated. The conclusion is that Rajhenav old-growth forest is under severe selective browsing pressure. The density of fir seedlings is 132/ha, the density of maple seedlings is 212/ha, while the average beech density is 13928/ha. The numbers in fences are significantly different: 8627 beech saplings and seedlings/ha, 4993/ha for fir and 8007/ha for maple. The population density of deer has rapidly increased in the past 50 years and the Rajhenav old-growth forest provides a favorable habitat conditions. The long-term tree species distribution and reduced diversity resulted from species-specific responses to interacting disturbances and environmental factors..

KAZALO

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO	V
KAZALO PREGLEDNIC	VI
KAZALO SLIK	VII
1 UVOD	1
2 Pregled objav	3
3 Cilji raziskovanja in delovne hipoteze	9
4 Predstavitev objekta raziskave	10
5 Metode dela	14
5.1 Metoda dela v Rajhenavskem pragozdu	14
5.2 Metoda dela v ogradah	17
6 Rezultati	19
6.1 Rezultati v Rajhenavskem pragozdu	19
6.2 Rezultati v ogradah	24
6.2.1 Oddelek 74	24
6.2.2 Oddelek 67	25
6.2.3 Oddelek 36	27
6.2.4 Oddelek 28	28
6.2.5 Oddelek 29	29
6.2.6 Ograde skupaj	31
6.3 Primerjava z Rajhenavskim pragozdom	34
7 Razprava in sklepi	36
8 Povzetek	40
9 Viri	43
ZAHVALA	46

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Število jelk na hektar glede na višinski razred (vir: Hartman, 1984).....	20
Preglednica 2: Število bukev na hektar glede na višinski razred (vir: Hartman, 1984).	20
Preglednica 3: Število javorjev na hektar glede na višinski razred (vir: Hartman, 1984)...	20
Preglednica 4: Število drevesnih vrst na hektar glede na višinski razred.....	22
Preglednica 5: Število drevesnih vrst na hektar glede na jakost zastrtosti.	22
Preglednica 6: Splošne značilnosti ograd.	24
Preglednica 7: Število drevesnih vrst na hektar glede na višinski razred v oddelku 74.....	24
Preglednica 8: Število drevesnih vrst na hektar glede na višinski razred v oddelku 67.....	26
Preglednica 9: Število drevesnih vrst na hektar glede na višinski razred v oddelku 36.....	27
Preglednica 10: Število drevesnih vrst na hektar glede na višinski razred v oddelku 28....	28
Preglednica 11: Število drevesnih vrst na hektar glede na višinski razred v oddelku 29....	29
Preglednica 12: Vrednosti p po Mann-Whitney testu za različne drevesne vrste	35

KAZALO SLIK

Slika 1: Gozdna cesta v GGE Rog, v ozadju Veliki Rog (foto: B. Klobučar).	10
Slika 2: Panj podrte jelke (foto: B. Klobučar).	11
Slika 3: Oznaka za pešpot mimo Rajhenavskega pragozda (foto: B. Klobučar).	12
Slika 4: Razporeditev ploskev po Rajhenavskem pragozdu (vir: Google Earth, 2013).	15
Slika 5: Razporeditev ograd v GGE Rog (foto: B. Klobučar).	17
Slika 6: Stanje podmladka v ogradi (foto: B. Klobučar).	18
Slika 7: Jelka z izrazitimi znamenji objedanja (foto: B. Klobučar).	19
Slika 8: Grafikon števila jelk na ograjeni in kontrolni ploskvi (Nagel, 2013).	21
Slika 9: Grafikon števila bukev na ograjeni in kontrolni ploskvi (Nagel, 2013).	21
Slika 10: Objedenost dreves glede na višino.	23
Slika 11: Pomlajevanje javorja v ogradi v oddelku 67 (foto: B. Klobučar).	25
Slika 12: Pomlajevanje javorja v ogradi v oddelku 28 (foto: B. Klobučar).	28
Slika 13: Pomlajevanje jelke v ogradi v oddelku 29 (foto: B. Klobučar).	30
Slika 14: Pomlajevanje v ogradah glede na drevesno vrsto in višino.	31
Slika 15: Pomlajevanje v ogradah glede na jakost zastora po drevesnih vrstah.	32
Slika 16: Pomlajevanje v ogradah glede na jakost zastora po višinskih razredih.	33
Slika 17: Primerjava pomlajevanja v ograjah in v Rajhenavskem pragozdu (RP) glede na jakost zastora.	34
Slika 18: Gostota jelenjadi in srnjadi pred letom 1984 (vir: Jerina, 2013).	37
Slika 19: Gostota jelenjadi in srnjadi po letu 1984 (vir: Jerina, 2013).	37

1 UVOD

Edina konstanta v gozdnem prostoru je sprememba. Na gozd lahko gledamo kot na dinamični sistem ali celo kot na živi organizem. Sistem, ki veže osnovne kemijske elemente in jih vgrajuje v kompleksnejše komponente, ki so njegovi gradniki. Dinamika tega sistema je ciklične narave in tekom časa prehaja v različne stadije. Gozd lahko vztraja v določeni obliki tudi dolgo časa, ker ima sposobnost notranjega ohranjanja stabilnega, konstantnega stanja (homeostaza). Dogodke, pri katerih pride do sprememb stanja, so poimenovane motnje. Motnje uveljavljajo močan vpliv na vrstno strukturo sestojev. Sama beseda motnja ima zaradi človeške percepcije koristnega negativen predznak.

Na gozd smo navajeni gledati predvsem z vidika lesne proizvodnje in kot sredstvo za zagotavljanje blaginje. Poleg tega, pa na gozd gledamo s časovne perspektive človeškega življenja, čeprav lahko faze v razvoju gozda trajajo mnogo dlje. Motnje torej negativno vplivajo na zmožnost proizvodnje gozdnih dobrin in so nezaželene z antropocentričnega vidika.

Ta diplomska naloga se osredotoča na dva dejavnika, ki bi lahko vplivala na zgradbo in dinamiko sestojev:

- objedanje jelenjadi in srnjadi,
- nastanek vrzeli zaradi obsežnega odmiranja jelke v drugi polovici dvajsetega stoletja.

Sočasno pa nas zanima kako ta dva dejavnika vzajemno vplivata na obnovo gozda, katere so bile značilnosti obnove v preteklosti in kakšna bo prihodnja zgradba mešanih, bukovo-jelovih sestojev.

Za proučevanje smo izbrali pragozdni ostanek Rajhenavski pragozd. Sam pragozd je zelo obremenjen s pritiskom objedanja divjadi in o dinamiki razvoja v akademskih krogih kroži kar nekaj scenarijev in razlogov zanje. Človeški vpliv pa je omejen na raziskovalne ploskve in ekskurzije po označenih poteh.

Podatke o pomlajevanju v preteklosti smo primerjali s svežimi podatki. Za primerjavo pa je bilo smiselno izbrati sorodna rastišča v neposredni okolici, ki niso v tolikšni meri podvržena objedanju.

V zadnjem času je vse več raziskav na temo klimatskih sprememb. Trendi zadnjih desetletij ekstrapolirano kažejo, da se povprečne temperature dvigajo in suše zaostrejejo. Tudi to je ena izmed problematik s katero se sooča moderna gozdarska stroka. Izdelanih je že več modelov prihodnjega razvoja gozdov, ki temeljijo na ekološki amplitudi drevesnih vrst, katere smo pregledali v nadaljnjem besedilu in poskušali ugotavljati kaj bi to lahko pomenilo za gozdove Kočevskega Roga.

To diplomsko delo hoče prikazati znake, ki kažejo na prihodnji razvoj celostnega gozdnega prostora.

2 PREGLED OBJAV

Ammer (1996) je preučeval vpliv sodoprstih kopitarjev na naravno obnovo gozdov v Bavarskih Alpah. Brez objedanja je rast in vrstna sestava v največji meri odvisna od svetlobnih razmer v sestoji, ki pa so odvisne od različnih gojitvenih ukrepov. Na posekanih ploskvah sta višina in višinski prirastek vse bolj odvisna od znotraj-vrstne in medvrstne konkurence. Zabeležen je bil visok delež poškodovanih jelk in javorjev. Stopnja preživetja jelke je bila drastično zmanjšana. Pri vseh vrstah, razen smreki, je bil višinski prirastek drastično zmanjšan. Ocenjena je bila velika izguba biomase. Posledično so se procesi, ki prožijo motnje, med mladjem spremenili, konkurenca je še vedno prisotna, vendar ne več tako pomembna.

Bigler (2005) je preučil medsebojne odnose motenj. Motnje (požari, gradacije žuželk, vetrolomi) so pomemben dejavnik pri oblikovanju subalpskega gozda v Skalnem gorovju. V članku je analiziran skupni učinek motenj, sedanje vegetacije in topografije na prostorsko variabilnost stopnje jakosti požara, ki je prizadel območje 4500 ha predalpskega gozda med sušo leta 2002 v SZ Coloradu. Najpomembnejši napovedniki jakosti požara v prihodnosti so: struktura sestojev, tip gozdnega rastja, požari v 19. stoletju, in nadmorska višina. Ta študija pokaže, da so razmere v sestoji pred požarom pomemben dejavnik za jakost požarov, tudi v obdobju izrednih suš.

Bončina (1999) v članku opiše razvoj Rajhenavskega pragozda v preteklih stoletjih. Podatki so pridobljeni iz prvih zapisov iz leta 1893, iz polnih premerb v letih 1957-1995, ter iz gozdnih inventur na izbranih stalnih vzorčnih ploskvah v letu 1985 in 1995. Potrjena je bila domneva o zamenjavi prevladujoče drevesne vrste, jelko izpodriva bukev. Najnižji delež jelke v lesni zalogi je bil leta 1893 (27 %), najvišji leta 1967 (61 %), do leta 1995 pa pade na 57 % in vsa znamenja kažejo na zmanjševanje tega deleža v prihodnosti. Lesna zaloga ostaja vseskozi praktično enaka, večje spremembe pa je doživela debelinska struktura. Analiza sprememb v horizontalni strukturi kaže na zmanjševanje optimalne faze pragozda in na povečevanje inicialne in terminalne faze.

Bornšek (2009) je proučeval razvojno dinamiko vrzeli, obnovitvene cikle ter izvedel terestično analizo vrzeli v pragozdu Rajhenavski Rog. V severnem delu pragozdnega ostanka je bilo zabeleženih 87 vrzeli in 377 vrzelnikov (odmrla drevesa, ki povzročajo vrzeli). Z analizo je ugotovil, da prevladujejo majhne vrzeli z 2 do 5 vrzelniki. Razvoj pragozda gre v smeri bukovega gozda, ker delež jelke med vrzelniki narašča. Pomlajevanje poteka malopovršinsko v jedrih, kjer v podrasti močno prevladuje bukev.

Božić (2005) je objavil članek, ki raziskuje možnost ocenjevanja vitalnosti jelke z uporabo multi-variatnih regresijskih modelov s funkcijo geomorfoloških, klimatskih in sestojnih faktorjev. Raziskava je bila izvedena v bukovo-jelovih sestojih na apnenčasto-dolomitni matični podlagi v Dinarskem delu rastišča jelke v Republiki Hrvaški.

Bradshaw (2003) je preučeval kako fosilni ostanki vegetacije in kopitarjev oblikujejo trenutne razmere in trende v širši časovni okvir. Vzajemni odnosi med kopitarji in rastlinstvom v zadnjih 500.000 letih so bili v največji meri odvisni od klimatskih variacij ledeniškega in med-ledeniškega cikla. V vsakem zmernem obdobju so obstajale favne značilne za to obdobje, kateremu je sledilo zmanjšanje števila vrst. Podnebne spremembe in človeška aktivnost so medsebojno vplivale predvsem na pospešeno izumiranje vrst v tej zmerni dobi. Ta edinstven tok dogodkov ima za posledico, da ne moremo prepoznati nobenih »temeljnih« zakonitosti.

Busby (2008). Ta članek ocenjuje zgodovino in dinamiko gozdov, kjer prevladuje *Fagus grandifolia* na obali severovzhodnih držav ZDA, da bi proučili vlogo mnogih motenj v razvoju. Podrobni zgodovinski in dendrokronološki podatki so bili uporabljeni za rekonstrukcijo zgodovine motenj in trendov vrstne zgradbe za 300 let in več. V obdobju naselitve Evropejcev je bilo obravnavano območje poraslo z mešanimi gozdovi dreves iz družin *Quercus*, *Carya*, *Fagus*, *Pinus*. Intenzivna sečnja v 19. stol. je povzročila obilno zaraščanje *Q. alba*, *Q. velutina* in *F. grandifolia*. Kasneje sta bila sečnja in požiganje omejena, ampak ponavljajoči se srednje močni viharji so omogočili boljše pogoje za rast v podrasti vrsti *F. grandifolia*. Velik vihar leta 1944, ki ga je spremljalo močno objedanje rastlinojedov, je še dodatno pospeševal razvoj dominance *Fagus*. Sencozdržnost v kombinaciji s prilagodljivimi regeneracijskimi strategijami in nizko okusnostjo za

hranjenje jelenjadi, je dodatno prispevala k obilju *Fagus*. Tako lahko trdimo, da je na dolgoročno vrstno zgradbo in na zmanjšanje števila vrst vplival vrstno-specifični odziv na več različnih, medsebojno vplivajočih motenj.

Camarero (2011) je preučeval ali je propadanje jelke v J Pirenejih posledica sečnje v preteklosti v kombiniraciji s toplotnim stresom. Analizirali so okoljske, strukturne in zgodovinske spremenljivke na nivoju sestojev in dreves. Za rekonstrukcijo zgodovinske sečnje in učinka segrevanja so uporabili dendro-ekološki pristop. Propadanje jelke je bilo bolj pogosto in bolj razširjeno v zahodnih, nižje ležečih, mešanih gozdovih, kjer so prevladovala manjša in počasi rastoča drevesa. Ta območja so bila podvržena večjim vodnim primanjkljajem kot V območja, kjer se je pokazalo, da so padavine v poznem poletnem obdobju ključne za boljšo rast jelke. Propadajoča območja so pokazala pogostejšo sproščenost zaradi sečnje v preteklosti. Sklepamo, da je povišanje biomase zaradi intenzivne sečnje povišalo občutljivost jelk na pomanjkanje padavin v poznem poletnem obdobju.

Davies (2009) ugotavlja, da je zgodovinski režim motenj pogosto obravnavan kot kritični element pri ohranjanju naravnih rastlinskih združb. Toda odziv združb na motnje je lahko temeljno spremenjen zaradi invazivnih rastlin, klimatskih sprememb in prejšnjih motenj. Primernost preteklih vzorcev motenj pod sodobnimi razmerami in interakcijami med motnjami je problem, ki se ga morajo lotiti ekologi, da bi zaščitili in obnovili naravne rastlinske združbe. Ocenjevali so odziv rastlinske združbe na zgodovinski režim motenj, v primerjavi z ostalimi režimi motenj. V preteklosti je bil ta režim motenj periodični požari z minimalnim objedanjem velikih rastlinojedcev. Predmet raziskave je bil tudi vpliv prejšnjih motenj (objedanje) na odziv po naslednji motnji (požig). Postopki so bili sledeči: (1) neobjedeno od leta 1936 in nepožgano, (2) objedeno in nepožgano, (3) neobjedeno in požgano v letu 1993 in (4) objedeno in požgano. Neobjedeno in požgano je postopek, ki najbolje ponazarja pretekli režim. Poraslost, gostota, in produkcija biomase so bili izmerjeni v 12., 13., in 14. letu po požigu. Pred požigom je bila prisotnost tujerodne travne vrste *Bromus tectorum* minimalna (0,5 % poraslosti) in rastlinske lastnosti so bile podobne med objedenimi in neobjedenimi ploskvami, razen količina opada je bila skoraj dvakrat višja na neobjedenih ploskvah. Dolgotrajna izključitev objedanja, ki ji sledi požig, ima za

posledico znatni vdor *B. tectorum*, medtem ko požig objedenih ploskev ni povzročil vdora. Neobjedena in požgana ploskev je imela manj trajnic od ostalih ploskev. Večja količina opada (gorivo) je verjetno povzročila večjo smrtnost trajnic na neobjedenih, kot na objedenih ploskvah. Rezultati kažejo na to, da pretekle motnje močno vplivajo na odziv rastlinskih združb na sledeče motnje in kažejo na to, da motnje nizke jakosti povečujejo odpornost na večje motnje. Sodobna odstopanja od preteklih pogojev lahko spremenijo odziv na motnje. Vzpostavitev preteklega režima motenj verjetno ni primerna strategija za vse ekosisteme.

Diaci in sodelavci (2011) so analizirali strukturno dinamiko v 15-ih bukovo-jelovo-smrekovih pragozdovih v Sloveniji, Hrvaški, Slovaški in Bosni in Hercegovini. Spremembe v porazdelitvi premerov, sestojnih kazalcev in zaraščanju so bile analizirane v intervalu med 6 in 116 let. Večina porazdelitev prsnega premera ima sigmoidno obliko, kar lahko pojasnimo z razlikami v rasti in mortaliteti glede na debelinski razred in zgodovino motenj. Rezultati kažejo, da različni tipi motenj povzročajo različne spremembe v porazdelitvi premerov. Nakloni pripadajočih krivulj za premere so bili strmejši za bukev, kar je rezultat različnih življenjskih strategij. Navkljub motnjam je temeljnica ostala dolgoročno stabilna. Istočasno je bil potrjeno propadanje jelke, ki je bilo izrazitejše v Sloveniji in na Slovaškem, zaradi večje prisotnosti SO₂ in sodoprstih kopitarjev. Odsotnost jelke v mladju je zelo pogosta v obeh državah. Rezultati kažejo na to, da človeške motnje, še posebej onesnaženje in prekomerno objedanje (zaradi namnožitve populacij jelenjadi in srnjadi), v veliki meri vplivajo na soobstoj bukve in jelke in da so neistočasne, neenotne spremembe v vrstni zmesi nadomestile obsežnejše, sočasne spremembe.

Didion (2009) je raziskoval dolgotrajne posledice objedanja divjadi. V mnogih državah upravljanje z rastlinojedi cilja na stalno gostoto živali, medtem ko v naravnih populacijah število osebkov niha skozi čas. Posledice stalnega števila divjadi v primerjavi z nihajočim številom živali na ekosistem so v večji meri neraziskane. Nedoločene so tudi vrednosti gostote divjadi, ki bi bile ustrezne z gozdarskega vidika. Iz raziskav sklepamo, da objedanje lahko povzroči spremembe v strukturi in postavitvi zaraščanja dreves. Poleg tega pa povzročijo tudi dolgoročne spremembe v krovu sestoja. Upravljanje z divjadjo na način vzdrževanja stalnega števila živali lahko vpliva na pomlajevanje.

Gill (1992) proučuje vzroke za objedanje, lupljenje in drgnjenje dreves, ki ga povzročajo veliki rastlinojedi parkljarji. Drevesne vrste se razlikujejo po ranljivosti in različne poškodbe se pojavijo v različnih starostih in velikostih. Oblika debla je pomemben dejavnik pri lupljenju debla. Debelejše veje in debelejša skorja na nižjem delu debla odvrneta živali od lupljenja. Dejavniki rastišča (podrast, sneg, produktivnost) tudi vplivajo na škodo. Podatki za primerjavo gostote divjadi v povezavi s škodo so netočni in obstaja potreba po izboljšanju metod za ocenjevanje gostote divjadi za prikaz učinkov odstrela v različnih habitatih.

Hester (2000) je napravil pregled metod uporabe kontroliranega objedanja rastlinojedov za namene raziskav in upravljanja v gozdnih sistemih. Poudarek je na študijah opravljenih v živalskih oborah, v severozahodni Evropi. Študije so pokazale, da veliki rastlinojedi (divji in udomačeni) močno vplivajo na strukturo in dinamiko gozda. Glede na preučene raziskave so prišli do zaključka, da je prag intenzivnosti objedanja premalo preučen. Zatorej ni možno definirati primerne tehnike upravljanja objedanja za določen cilj. Potreba po le-tem znanju pa zagotovo obstaja, še posebej v državah z majhnim deležem naravnih gozdov.

Husheer (2003) je proučeval gozdove na Novi Zelandiji, kjer je dominantna drevesna vrsta *Nothofagus fusca*. Ti gozdovi so se razvili v odsotnosti rastlinojedih sesalcev. Namerno vpeljevanje jelenjadi priseljencev v 19. stoletju je povzročilo nenaden upad v obilnosti užitnih zeliščnih in grmovnih vrst, toda daljnosežne posledice objedanja jelenjadi ostajajo v večji meri neraziskane. V tej študiji so uporabili podatke s stalnih vzorčnih ploskev, ki so bile del dveh različnih raziskav v južnem in severnem delu gozdnega parka Kaimanawa (centralni južni otok). Cilj raziskave je bil pridobiti boljši vpogled na dolgoročne posledice vpliva jelenjadi na gozdove *Nothofagus*. V severnih gozdovih s prevladujočimi vrstami *N. fusca*, *N. menziesii* in *Weimannia racemosa* je bilo opaženo povečanje mladja neužitnih vrst, medtem ko so imele užitne vrste težave s pomlajevanjem. V južnem delu proučevanega območja se je zgradba podrasti nagnila v korist vrst, ki so bolj odporne na objedanje.

Koda in Fujita (2011) sta proučevala relacijo med gostoto sodoprstih kopitarjev in njihovim vplivom na gozdni ekosistem. Da bi ocenila to razmerje, sta raziskovala gostoto populacije jelenjadi in drevesnih mladice v šestih gozdovih z različno gostoto jelenjadi. Pogostost hranjenja je bila uporabljena kot indikator objedanja rastlinojedov. Užitno mladje je kazalo na visoko pogostost hranjenja in je postalo redko v območjih z veliko parkljarji, medtem ko so neužitne vrste kazale na nizko pogostnost hranjenja, ki se je povečevala z gostoto populacije. Pogostost hranjenja v mladju se je nehala povečevati pri gostoti med 0,24-0,32 (več kot 20 živali na km²). Ti podatki kažejo na to, da se jelenjad ob pomanjkanju užitnih rastlin raje začne prehranjevati z listnim opadom, kot z neužitnimi vrstami. Torej gre za očitno nelinearno zvezo med gostoto parkljarjev in objedanjem gozdnega rastlinja zaradi spremembe prehranjevanja parkljarjev. Zatorej je vpliv parkljarjev na rastlinstvo potrebno oceniti ne samo z velikostjo populacije, ampak tudi z vidika intenzivnosti objedanja.

Perme (2008) je v svojem diplomskem delu na trajnih vzorčnih ploskvah v sklopu projekta NAT-MAN ocenjeval več sestojnih dejavnikov v vrzelih. Ploskve so se nahajale v pragozdu Rajhenavski Rog. Analiza je pokazala, da se je delež mladja v prekritosti tal povečal. Gostota in dominantnost bukve se je povečala. Mladje jelke in javorja se ne pojavlja v razredih nad 50 cm. Povečale so se gostote v robnih delih vrzeli, kar kaže na prilagojenost dominantnih drevesnih vrst na skromne svetlobne razmere.

Yrška (2006) je raziskovala obnovitveno dinamiko severnega dela Rajhenavskega pragozda s kartiranjem razvojnih faz. Primerjava s podatki iz leta 1984 je pokazala velike spremembe v horizontalni zgradbi. Večinski delež je prešel iz optimalne faze v inicialno fazo pod zastorom. Izrazita je postala malo-površinskost obnove, kar je primerljivo z ostalimi gozdnimi rezervati pri nas in v tujini.

3 CILJI RAZISKOVANJA IN DELOVNE HIPOTEZE

Cilj te diplomske naloge je predstavitev motenj in njihovega vzajemnega delovanja. Za doseg tega cilja smo uporabili naslednje metode:

- primerjava podatkov z Rajhenavskega pragozda s podatki pridobljenimi v ogradah,
- primerjava s podobnimi raziskavami v preteklosti,
- pregled literature, domače in tuje,
- ugotavljanje vpliva svetlobe in vrzeli na pomlajevanje,
- ugotavljanje trendov in dinamike pomlajevanja v Kočevskem Rogu.

Delovne hipoteze

- na ploskvah z več svetlobe je pomlajevanje močnejše,
- predstavniki družine *Cervidae* raje objedajo jelko in plemenite listavce kot bukev
- mladje, ki je vzklilo zaradi velike količine svetlobe v gozdu zaradi propadanja jelke v preteklosti, je sedaj preraslo v goščo ali letvenjak, zato je velik del pragozda Rajhenavski Rog pod zastorom

4 PREDSTAVITEV OBJEKTA RAZISKAVE

Kočevski Rog je kraško višavje, ki se nahaja med dolino reke Krke na vzhodni strani in Kočevskim poljem na zahodni strani. Ima značilno dinarsko slemenitev (SZ-JV), vendar ni povezano z Dinaridi. Je izraziti visoki kras, brez izvirov in površinskih tekočih voda. Spada k dolensko-notranjskim mezozojskim grudam. Ves Kočevski Rog je ostanek nekoč prostranega pliocenskega ravnika (Hartman, 1984).



Slika 1: Gozdna cesta v GGE Rog, v ozadju Veliki Rog (foto: B. Klobučar).

Gozdovi na tem območju so ostali razmeroma nedotaknjeni vse do 13. stoletja, ko so začeli frankovski plemiči na območje sistematično preseljevati prebivalce nemškega rodu, t. i. »kočevarje«. Ti so sprva naselili v ravninah, kasneje pa so zaradi prostorske stiske prodrli tudi na višje ležeče predele. Kočevski gozdovi so skozi stoletja fevdalne vladavine zamenjali dosti lastnikov, ki so jih povečini uporabljali za lov in v manjši meri za lesne proizvode. Po letu 1859 se je lastništvo gozdov uredilo po cesarskem patentu o zemljiški odvezi. Velik del gozdov, predvsem pa kmetijske površine in pašniki, so v lastništvo dobili

lokalni prebivalci, dobršen del gozdov Kočevskega Roga, pa je pristal v rokah nemške plemiške rodbine Auersperg (Hartman, 1984).

Med leti 1892 – 1931 je delovala žaga na Rogu, ki je bila največja žaga na tem območju. Lastniki Auerspergi so jo oddajali v najem. Žaga je delovala na paro in oskrba z vodo je predstavljala precejšen problem na kraškem terenu. Na lokaciji so še dandanes vidni zbiralni bazeni, v katere se je z vseh poslopij stekala deževnica. Zaradi lažjega transporta je bilo smiselno les razžagati na manjše sortimente pred transportom v dolino. Transport se je nato nadaljeval po železnici (Hartman, 1984).



Slika 2: Panj podrte jelke (foto: B. Klobučar).

Za izdelavo ureditvenih elaboratov gozdov, ki so bili v posesti Auerspergov je bil odgovoren Leopold Hufnagl. Prvi tovrstni načrt je bil izdelan že leta 1894. Načrt je bil za tedanje čase zelo napreden, saj je uvedel sonaravnejše »prebiralno« gospodarjenje, ki je nasprotje tedaj uveljavljeni klasični šoli golosečnega upravljanja z gozdovi. Načrt predstavlja pomemben mejnik v zgodovini načrtovanja gozdov na območju Slovenije in začetek naravovarstva in ohranjanja gozdov na tem območju. Že v prvotnem načrtu je bilo

izločenih 300 ha skupne površine gozdov, ki so bili prepuščeni naravnemu razvoju in so bili že v načrtu poimenovani kot pragozdovi. Pragozdovi so se ohranili vse do druge svetovne vojne. V povojnih letih pa so sekali tudi v teh oddelkih, tako da so se ohranili le precej okrnjeni deli.



Slika 3: Oznaka za pešpot mimo Rajhenavskega pragozda (foto: B. Klobučar).

Pragozd Rajhenavski Rog je izločen kot pragozdni rezervat, označen kot oddelek 31, ki obsega 51,14 ha. Poimenovan je po kočevarski vasi Rajhenav. Leži med 850 in 920 m nadmorske višine.

Po srednjeevropski raziskovalni metodi členimo pragozd na življenjske ali razvojne faze (Diaci, 2006). Za kriterije uporabljamo bistvene značilnosti videza: višina dreves, lesna zaloga, količina lesnih ostankov, pomladek, sklenjenost krošenj, vitalnost. Ločimo:

- optimalno fazo,
- terminalno fazo (podfazi staranja in razpadanja),
- inicialno fazo,
- prebiralno fazo.

V optimalni fazi prevladujejo vitalna, močno zakoreninjena drevesa z visokim prirastkom. Sestoj je enakomerno zastrt in drevesa so po višini izenačena. Preraščanje med socialnimi sloji je minimalno, zakrnelo je pomlajevanje. Površina te faze je tesno povezana z jakostjo in pogostnostjo naravnih motenj. Optimalna faza lahko v naravnih gozdovih prevladuje, zaradi motenj malopovršinskega tipa. V bukovo-jelovih gozdovih lahko traja 200 let in več.

Terminalno fazo ločimo na fazo staranja in fazo razpadanja. V podfazi staranja začne nosilnim drevesom izrazito upadati življenjska moč in se pojavijo zunanji patološki znaki. Opazna je le v posamičnih točkah. Za podfazo razpadanja pa je značilna velika labilnost in večja izpostavljenost za nadaljnje delovanje naravnih motenj, ter zmanjševanje lesne zaloge, razpadanje zgradbe sestoja, naraščanje razkrojevalcev, nastajanje vrzeli, postopno uveljavljanje inicialne faze.

Inicialna faza najpogosteje sledi terminalni fazi. Pojavi se tam, kjer do tal pride dovolj svetlobe za rast mladja. Zato ločimo inicialno fazo pod zastorom in sproščeno inicialno fazo, ki nastane v vrzelih. Nova generacija gozda se razvije v tesni povezavi s starimi drevesi, ki zagotavljajo hranila, vodo, zavetje. Razvoj mladja se prilagaja hitrosti razpadanja starega sestoja.

Prebiralna faza se pojavlja redko in najpogosteje jo najdemo na rastiščih, kjer prevladujejo mešani sestoji. Pojavi se pri malo-površinskem razpadanju, ko v novih vrzelih že čakajo senco-zdržne vrste, da jih hitro zapolnijo. Je trajna oblika gozda, v tej fazi lahko sestoj vztraja zelo dolgo (Diaci, 2006).

5 METODE DELA

Eden najpomembnejših podatkov za analizo sprememb v sestoji in prihodnjega razvoja je stanje podmladka (Diaci, 2010 in Bončina, 1999). Za analizo smo uporabili metodo, ki jo je uporabila skupina pod vodstvom prof. dr. Mlinška in ki je analizirala razmere v Rajhenavskem pragozdu že leta 1984. Uporaba identične metode je smiselna, ker so nam ti podatki služili za prikazovanje sprememb, ki so nastale v tem času. Mrežo vzorčnih ploskev na katerih smo zbirali podatke je postavil dr. Thomas Nagel s Katedre za gojenje gozdov na Biotehniški fakulteti, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, ki je metodo v majhni meri prilagodil za naše potrebe.

Delovni pripomočki na terenu:

- trasirni palici,
- busola,
- dolžinski trakovi,
- zemljevid z lokacijo ploskev,
- obrazec za beleženje podatkov.

5.1 METODA DELA V RAJHENAVSKEM PRAGOZDU

V pragozdu smo postavili mrežo vzorčnih ploskev. Ploskve so bile postavljene na presekih v smeri vzhod-zahod. Središča ploskev so bila 50 m narazen, enaka je bila tudi razdalja med posameznimi preseki v smeri sever-jug. Središče je bilo označeno z začasno oznako, ki smo jo kasneje odstranili, da smo zmanjšali naš odtis v okolju. Ploskve so bile kvadratne, s površino 50 m². Število ploskev v Rajhenavskem pragozdu je bilo 50. Za izhodišče je bil izbran JZ vogal rezervata (T00). Relativno na izhodišče so bile določene preostale točke.



Slika 4: Razporeditev ploskev po Rajhenavskem pragozdu (vir: Google Earth, 2013).

Po robovih vsake posamične ploskve smo razprostrli dolžinske metre, tako smo lahko natančno določili robove ploskve. Znotraj te ploskve smo evidentirali vsa mlada drevesa do prsnega premera 10 cm. S pomočjo višinskih oznak na trasirni palici smo jih razdelili v naslednje višinske razrede:

- 10 cm – 50 cm,
- 50 cm – 1 m,
- 1 m – 2 m ter
- 2 m – do 10 cm debelinskega premera.

Poleg višinskega razreda smo jih razvrstili glede na drevesno vrsto. Za objedenost pa smo uporabili tristopenjsko lestvico, enako kot Hartman in sod. leta 1984. Glede na stopnjo poškodb smo mladje uvrstili med:

- objedeno (objeden terminalni del, izrazita rogovilasta rast, ki je posledica močnega objedanja, močna objedenost stranskih poganjkov),
- srednje (opazne manjše poškodbe, terminalni brst nepoškodovan, znamenja ki nakazujejo na objedanje v preteklosti, objedene stranske veje),
- neobjedeno (brez očitnih poškodb).

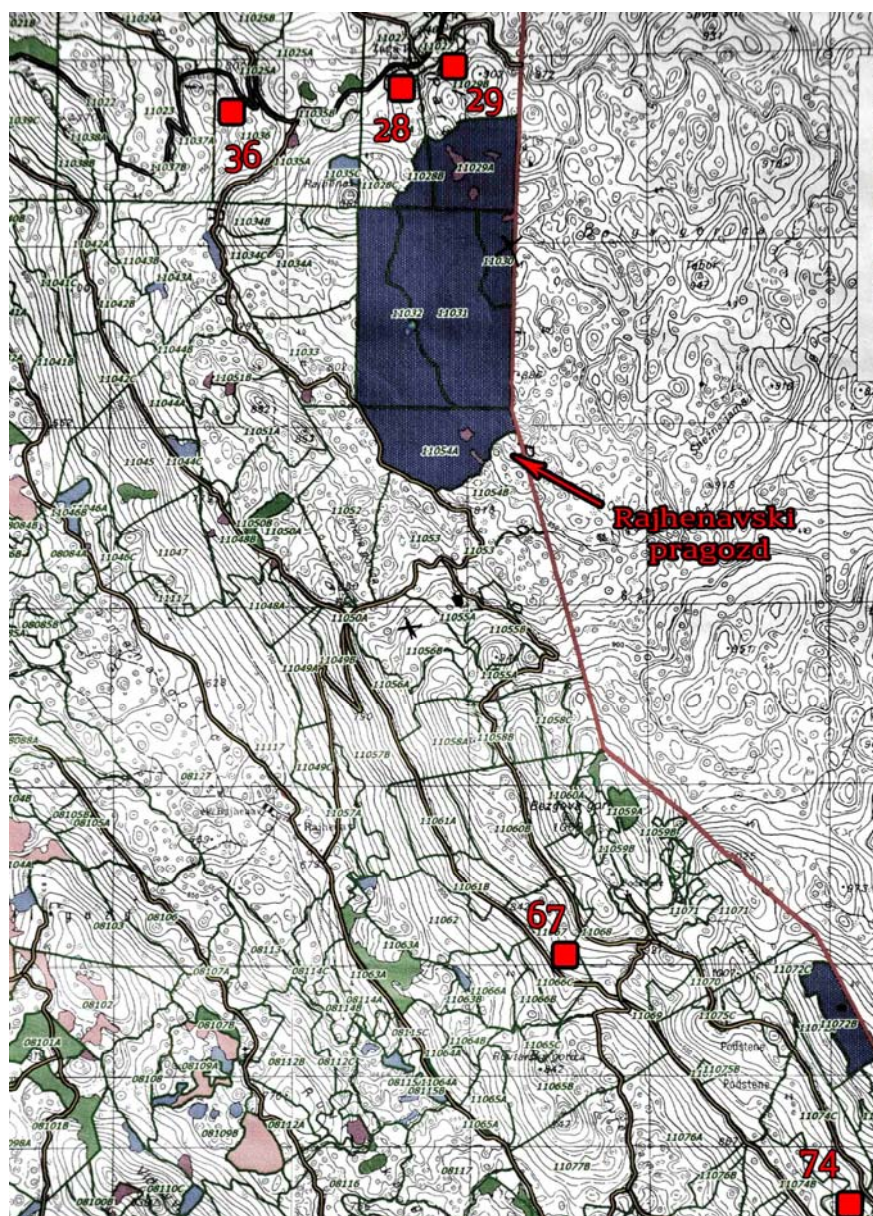
Na vsaki ploskvi smo ocenjevali tudi jakost zastrtosti po tristopenjski lestvici

- vrzel (manj kot 25 % površine ploskve je pod zastorom),
- srednja zastrtost (od 25 % do 75 % ploskve je pod zastorom),
- močna zastrtost (nad 75 % ploskve je pod zastorom).

Za izdelavo modela dinamike populacije srnjadi in jelenjadi na območju Kočevskega Roga smo prosili prof. dr. Klemna Jerino.

5.2 METODA DELA V OGRADAH

Za primerjavo smo od revirnih gozdarjev pridobili informacije o lokacijah ograd v bližnji okolici pragozda. Na terenu nam je g. Janez Konečnik, ki je zaposlen na Zavodu za Gozdove, OE Kočevje, pokazal lokacijo vseh petih ploskev. Ploskve so se nahajale v oddelkih: 28, 29, 74, 67, 36. Ograde so bile stare med 10 in 20 let.



Slika 5: Razporeditev ograd v GGE Rog (foto: B. Klobučar).

Ograde so bile različnih velikosti. Najprej smo izmerili 2 stranici ograde, nato smo jo razdelili na šest enakih delov. Šestinam smo določili središča, ki so bila izhodišče za naključni izbor površine ploskve. Imeli smo pripravljeno tabelo, kjer so bile naključno zapisane stopinje azimuta (od 0 do 359) in naključna razdalja v metrih (od 1 do 10). Iz seznama smo izbrali azimut in razdaljo, se orientirali in določili točko. Ta naključno izbrana točka je bila središče naše ploskve.



Slika 6: Stanje podmladka v ogradi (foto: B. Klobučar).

Za razvrščanje mladja smo uporabili enako metodo kot v Rajhenavskem pragozdu. Ker so bila drevesa znotraj ograd, niso kazala znakov objedanja in so bila zato vsa uvrščena med neobjedena drevesa. Smo pa večkrat naleteli na manjša znamenja prisotnosti divjadi znotraj ograde.

6 REZULTATI

V preteklosti je bilo narejenih že kar nekaj analiz mladja v Rajhenavskem pragozdu, ki jih lahko z manjšimi zadržki uporabimo za zgodovinsko primerjavo in ugotavljanje sprememb. Podatki so še posebej zanimivi z vidika objedanja divjadi. Deloma odgovarjajo na vprašanje: kakšno bi bilo pomlajevanje, če bi izključili vpliv divjadi.

6.1. REZULTATI V RAJHENAVSKEM PRAGOZDU

Pragozd je bil v preteklosti že večkrat proučevan. Spodaj so navedeni podatki iz leta 1984 (Hartman), podatki z manjše ograde znotraj pragozda in bližnje kontrolne ploskve, ter podatki pridobljeni za potrebe izdelave te diplomske naloge.



Slika 7: Jelka z izrazitimi znamenji objedanja (foto: B. Klobučar).

Preglednica 1: Število jelk na hektar glede na višinski razred (vir: Hartman, 1984).

N/ha	jelka		
	poškodovano	nepoškodovano	skupaj
do 10 cm	8884	3304	12188
10-50cm	893	402	1295
50-100	/	/	/
100-200	/	/	/

Jelka se pomlajuje skromno. Velik delež rastlin kaže znake objedanja. Že takrat so se kazali problematični znaki preraščanja.

Preglednica 2: Število bukev na hektar glede na višinski razred (vir: Hartman, 1984).

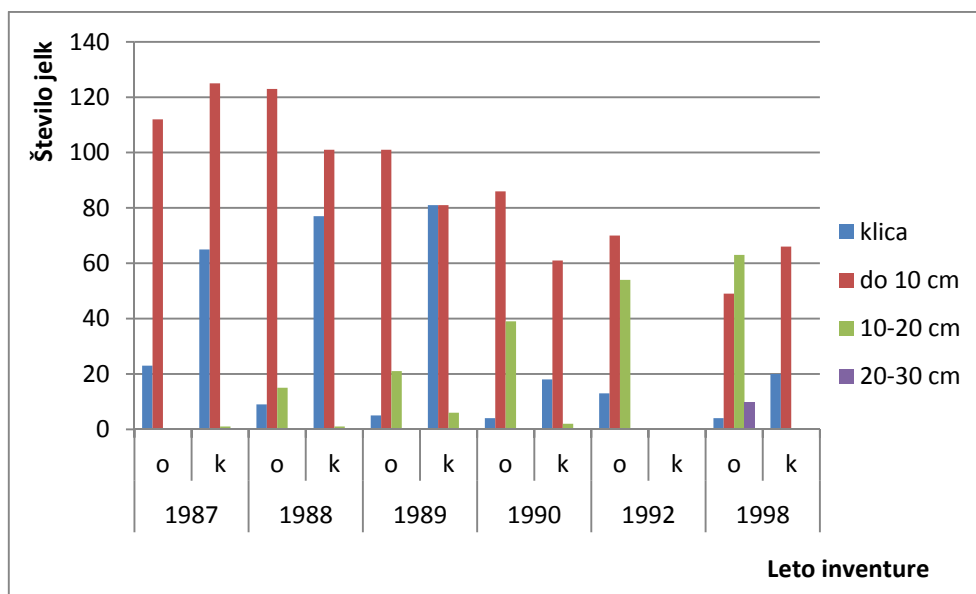
N/ha	bukev		
	poškodovano	nepoškodovano	skupaj
do 10cm	1741	402	2143
10-50cm	11741	5045	16786
50cm-100cm	1071	1384	2455
100cm-200cm	357	1473	1830

Bukev je v največji meri prisotna v velikostnem razredu 10-50 cm. Takšno stanje nakazuje na nastajanje vrzeli in obilico svetlobe, ki pride do gozdnih tal.

Preglednica 3: Število javorjev na hektar glede na višinski razred (vir: Hartman, 1984).

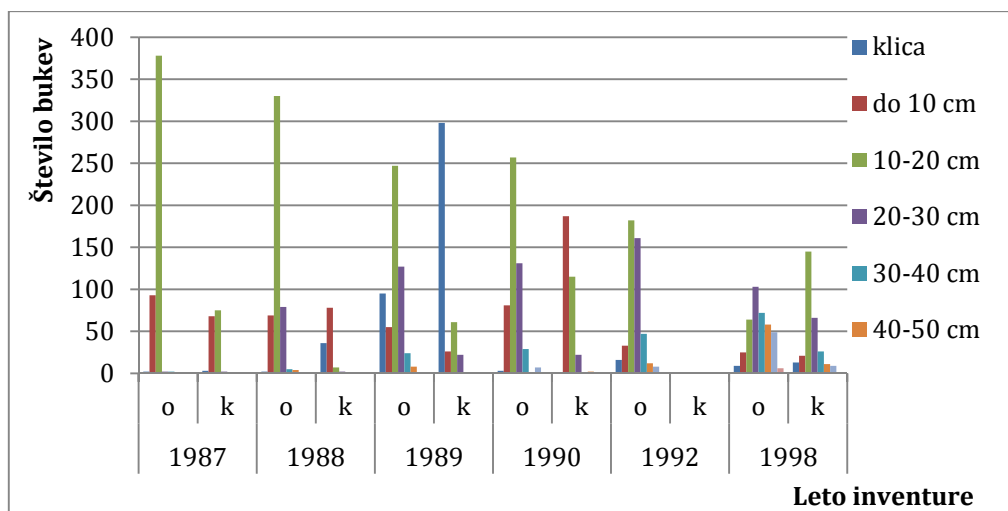
N/ha	javor		
	poškodovano	nepoškodovano	skupaj
do 10 cm	491	625	1116
10-50cm	1964	3438	5402
50cm-100cm	/	/	/
100cm-200cm	/	/	/

Znotraj pragozdnega ostanka se nahaja ograja velikosti 16 m². V njej se opravljajo periodične inventure mladja. Za primerjavo pa se poleg nahaja kontrolna, neograjena ploskev. Na sliki 8 so predstavljeni podatki za jelko in bukev (o-ograjena ploskev, k-kontrolna ploskev).



Slika 8: Grafikon števila jelk na ograjeni in kontrolni ploskvi (vir: Nagel, 2013).

V letu 1992 je bila opravljena samo inventura v ograjeni ploskvi. Iz podatkov lahko vidimo, da jelka z leti prehaja v višje višinske razrede. Ta prehod pa je praktično onemogočen na kontrolni ploskvi, ki je izpostavljena objedanju.



Slika 9: Grafikon števila bukev na ograjeni in kontrolni ploskvi (vir: Nagel, 2013).

Pri bukvi so razlike med ograjeno ploskvijo in kontrolno manjše. Bukev prerašča v višje višinske razrede in je znotraj ograde razporejena bolj enakomerno glede na višino.

Naši podatki o stanju mladja v Rajhenavskem gozdu so bili pridobljeni v začetku oktobra leta 2010. V spodnjih preglednicah je predstavljeno število dreves na hektar glede na različne parametre. Izrazita je dominantnost bukve v vseh svetlobnih pogojih in v vseh višinskih razredih.

Preglednica 4: Število drevesnih vrst na hektar glede na višinski razred.

N/ha	bukev	jelka	javor	Skupna vsota
10cm - 50cm	4912	132	200	5252
50cm - 100cm	2948	/	4	2956
100cm - 200cm	3104	/	8	3112
200cm - 10cm d _{1,3}	2964	/	/	2964
Skupna vsota	13928	132	212	14284

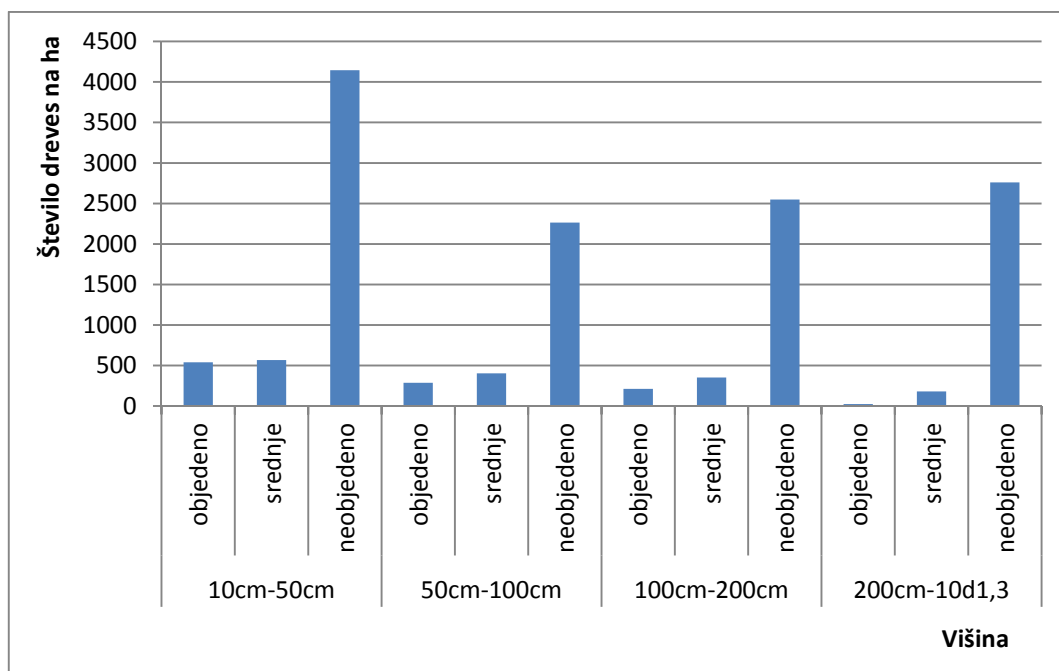
Na ploskvah smo zabeležili presenetljivo nizka števila v vseh kategorijah. Ti rezultati so še bolj presenetljivi zaradi tega, ker je po podatkih iz leta 2006 večina pragozda (kar 72 %) v inicialni fazi, ko je količina mladja v pragozdu praviloma največja. Deloma lahko to pojasnimo s tem, da je bilo kar 24 izmed 50-ih ploskev pod močnim zastorom. Inicialna faza pod zastorom se pojavlja na kar 59,9 % površine rezervata (Yrska, 2006).

Preglednica 5: Število drevesnih vrst na hektar glede na jakost zastrtosti.

N/ha	bukev	jelka	javor	Skupna vsota
vrzel	22460	300	120	25060
srednje	12888	138	150	13175
močno	10158	58	292	10508

Razvidno je, da bukev zelo dobro uspeva v vseh razmerah in se najbolje odzove v vrzelih. Jakost zastora vpliva na jakost pomlajevanja. Potrebno je še omeniti, da je bilo 10 ploskev v vrzelih, 16 pod srednjim in 24 pod močnim zastorom.

Iz tako majhnega števila jelke in javorja je težko sklepati kakršnekoli hipoteze. Majhna gostota lahko služi kot indikator jakosti objedanja. Tudi vrstna raznolikost v pragozdu je zelo šibka. Poleg treh poglavitnih drevesnih vrst so bili na ploskvah prisotne le še brest, smreka in kostanj v zanemarljivo majhnem številu.



Slika 10: Objedenost dreves glede na višino.

Na sliki 10 so v grafikonu razvrščene rastline glede na višino in stopnjo objedenosti. Izjemno nizko število mladja jelke in javorja v skupnih rezultatih nakazuje na velik pritisk objedanja sodeprstih kopitarjev. Na to kaže tudi odstotek neobjedenih rastlin, ki je bil zgolj 36 % pri mladju jelke in 14 % pri mladju javorja. Pri bukvi pa ta odstotek znaša 84 %.

6.2. REZULTATI V OGRADAH

Podatke smo v nadaljevanju predstavili najprej glede na ograde posamično, ob koncu pa so predstavljene še vsote podatkov vseh ograd skupaj. Za to smo se odločili, ker smo hoteli predstaviti raznovrstno stanje in razmere v ogradah.

Preglednica 6: Splošne značilnosti ograd.

splošne značilnosti ograd	leto postavitve	obseg	število ploskev glede na jakost zastora [%]		
			vrzel	srednje	močno
oddelek 74	1989	400 m	16,7	50,0	33,3
oddelek 67	1996	600 m	100,0	0,0	0,0
oddelek 36	1987 in 1999	500 m	16,7	16,7	66,7
oddelek 28	2006	340 m	33,3	33,3	33,3
oddelek 29	2002	400 m	16,7	50,0	33,3

6.2.1 Oddelek 74

Ograja je bila postavljena v letu 1989, sečnja v ograji se je izvajala v letih 1989, 1999, 2010. Obseg ograje je približno 400 m. V letu 1989 so v nekaterih predelih v ograji sadili duglazijo (*Pseudotsuga menziesii*). Tem predelom smo se pri vzorčenju izognili. V letu 1998 je bila opravljena nega mladja duglazije in bukve. Obseg del je bil 0,8ha. V letu 2009 je bila v manjši meri opravljena nega gošče duglazije.

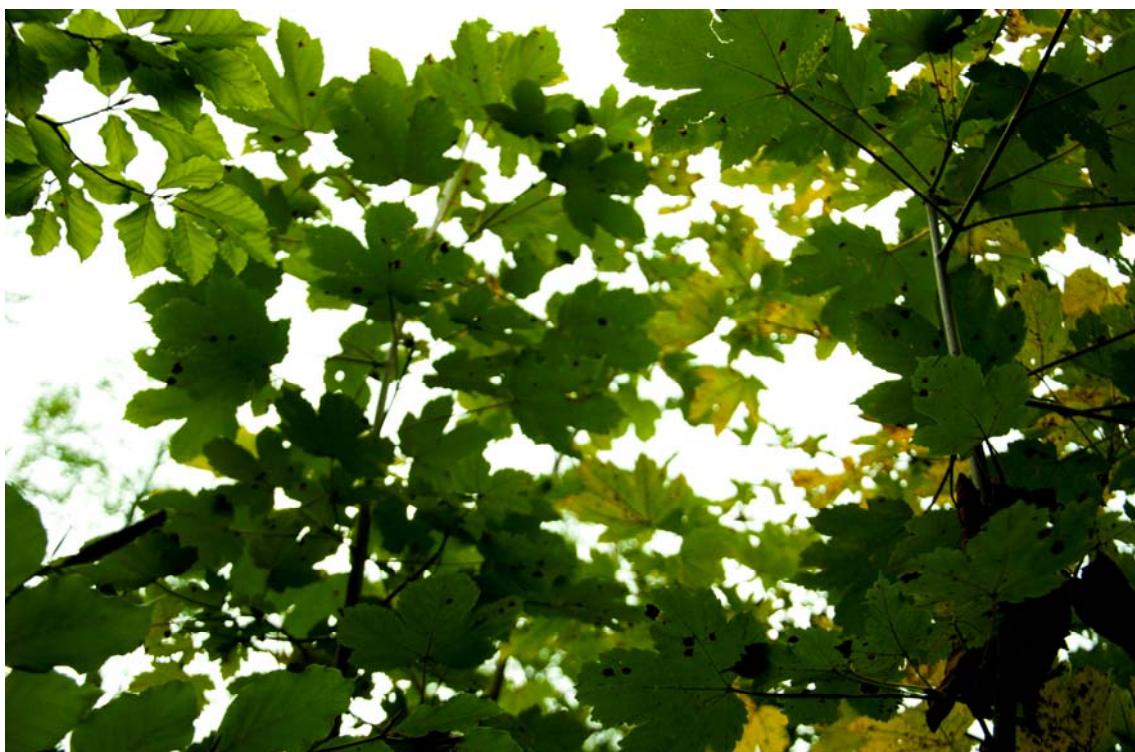
Preglednica 7: Število drevesnih vrst na hektar glede na višinski razred v oddelku 74.

Višina	bukev	jelka	javor	jerebika	Skupna vsota
10 - 50cm	33	567	200	/	800
50 - 100cm	1400	/	200	/	1600
100 - 200cm	2467	/	1000	/	3467
200cm - 10cm d _{1,3}	4600	/	967	33	5600
Skupna vsota	8500	567	2367	33	11467

V višjem sloju močno prevladuje bukev, kar nakazuje na njeno spodobnost prilagajanja na različne okoljske dejavnike. Slabo pomlajevanje v razredu od 10 do 50 cm lahko pojasnujemo s tem, da je ograja postavljena že dlje časa. V tem času sta bukev in javor že prešla v zgornji sloj. Jelka pa se pomlaja le v spodnjem sloju. Večji del ograde je bil pod močnim zastorom, zgolj ena vzorčna ploskev je bila v vrzeli. To in intenzivna gojitvena obravnava bukve in duglazije bi lahko pojasnili relativno nizko število mladja na hektar.

6.2.2 Oddelek 67

Ograja, katere obseg meri približno 600m, je bila postavljena leta 1996. Sečnja v njej je bila izvedena v letu 2004. Izvajali so sajenje v več letih. V letu 1997 je bilo posajenih 275 sadik jelke, v letu 1998 še 725 sadik jelke, leta 2000 pa 100 sadik velikega jesena. Obseg gojitvenih del je znašal skupno en hektar v letu 2003, od tega 0,5 ha nega mladja in 0,5 ha nega gošče.



Slika 11: Pomlajevanje javorja v ogradi v oddelku 67 (foto: B. Klobučar).

Pod opazanja na terenu smo dodali še, da je ploskev zelo skalovita in ponekod neprehodna zaradi bujnega podrastja. V zeliščni plasti je bila pogosto prisotna kranjska kozja češnja (*Rhamnus fallax*). Opazili smo tudi manjše znake objedanja v bližini vhoda z gozdne ceste.

Preglednica 8: Število drevesnih vrst na hektar glede na višinski razred v oddelku 67.

Višina	bukev	jelka	javor	smreka	Skupna vsota
10 - 50cm	100	833	/	33	967
50 - 100cm	167	1033	100	/	1300
100 - 200cm	1167	367	1233	/	2767
200cm - 10cm $d_{1,3}$	8567	133	5800	/	14500
Skupna vsota	10000	2367	7133	33	19533

Rezultati kažejo na uspešno pomlajevanje javorja, ki se v največji meri nahaja v zgornjem sloju. V ogradi vlada ugodno razmerje med tremi poglavitnimi vrstami. Jelka je edina vrsta, ki v večji meri ni dosegla zgornjega sloja mladja. Zaviralno bi lahko vplivala močna skalovitost terena. Matični sestoj je bil skoraj popolnoma posekan. Znotraj ograde je bilo vidnih zgolj nekaj bukovih osamelcev (ki so bili verjetno tam puščeni za proizvodnjo semena), vse ploskve so bile v vrzeli. Prisotna je bila tudi smreka, nismo pa naleteli na veliki jesen, čeprav je bil glede na gozdni načrt primešan v sestoj.

6.2.3 Oddelek 36

Prva ograda na tem mestu je bila postavljena pred letom 1987, nato je bila leta 1999 na istem mestu postavljena nova ograda. Poglavitni namen te ograde je raziskovalna dejavnost, ki jo izvaja prof. dr. Andrej Bončina in nekateri drugi raziskovalci z Biotehniške fakultete. V skladu z njihovimi navodili se izvaja sečnja in gojitvena dela. Sečnja je bila opravljena v letih 1999 (196 m³ iglavcev, 316 m³ iglavcev), 2009 (7 m³ listavcev) in nazadnje v letu 2011 (80 m³ iglavcev in 76 m³ listavcev). Gojitvena dela so do sedaj obsegala nego gošče na 0,5 ha v letu 2001, ter nego gošče in letvenjaka na 0,6 ha površine v letu 2011.

Preglednica 9: Število drevesnih vrst na hektar glede na višinski razred v oddelku 36.

Višina	bukev	jelka	javor	smreka	brest	Skupna vsota
10 - 50cm	967	4033	67	/	/	5067
50 - 100cm	933	467	/	33	/	1433
100 - 200cm	900	433	/	67	/	1400
200cm - 10cm d _{1,3}	2967	67	133	/	33	3200
Skupna vsota	5767	5000	200	100	33	11100

Ograda je pod intenzivno gojitveno obravnavo že vse od postavitve. V zgornjem sloju prevladuje bukev. Ena ploskev je bila v vrzeli, ostale pod zastorom. Zaradi tega smo zaznali razmeroma dobro pomlajevanje jelke. Vzrok za nizko številčnost mladja pa bi lahko tičal v pogostem redčenju v gošči in letvenjaku.

6.2.4 Oddelek 28

340 m ograje je bilo postavljeno leta 2006, ko je bil izveden posek in manjša gojitvena dela (priprava tal za naravno nasemenitev na 0,2 ha površine). Ploskve so bile v dvojicah enakomerno razporejene po jakosti zastora.

Preglednica 10: Število drevesnih vrst na hektar glede na višinski razred v oddelku 28.

Višina	bukev	jelka	javor	smreka	brest	Skupna vsota
10 - 50cm	2567	4333	13233	133	/	20267
50 - 100cm	2567	633	1833	33	/	5067
100 - 200cm	1933	233	867	/	33	3067
200cm - 10cm d _{1,3}	967	/	300	/	/	1267
Skupna vsota	8033	5200	16233	167	33	29667

Odlično pomlajevanje vseh vrst in obilno pomlajevanje javorja. Gostota javorja je bila v tej ogradi najvišja. Ker je ograda mlada, tudi mladje še ni zrastle visoko, več kot dve tretjini mladja se nahaja na višini do 50 cm.



Slika 12: Pomlajevanje javorja v ogradi v oddelku 28 (foto: B. Klobučar).

Rezultati kažejo na to, da lahko tudi javor ob ugodnih razmerah prevzame dominantno vlogo.

6.2.5 Oddelek 29

Ograja postavljena leta 2002, nahaja se na pobočji nad zbiralniki vode od Roški žagi. Obseg znaša približno 400m. Ob postavitvi je bil opravljen posek in hkrati priprava tal na naravno nasemenitev na 0,2 ha površine ograde. Ena ploskev se je nahajala v vrzeli, tri pod srednjim zastorom in dve pod močnim zastorom. Znotraj so bila vidna znamenja spravila (zbita tla, kolesnice).

Preglednica 11: Število drevesnih vrst na hektar glede na višinski razred v oddelku 29.

Višina	bukev	jelka	javor	jerebika	smreka	brest	Skupna vsota
10 - 50cm	6000	10600	12933	/	67	33	29633
50 - 100cm	1433	1167	1100	67	133	/	3900
100 - 200cm	2200	67	67	33	67	33	2467
200cm-10cm $d_{1,3}$	1200	/	/	/	/	33	1233
Skupna vsota	10833	11833	14100	100	267	100	37233

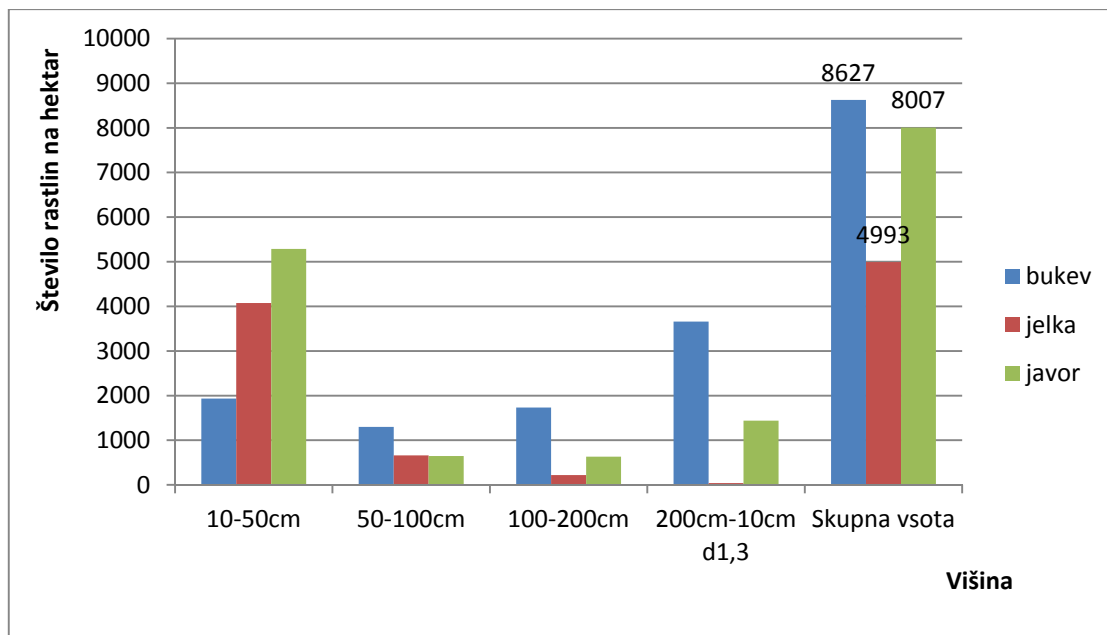


Slika 13: Pomlajevanje jelke v ogradi v oddelku 29 (foto: B. Klobučar).

Najštevilčnejše pomlajevanje od vseh ograd zajetih v tej diplomski nalogi in obenem tudi najbolj pestra zgradba mladja. Bukev je najbolj enakomerno razporejena po višinskih razredih, kar kaže na to, da je najhitreje reagirala in najbolje izkoristila priložnost za rast. V spodnjem sloju prevladujeta javor in jelka.

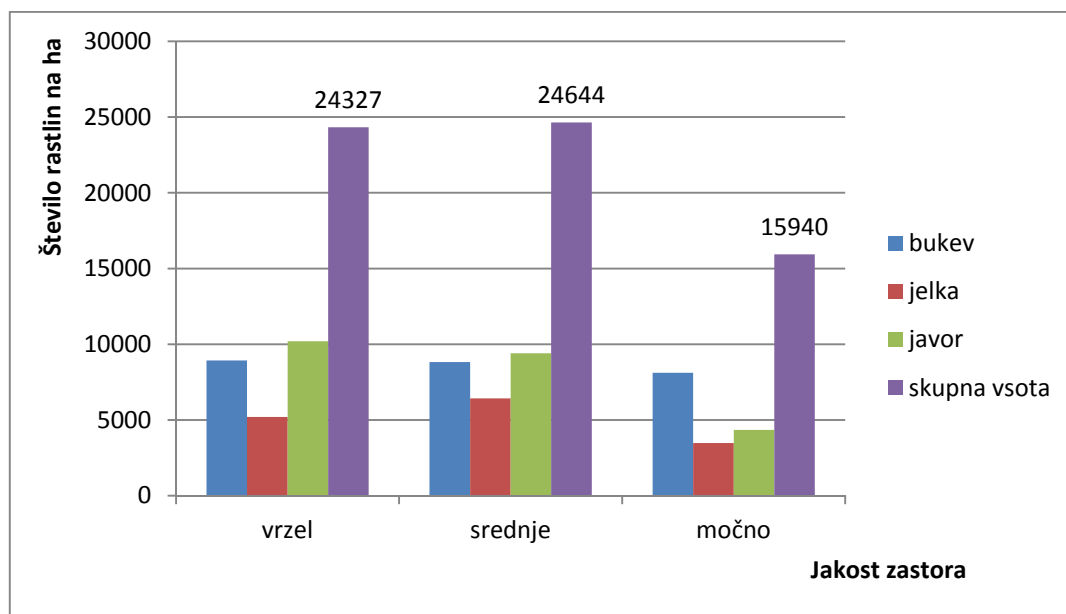
6.2.6 Ograde skupaj

V ogradah so bili sestoji prepuščeni naravnemu pomlajevanju. Opazili smo kar nekaj poškodb skozi katere bi lahko vstopale živali, toda znotraj ni bilo opaziti močnejših znamenj objedanja. Vzdrževanje mreže bi lahko bilo boljše.



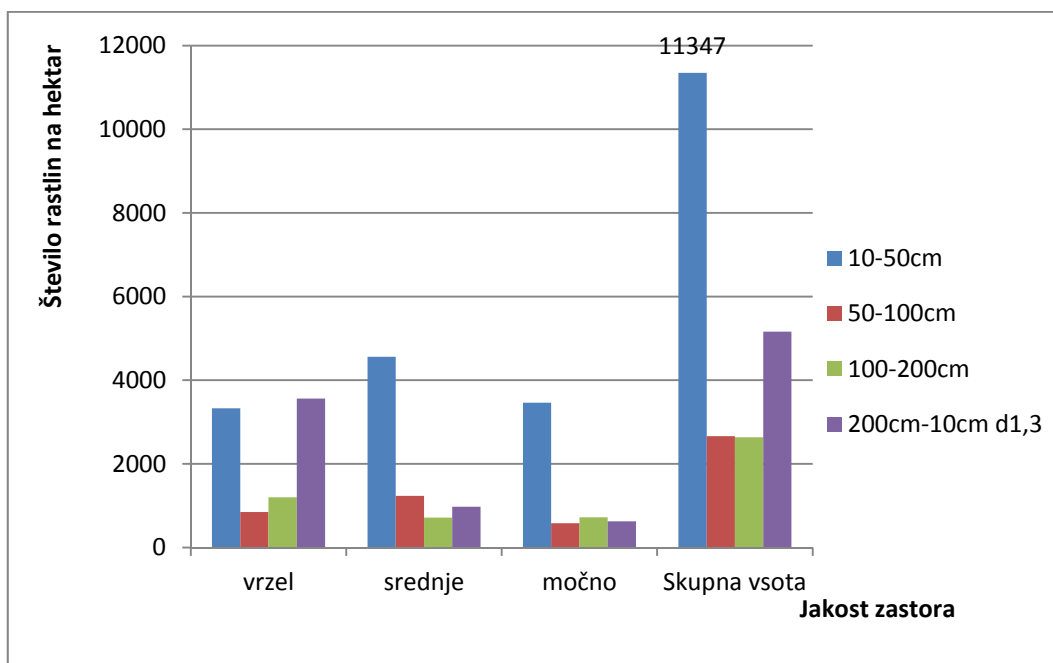
Slika 14: Pomlajevanje v ogradah glede na drevesno vrsto in višino.

Na sliki 14 so drevesa razporejena glede na višinske razrede. V višjem sloju je izrazita premoč bukve, ki v spodnjem sloju ni tako številčna. V spodnjem sloju po številu prevladujeta jelka in javor, kar je povsem v kontrastu z razmerami v Rajhenavskem pragozdu. Povprečno število rastlin na hektar je 21800 in je znatno višje od števila rastlin v pragozdu, ki znaša 14272 na hektar.



Slika 15: Pomlajevanje v ogradah glede na jakost zastora po drevesnih vrstah.

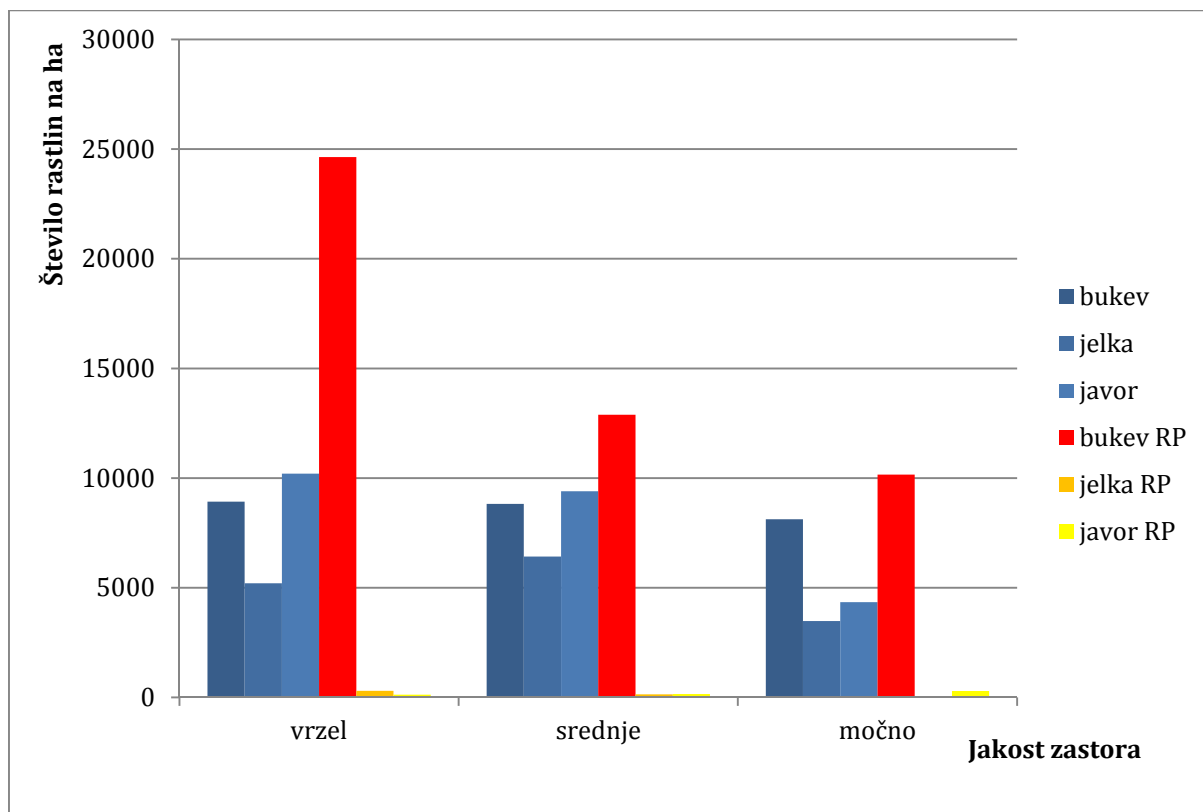
Izmed 30 vzorčnih ploskev v ogradah jih je 11 bilo v vrzelih, 9 pod srednjim zastorom in 11 pod močnim zastorom. Ta razporeditev je za namene raziskave ugodna. Na sliki 15 lahko vidimo, da ima bukev zelo široko ekološko amplitudo in se dobro odzove na vse svetlobne pogoje. Število mladja pri prehodu iz vrzeli v srednjo zastrtost se rahlo poveča. Razviden je boljši odziv vseh vrst na boljše rastne pogoje. Javor je po številčnosti vsepovsod blizu bukvi, bukev svojo dominanco uveljavi zgolj pri močnem zastoru v strehi sestoja.



Slika 16: Pomlajevanje v ogradah glede na jakost zastora po višinskih razredih.

Zgornji grafikon (slika 16) prikazuje frekvenco višinskih razredov glede na jakost zastora. V skupnem seštevku prevladuje najnižji višinski razred (več kot polovica vseh rastlin), razen na ploskvah z veliko količino neposredne svetlobe, kjer rahlo prevladuje najvišji razred.

6.3 PRIMERJAVA Z RAJHENAVSKIM PRAGOZDOM



Slika 17: Primerjava pomlajevanja v ograjah in v Rajhenavskem pragozdu (RP) glede na jakost zastora.

Podatki iz ograj so obarvani z odtenki modre, podatki iz Rajhenavskega pragozda pa s svetlejšimi barvami. Iz slike 17 je razvidno, da se v Rajhenavskem pragozdu skorajda ekskluzivno pomlajuje bukev, izrazito dobro v vrzelih. Vzorec ploskev v vrzelih je bil razmeroma majhen, zgolj 10 od 50. V vrzelih je gostota bukve 24640 rastlin/ha, medtem ko je skupno povprečje 13928 rastlin/ha.

Naša ničelna hipoteza je bila, da med povprečnimi gostotami ni statistično značilnih razlik. Vrednost p je podana v preglednici 12. Za testiranje ničelne hipoteze smo uporabili ne-parametrični Mann-Whitney U-test, ki je primernejši za naše podatke. Za izvedbo standardnega t-testa bi potrebovali večji vzorec, ker z manjšim vzorcem le-ta postane občutljivejši za domnevo, da sta primerjana vzorca vzeta iz populacije z normalno porazdelitvijo. Pri Mann-Whitney testu pa te domneve ni (Mann, 1947).

Preglednica 12: Vrednosti p po Mann-Whitney testu za različne drevesne vrste

Drevesna vrsta	vrednost znaka p
bukev	0,3412
jelka	0,0001
javor	0,0003

Mejna vrednost, pri kateri je hipoteza zavržena, je $p \leq 0,05$. Iz naših rezultatov lahko sklepamo, da hipoteza zdrži zgolj za bukev. Pri testiranju za javor in jelko pa smo naleteli na težavo, ker v Rajhenavskem pragozdu nista bila prisotna na vseh ploskvah. Test pa je dovzeten za inflacijo ničnih podatkovnih vnosov (Mann, 1947). Zato je treba na vrednost znaka p za jelko in javor potrebno gledati kritično.

Če upoštevamo rezultate lahko ničelno hipotezo za jelko in javor zavrnamo. Razlike med gostotami v Rajhenavskem pragozdu in v ograjah so namreč statistično značilne.

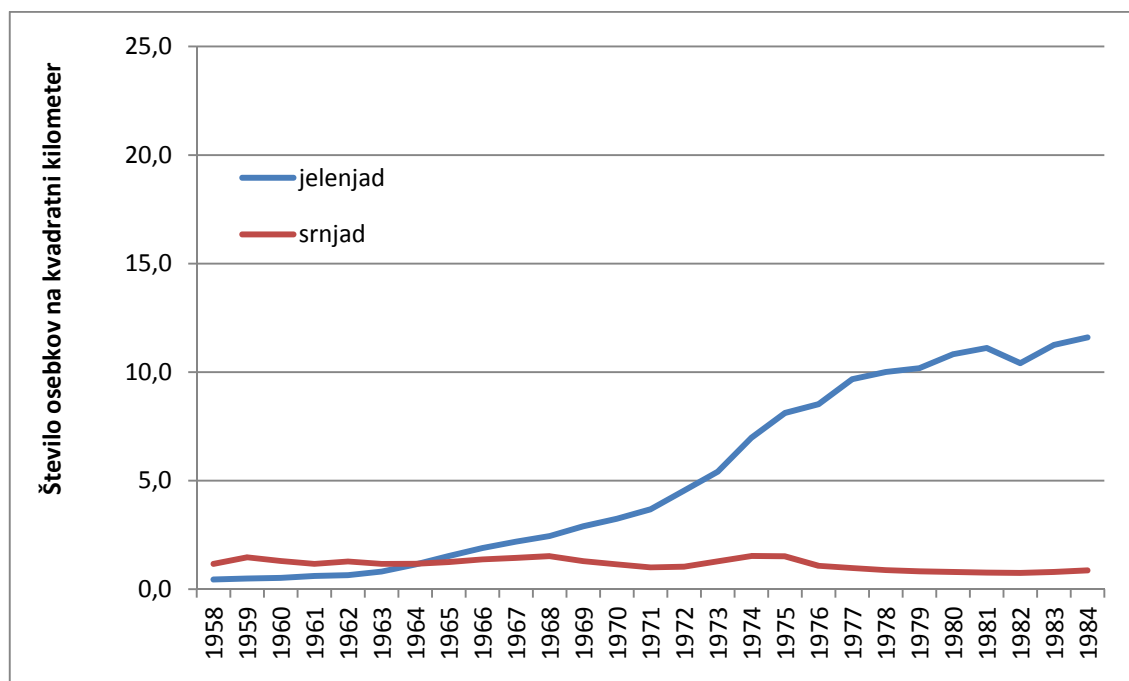
7 RAZPRAVA IN SKLEPI

Pri predvidevanju nadaljnjega razvoja gozdov v Kočevskem Rogu, moramo v ozir vzeti tudi podnebne dejavnike. Kutnar in Kobler (2011) sta z empiričnim GIS modelom predstavila prostorske spremembe vegetacije glede na klimatske spremembe. Predstavila sta tri različne scenarije razvoja gozdov do leta 2100 (optimistični, srednji in pesimistični). Zelo se naj bi povečal delež termofilnih gozdov, s sedanjih 14 % površine na (optimistični scenarij) 50 % ali celo na 87 % (pesimistični scenarij). V termofilne gozdove naj bi se preobrazili tudi gozdovi Kočevskega Roga.

Podobne spremembe in nastalo gospodarsko škodo je predvidel tudi Hanewinkel (2012), ki ocenjuje da bo vrednost gozdov zaradi sprememb v temperaturi in padavinah do leta 2100 padla za med 14 in 50 % (odvisno od obrestne mere in scenarija spremembe podnebja). Razlog za izgubo vrednosti bo propadanje ekonomsko vrednejših vrst.

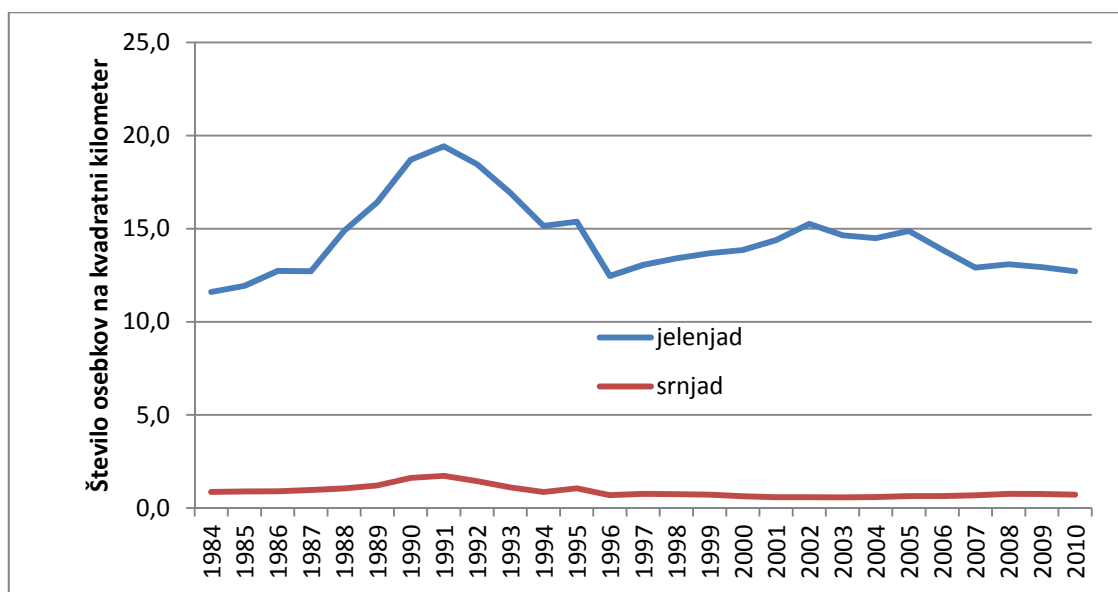
Stanje podmladka leta 1984 nakazuje na skromno in posamično pomlajevanje jelke po vsej površini pragozda (Hartman, 1984). Število Že leta 1984 so se kazali znaki vpliva selektivnega prehranjevanja divjadi, saj je bil delež jelke in javorja v višinah nad 50 cm naglo upadel. Podatki so bili zbrani po obdobju najmočnejšega odmiranja jelke v Kočevskem Rogu in so se vrzeli že pogostejše pojavljale v pragozdu. Posledično so se spremenila tudi razmerja razvojnih faz. Delež inicialne faze je strmo narastel in znaša blizu 60 % (Yrska, 2006).

Jerina (neobjavljeno) je izdelal model populacije jelenjadi in srnjadi za območje Kočevskega Roga. Jelenjad je bila na ozemlju Slovenije v drugi polovici 19. stoletja skorajda popolnoma iztrebljena, kmalu zatem pa v več krajih ponovno naseljena (Jerina 2006 po Adamič, 1990). Sedaj pa poseljuje že okoli 80 % slovenskih gozdov in številčnost znaša nekje med 10.000 in 14.000 osebki. Povprečen odstrel jelenjadi v obdobju 1998-2004 je znašal 4.171 ± 291 živali na leto (Jerina, 2003).



Slika 18: Gostota jelenjadi in srnjadi pred letom 1984 (vir: Jerina, 2013).

Gostote jelenjadi so se začele postopoma povečevati v šestdesetih letih prejšnjega stoletja in do leta 1984 dosegla vrednost 11,6 živali na kvadratni kilometer. Število srnjadi ostaja vseskozi nizko in se giblje med 1 in 2 živali na kvadratni kilometer. Glede na te podatke lahko sklepamo, da je bilo mladje izpostavljeno zmernemu objedanju tudi pred letom 1984.



Slika 19: Gostota jelenjadi in srnjadi po letu 1984 (vir: Jerina, 2013).

V devetdesetih letih prejšnjega stoletja je prišlo do naglega povečanja števila jelenjadi. Gostota je bila najvišja v letu 1991, ko je znašala 19,4 živali na km², po letu 2000 pa se ta številka giblje med 13 in 15. Iz tega lahko sklepamo, da je bilo objedanje zelo intenzivno v obdobju po letu 1984, ko so objavili rezultate o stanju mladja Hartman in sod. Zaradi selektivnega prehranjevanja jelenjadi podatki o mladju iz leta 2010 kažejo zelo zaskrbljujoče stanje mladja jelke in javorja v Rajhenavskem pragozdu. Večina pragozda je v inicialni fazi in vse kaže na to, da bo delež jelke v lesni zalogi v bodoče močno upadel. Jelka in javor ne prerasteta 50 cm višine. Gostota jelke je zgolj 132 osebkov/ha, gostota javorja pa znaša 212 osebkov/ha. Na večini primerkov (64 % jelk in 87 % javorjev) smo našli znake objedanja, toda potrebno je omeniti, da je bila velikost vzorca zelo majhna.

Rezultati ne nakazujejo, da bi se intenzivnost objedanja v prihodnje spremenila. Rajhenavski pragozd z visokim deležem inicialne faze in raznomerno zgradbo (Yrška, 2008) zagotavlja idealne habitatne razmere za jelenjad, ki so: mladovje, sestoji v pomlajevanju, prebiralni gozdovi in grmišča. Debeljaki in drogovnjaki so zaradi svoje strukture neugodni za jelenjad (Jerina, 2006).

Če pa izločimo vpliv divjadi (rezultati dela v ogradah), se številčnost, razmerje in višinska struktura dreves drastično spremeni. Javor je v vrzelih prisoten v enaki meri kot bukev, pri čemer lahko sklepamo, da se z enako hitrostjo (ali celo hitreje) odzove na nastanek vrzeli. Bukkev drži močno prednost le pod močnim zastorom in se po naših podatkih najhitreje prerašča v višje višinske razrede. Pomlajevanje javorja in jelke je obilno, kar nakazuje na to, da jelenjad in srnjad pri hranjenju selektivno ciljata na ti dve drevesni vrsti. Rezultati kažejo tudi, da sta vrsti bolj občutljivi na objedanje in se po poškodbi izrazito slabše regenerirata.

Hipoteza, da se na ploskvah z več svetlobe drevesa pomlajujejo obilneje, drži tako za ploskve v ogradah, kot v pragozdu. Tu ne gre zanemariti gojitvenih ukrepov, ki so spremenili odziv različnih vrst na jakost zastora v ograjah. Gozdno-gojitveni režimi so se zelo razlikovali. Po naših podatkih v Rajhenavskem pragozdu jakost zastora vpliva na gostoto mladja bukve (preglednica 5), ki pa je tudi edina drevesna vrsta, ki se v pragozdu številčno pomlajuje. Kljub temu pa je gostota mladja bukve v povprečju nizka, saj znaša zgolj 13928 rastlin na hektar. Na

to je vplivalo dejstvo, da je bila večina naših ploskev pod močnim zastorom. Predvidevali smo namreč, da je ob propadanju jelke v prejšnjem stoletju obilica svetlobe v vrzelih (Bornšek, 2009 in Yrska 2008) povzročila množično pomlajevanje. To mladje pa je do sedaj že preraslo naš merski prag, ki je znašal 10 cm v prsnem premeru.

Iz rezultatov je razvidno, da jelenjad raje objeda jelko in plemenite listavce, kot pa bukev. V ogradah je gostota mladja jelke in javorja kar 38-krat večje od števila mladja v Rajhenavskem pragozdu. Ugotavljamo pa, da se število osebkov drastično zmanjša pri prehodu iz najnižjega višinskega razreda v en razred višje. Razlog za to bi lahko bil v tem, da so ograje postavljene nedavno, da je proces pomlajevanja pri začetku, ter da je bila vzgoja mladja pod zastorom manj uspešna za javor in jelko.

Motnje, ki smo jih obravnavali v tej diplomski nalogi so dolgotrajnega značaja in na zgradbo gozda vplivajo dolgoročno. Rezultati pa lahko ponudijo vpogled v prihodnji izgled Kočevskega Roga in Rajhenavskega pragozda.

8 POVZETEK

Diplomska naloga se loteva preučevanja medsebojnih vplivov različnih motenj na sestavo gozda v Kočevskem Rogu v prihodnosti. Osredotočili smo se na dva dejavnika: objedanje velikih rastlinojedov in odmiranje jelke v preteklosti. V ozir pa smo tudi vzeli klimatske spremembe in odziv posameznih vrst na le-te. V pomoč so nam bila tuja in domača gradiva z različnih publikacij.

Najprej smo opravili terensko delo v Rajhenavskem pragozdu, ki je 51,14 ha velik pragozdni ostanek, ki je bil izločen iz rabe že v prvotnih Hufnaglovih načrtih leta 1894. Pragozdovi so vedno zanimivi za proučevanje, ker na njih ni vplival človek in so dober indikator okoljskih razmer. Znanja pridobljena iz raziskav se lahko na mnogo načinov uporabi pri gospodarjenju z gozdovi (Diaci, 2008).

Na 50-ih mrežno razporejenih ploskvah v pragozdu, ki jih je določil mentor dr. Thomas Andrew Nagel smo evidentirali mladje in ga sortirali glede na naslednje parametre: višinski razred, drevesna vrsta in objedenost. Za določanje objedenosti smo uporabili tristopenjsko lestvico: neobjedeno, srednje (terminalni brst nepoškodovan, objedene stranske veje) in objedeno (močni znaki objedanja, poškodovan terminalni brst, poškodbe stebela) mladje.

Celotna metoda je identična tisti, ki so jo Hartman in sod že leta. 1984 uporabili za popis mladja v Rajhenavskem pragozdu zaradi boljše primerljivosti. Že takrat so komentirali, da se jelka pomlajuje skromno in velik delež jih kaže znake objedanja. Gostota mladja višinskem razredu 10 cm – 50 cm je znašala 1295 rastlin/ha za jelko, 5402 rastlin/ha za javor in 16786 rastlin/ha za bukev (Hartman, 1984). V tem višinskem razredu se je nahajal največji delež mladja, kar kaže na začetek pomlajevanja zaradi propadanja jelk v tem obdobju. Rezultati so bili objavljeni v obliki monografije, ki je izšla v zbirki Gozdni rezervati Slovenije.

Prav tako so nas zanimale svetlobne razmere na ploskvah. Enako kot objedenost smo tudi svetlobne razmere ponazarjali s tristopenjsko lestvico: vrzel, če je bila streha sestoj nad

ploskvijo zastrta med 25 % in 75 % smo jo kategorizirali kot srednjo zastrtost, če pa je bil odstotek višji smo označili kot močno zastrtost. Predpostavili smo, da je v pragozdu dosti vrzeli zaradi odmiranja jelke v prejšnjem stoletju. Te vrzeli so bile že zapolnjene z drevesi v fazi letvenjaka ali tanjšega drogovnjaka.

Za primerjavo kako poteka pomlajevanje brez objedanja smo s pomočjo revirnih gozdarjev določili pet ustreznih ograj. Kriteriji za izbor so bili oddaljenost, rastišče in svetlobne razmere v ograji. V ogradah smo uporabili enako metodo za ocenjevanje mladja, s tem da nismo določali stopnje objedenosti, ker smo predpostavili, da je mladje zaščiteno pred objedanjem. Vse ograje so se nahajale v Gozdno-gospodarski enoti Rog in so različnih starosti. V večini primerov je izgradnja ograje sledila večjemu poseku na območju, v nekaterih je bila celo izvedena sadnja. Imele so tudi različno gojitveno obravnavo in okoljske dejavnike, kar se je kazalo tudi v zgradbi mladja. Poudariti je treba pomembnost vzdrževanja ograj, saj so bile na nekaterih mestih poškodovane.

Gostota mladja v pragozdu je presenetljivo nizka. Število vseh rastlin na hektar je 14272, od tega kar 13928 bukev. Nizko gostoto lahko pojasnujemo s tem, da je bilo 24 od 50-ih ploskev pod močnim zastorom. Zabeležili smo zelo nizko število jelk (132) in javorjev (212) na hektar. To nakazuje na zelo močno objedanje. Predvsem jelenjad in pa tudi srnjad se prehranjujeta selektivno in pri hranjenju dajeta prednost jelki in plemenitim listavcem. Bukov se močno odziva na svetlobne razmere. Gostota v vrzelih doseže 24640 rastlin/ha, pod močnim zastorom pa 10158 rastlin/ha.

Rezultati iz ograd (kjer je izključen vpliv jelenjadi in srnjadi) kažejo na razmere povsem v kontrastu z razmerami v pragozdu. Tu se povprečno število rastlin na hektar povzpne na 21800. In bukev (8627 rastlin/ha) ne prevladuje več v vseh pogojih, ampak ji močno konkurira javor (8007 rastlin/ha). Tudi jelka se pomlajuje obilno (4993 rastlin/ha) v primerjavi s stanjem v pragozdu.

Bukov je najbolj številčna v višjih višinskih razredih, kar nakazuje, da lahko najhitreje preraste iz klice do debeline 10 cm in v višinsko rast v tem obdobju investira več od jelke

in javorja. Stanje v ogradah je zelo raznoliko, ker so bile ograde različno gojitveno obravnavane.

Razlike v gostoti mladja smo preverjali z Mann-Whitney U-testom. Ta test je bil glede na majhen vzorec najprimernejši. S testom smo pokazali, da se gostota jelke in javorja v Rajhenavskem pragozdu statistično razlikuje od gostote v ograjah. Za bukev pa tega s tem testom nismo mogli ovreči. Na rezultate je zaradi majhnosti vzorca potrebno gledati s pridržkom.

Za pojasnitev faktorja objedanja smo uporabili model gibanja populacije jelenjadi in srnjadi v preteklosti za območje Kočevskega Roga (Jerina, 2013). Gostota je po letu 1984 naraščala in dosegla nekaj manj kot 20 osebkov na hektar v 90. letih prejšnjega stoletja, medtem ko je bila v 60. letih gostota med 1 in 2 živali/km². Sedaj pa se nahaja med 12 in 13 živali na km². Zaradi ugodnih habitatnih razmer, ki jih zagotavlja Rajhenavski pragozd, v prihodnje ne pričakujemo, da bi se gostota živali zmanjšala. Tako je težko reči, da se bo objedanje v prihodnosti zmanjšalo.

9 VIRI

Ammer C. 1996. Impact of ungulates on structure and dynamics of natural regeneration of mixed mountain forests in the Bavarian Alps. *Forest Ecology and Management*, 88, 1: 43-53.

Bigler C., Kulakowski D., Veblen T. T. 2005. Multiple disturbance interactions and drought influence fire severity in rocky mountain subalpine forests. *Ecology*, 86, 11: 3018-3029.

Bončina A. 1999. Stand dynamics of the virgin forest Rajhenavski Rog (Slovenia) during the past century. V: *Virgin forests and forest reserves in Central and East European countries: history, present status and future development*. Diaci J. (ur). Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources: 95-110 str.

Bornšek L. 2009. Sestojne vrzeli pragozda Rajhenavski Rog: diplomska naloga. (Univerza v Ljubljani, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 39 str.

Božić M et al. 2006. Modelling the damage status of silver fir trees (*Abies alba* Mill.) on the basis of geomorphological, climatic and stand factors. *Ecological Modeling*, 194: 202-208.

Bradshaw R. H. W., Hannon G. E., Lister A. M. 2003. A long-term perspective on ungulate-vegetation interactions. *Forest Ecology and Management*, 181, 1: 267-280.

Busby P. E. et al. 2008. Multiple and interacting disturbances lead to *Fagus grandifolia* dominance in coastal New England. *Journal of the Torrey Botanical Society*, 135, 3: 356-359.

Camarero J. J. et al. 2011. Synergistic effects of past historical logging and drought on the decline of Pyrenean silver fir forests. *Forest Ecology and Management*, 262, 5: 759-769.

Davies K. W. et al. 2009. Interaction of historical and nonhistorical disturbances maintains native plant communities. *Ecological Applications*, 19, 6: 1536-1545.

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

Diaci J., Roženbergar D., Bončina A. 2010. Stand dynamics of Dinaric old-growth forest in Slovenia: are indirect human influences relevant?. *Plant Biosystems*, 144, 1:194-201.

Diaci J. et al. 2011. Structural dynamics and synchronous silver fir decline in mixed old-growth mountain forests in Eastern and Southeastern Europe. *Forestry*, 84, 5: 479-491.

Didion M. et al. 2009. Long-term effects of ungulate browsing on forest composition and structure. *Forest Ecology and Management*, 285: 44-55.

Gill R. M. A. 1992. A review of damage by Mammals in North Temperate Forests: 1. Deer. *Forestry*, 65, 2: 145-169.

Hanewinkel, M. 2012. Climate change may cause severe loss in the economic value of European forest land. *Nature Climate Change*, objavljeno na spletu.

Hester A. J. et al. 2000. Interactions between forests and herbivores: the role of controlled grazing experiments. *Forestry*, 73, 4:381-391

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

Husheer S. W. et al. 2003. Long term influences of introduced deer on the composition and structure of New Zealand *Nothofagus* forests. *Forest Ecology and Management*, 181, 1: 99-117.

Koda R., Fujita N. 2011. Is deer herbivory directly proportional to deer population density? Comparison of deer feeding frequencies among six forests with different deer density. *Forest Ecology and Management*, 262, 3:432-439.

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

Mann, H. B. 1947. On a test whether one of two random variables is stochastically larger than the other. *Annals of Mathematical Statistics*, 18, 1:50-60.

Nagel, T. A. 2013. Podatki o mladju bukve in jelke z ograjene ploskve in kontrolne ploskve v Rajhenavskem pragozdu med leti 1987-1998. (neobjavljeno)

Jerina K. 2003. Prostorska razporeditev in habitatne značilnosti jelenjadi (*Cervus elaphus* L.) v dinarskih gozdovih jugozahodne Slovenije: magistrsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 137 str.

Jerina K. 2006. Prostorska razporeditev, območja aktivnosti in telesna masa jelenjadi (*Cervus elaphus* L.) glede na okoljske dejavnike: doktorska disertacija. (Univerza v Ljubljani, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 172 str.

Jerina K. 2013. Model populacijske dinamike jelenjadi in srnjadi na območju Kočevskega Roga na podlagi odvzema med leti 1768-2010. (neobjavljeno)

Yrška T. 2008. Spreminjanje razvojnih faz pragozdnega ostanka Rajhenavski Rog: diplomska naloga. (Univerza v Ljubljani, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 58 str.

ZAHVALA

Pri nastajanju diplomskega dela mi je pomagalo, tako ali drugače, več oseb. Na prvem mestu gre zahvala mentorju dr. Tomu Naglu in recenzentu dr. Klemnu Jerini. Prav tako sta mi z nasveti pripomogla k nastajanju diplomske naloge tudi dr. Juri Diaci in dr. Dušan Roženberger.

Hvala g. Janezu Konečniku, Bojanu Knavsu in Jerneju Škrajnarju za ključne informacije o GGE Rog.

Pri terenskem delu so mi pomagali: Urška Klepec, Katarina Flajšman, Gal Fidej in Jurij Tamše.

Zahvaljujem se Zvezi skavtov Slovenije za najem koč na žagi, za odzivnost, prijaznost in korektnost.