

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

Anže KRESE

**OBNOVA GOZDA PO GRADACIJI VELIKEGA
SMREKOVEGA LUBADARJA (*Ips typhographus*) v
GGE VRBOVEC**

MAGISTRSKO DELO
Magistrski študij - 2. stopnja

Ljubljana, 2014

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

Anže KRESE

**OBNOVA GOZDA PO GRADACIJI VELIKEGA SMREKOVEGA
LUBADARJA (*Ips typographus*) v GGE VRBOVEC**

MAGISTRSKO DELO
Magistrski študij - 2. stopnja

**FOREST REGENERATION FOLLOWING AN EUROPEAN SPRUCE
BARK BEETLE (*Ips typographus*) OUTBREAK IN MANAGEMENT
UNIT VRBOVEC**

M. Sc. THESIS
Master Study Programmes

Ljubljana, 2014

Magistrsko delo je zaključek magistrskega študijskega programa druge stopnje Gozdarstvo in upravljanje gozdnih ekosistemov. Izdelano je bilo na Katedri za gojenje gozdov Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Terensko delo je bilo v celoti opravljeno v GGE Vrbovec v GGO Kočevje.

Študijska komisija Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire je na seji dne 15. 2. 2013 za mentorja magistrskega dela imenovala prof. dr. Jurija Diacija, za recenzenta pa prof. dr. Andreja Bončino.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Magistrsko delo je rezultat lastnega dela. Podpisani se strinjam z objavo svojega magistrskega dela na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je delo, ki sem ga oddal v elektronski obliki, identično tiskani verziji.

Anže Krese

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Du2
DK	GDK 232.311.2:174.7Picea abies (L.) Karst(043.2)=163.6
KG	naravno pomlajevanje/gradacija velikega smrekovega lubadarja/ograja/ <i>Picea abies</i> (L.) Karst/semenska drevesa
KK	
AV	KRESE, Anže
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	2014
IN	OBNOVA GOZDA PO GRADACIJI VELIKEGA SMREKOVEGA LUBADARJA (<i>Ips typhographus</i>) v GGE VRBOVEC
TD	Magistrsko delo (Magistrski študij - 2. stopnja)
OP	X, 79 str., 14 pregl., 36 sl., 55 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	V GGE Vrbovec se je v letu 2003 v zasmrečenih sestojih na rastišču dinarskega jelovega bukova s srobotom pojavila obsežna gradacija velikega smrekovega lubadarja (<i>Ips typhographus</i>). Namen raziskave je bil ugotoviti stanje in razvoj pomladka ter identificiranje glavnih vplivnih dejavnikov po desetletju razvoja. V ta namen je bilo popisanih skupno 240 ploskev, ki so bile enakomerno zastopane glede na ograjenost, osvetljenost (središče / rob vrzeli) in glede na relief (plato / vrtača). Na ploskvah je bil opravljen popis zeliščne plasti in pomladka lesnatih vrst, ki so bile razvrščene v starostne in višinske razrede. Rezultati analize pomladka so pokazali, da je gostota drevesnih vrst 43.000 primerkov/ha. V pomladku je prevladovala smreka (65 %), sledili so ji pionirji (20 %). Ugotovljeno je bilo, da delež smreke upada, medtem ko narašča delež listavcev, najbolj izrazito pionirjev. Ograjenost vrzeli je pozitivno vplivala na gostoto smreke in pionirjev, hkrati pa je bila višinska struktura pomladka na ograjenih vrzelih izrazito ugodnejša. Gostote nekaterih vrst so bile v negativni povezavi z razdaljo do semenskih dreves (lipovec) in robom ohranjenega sestoja (smreka). Zastrtost zelišč in skalovitost sta negativno vplivala na razvoj smreke in pionirjev. Semenski potencial in stabiliziranje mikroklimatskih razmer v prihodnje (8-10 let) kažejo na razvoj klimaksnih drevesnih vrst (predvsem bukve).

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Du2

DC FDC 232.311.2:174.7Picea abies (L.) Karst(043.2)=163.6

CX natural regeneration/bark beetle outbreak/fence/*Picea abies* (L.) Karst/seed trees

CC

AU KRESE, Anže

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 2014

TI FOREST REGENERATION FOLLOWING AN EUROPEAN SPRUCE BARK
BEETLE (*Ips typographus*) OUTBREAK IN MANAGEMENT UNIT VRBOVEC

DT M. Sc. Thesis (Master Study Programmes)

NO X, 79 p., 14 tab., 36 fig., 55 ref.

LA sl

Al sl/en

AB In 2003 in the management unit Vrbovec a massive bark beetle (*Ips typhographus*) outbreak occurred in Norway spruce dominated stands on submountain Dinaric beech-silver fir forest site. The aim of this research was to determine the current status and development of regeneration, and to identify the main influencing factors after decade of development. Therefore, 240 plots were inventoried. The plots were equally represented according to the fencing, position within opening (centre / edge of opening) and relief (plateau / sink-hole). On each plot herb layer and seedlings according to the species were inventoried. Seedlings were grouped into age and height classes. Seedlings analysis results showed that the density of tree species is 43.000 specimens / ha. The regeneration was dominated by Norway spruce (65 %), followed by the pioneers (20 %). It was found out that proportion of spruce decreases, while the proportion of deciduous trees increases. This is most notable with the pioneers. Fenced openings had a positive impact on the density of spruce and pioneers, with a more favourable height structure of the regeneration within the fenced openings. Density of some species was negatively correlated with the distance to the seed trees (lime) and the edge of the remnant stands (spruce). Herb coverage and rockiness had a negative impact on the development of spruce and pioneers. The seed potential and stabilisation of microclimate conditions indicate that in the future (8-10 years) climax tree species (mainly beech) will regenerate.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE.....	V
KAZALO PREGLEDNIC.....	VII
KAZALO SLIK.....	VIII
OKRAJŠAVE.....	X
1 UVOD IN NAMEN NALOGE	1
2 PREGLED OBJAV	3
3 MATERIAL IN METODE	15
3.1 LOKACIJA RAZISKOVALNEGA OBJEKTA	15
3.1.1 GGE Vrbovec	15
3.1.1.1 Geografski opis s talnimi in hidrološkimi razmerami	15
3.1.1.2 Površina in lastniška struktura gozdov	15
3.1.2 Proučevan RGR s preteklim gospodarjenjem	17
3.1.2.1 Kratek opis RGR Zasmrečeni nižinski jelovo-bukovi gozdovi	17
3.1.2.2 Razvojne faze, lesna zaloga in drevesne vrste	18
3.1.2.3 Kratka zgodovina gospodarjenja	19
3.2 METODOLOGIJA.....	21
3.2.1 Izbira vzorčnih ploskev	21
3.2.2 Popis na raziskovalnih ploskvah	24
3.2.3 Analiza podatkov.....	25
4 REZULTATI.....	28
4.1 SPLOŠNO STANJE NA RAZISKOVALNIH OBJEKTIH	28
4.1.1 Številčnost pomladka na posameznih ploskvah	28
4.1.2 Uvrstitev drevesnih vrst v skupine in primerjava.....	29
4.1.3 Prikaz gostote pomladka, drevesne sestave in primerjava med letoma	32
4.1.4 Zastrtost pomladka v letu 2013	33
4.1.5 Razvrstitev pomladka po starostnih in višinskih razredih.....	34
4.1.6 Sestava zeliščne plasti	36

4.2 RAZLIKE MED OBRAVNAVAMI	37
4.2.1 Razlike glede na ograjenost vrzeli	38
4.2.2 Razlike glede na osvetljenost vrzeli	43
4.2.3 Razlike glede na relief vrzeli.....	47
4.3 DRUGI VPLIVI NA POMLADEK	49
4.3.1 Povezanost pomladka z bližino semenskih dreves.....	49
4.3.2 Povezanost pomladka z zastrtostjo zeliščne plasti	50
4.3.3 Vpliv smreke kot predkulture.....	52
4.3.4 Povezanost pomladka s prisotnostjo leske in skalovitostjo.....	52
4.4 REZULTATI FITOINDIKACIJE	54
4.4.1 Ordinacija	54
4.4.2 Razlikovalni potencial za posamezne vrste glede na ograjenost vrzeli	55
4.5 ODVISNOST GOSTOT IN ZASTRTOSTI POMLADKA OD EKOLOŠKIH DEJAVNIKOV	56
4.5.1 Gostota smreke	56
4.5.2 Zastrtost smreke	57
4.5.3 Gostota pionirjev	57
4.5.4 Zastrtost pionirjev	58
5 RAZPRAVA	59
5.1. STANJE IN RAZVOJ POMLADKA	59
5.2 VPLIV OGRAJENOSTI VRZELI NA POMLADEK.....	62
5.3 VPLIV DRUGIH EKOLOŠKIH DEJAVNIKOV NA POMLADEK	64
6 SKLEPI	70
7 POVZETEK	72
8 VIRI.....	75
ZAHVALA.....	

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Pregled izvedenih del v raziskovalnih objektih (Gozdnogospodarski načrt ..., 2011b).....	23
Preglednica 2: Uvrstitev posameznih lesnatih vrst v skupine	26
Preglednica 3: Prikaz splošnih podatkov na podlagi številčnosti primerkov	33
Preglednica 4: Ocenjena zastrtost v letu 2013	34
Preglednica 5: Deset zeliščnih vrst, ki so imele največjo povprečno zastrtost na ploskev .	37
Preglednica 6: Sprememba deležev glavnih skupin drevesnih vrst v drevesni sestavi med letoma glede na ograjenost vrzeli.....	41
Preglednica 7: Sprememba deležev posameznih drevesnih vrst znotraj skupin drevesnih vrst med letoma glede na ograjenost vrzeli	42
Preglednica 8: Sprememba deležev glavnih skupin drevesnih vrst v drevesni sestavi med letoma glede na osončenost vrzeli.....	46
Preglednica 9: Sprememba deležev glavnih skupin drevesnih vrst v drevesni sestavi med letoma glede na relief vrzeli	49
Preglednica 10: Deset vrst z najvišjim značilnim razlikovalnim potencialom za neograjene in ograjene vrzeli	56
Preglednica 11: Mešani model za gostoto smreke	57
Preglednica 12: Mešani model za zastrtost smreke.....	57
Preglednica 13: Mešani model za gostoto pionirjev	58
Preglednica 14: Mešani model za zastrtost pionirjev	58

KAZALO SLIK

Slika 1: Klimadiagram za meterološko postajo Kočevje, podatki za referenčno obdobje 1961-1990 (prirejeno po Mekinda-Majaron, 1995; Zupančič, 1995)	16
Slika 2: Spredaj mladovja s posameznimi nadstojnimi listavci in zadaj sestoji smreke v fazi debeljaka (foto: Anže Krese, junij 2013)	19
Slika 3: Karta območja raziskave po oddelkih.....	22
Slika 4: Postavitev vzorčne ploskve na terenu v velikosti 1,5 m x 1,5 m (foto: Anže Krese, junij 2013)	24
Slika 5: Prikaz števila ploskev v posameznih razredih številčnosti primerkov po letih, neupoštevajoč grmovne vrste	29
Slika 6: Prikaz števila ploskev v posameznih razredih številčnosti primerkov po letih za ekonomsko zanimive vrste	29
Slika 7: Prikaz in primerjava deležev posameznih drevesnih vrst znotraj skupine pionirjev v letih 2005 in 2013.....	30
Slika 8: Prikaz in primerjava deležev posameznih drevesnih vrst znotraj skupine plemenitih listavcev v letih 2005 in 2013	31
Slika 9: Prikaz deležev in primerjava posameznih drevesnih vrst znotraj skupine trdih listavcev v letih 2005 in 2013	31
Slika 10: Prikaz deležev posameznih grmovnih vrst znotraj skupine grmovnih vrst v letu 2013.....	32
Slika 11: Delež uvrščenih primerkov v starostni razred po drevesnih vrstah v letu 2005 ..	35
Slika 12: Delež uvrščenih primerkov v starostni razred po drevesnih vrstah v letu 2013 ..	35
Slika 13: Struktura pomladka drevesnih vrst leta 2013 po višinskih razredih	36
Slika 14: Deset zeliščnih vrst, ki so se pojavile na največjem številu vzorčnih ploskev	37
Slika 15: Odvisnost številčnosti pomladka smreke od ograjenosti vrzeli v letu 2013	39
Slika 16: Odvisnost številčnosti pomladka pionirjev od ograjenosti vrzeli v letu 2013	39
Slika 17: Odvisnost zastrtosti pionirjev od ograjenosti vrzeli v letu 2013.....	40
Slika 18: Odvisnost zastrtosti plemenitih listavcev od ograjenosti vrzeli v letu 2013.....	40
Slika 19: Razporeditev pomladka vseh lesnatih vrst v višinske razrede glede na ograjenost vrzeli.....	42

Slika 20: Prikaz števila ploskev v posameznih razredih številčnosti primerkov po letih in glede na ograjenost vrzeli.....	43
Slika 21: Odvisnost številčnosti pomladka pionirjev od osvetljenosti vrzeli v letu 2013...	44
Slika 22: Odvisnost številčnosti pomladka plemenitih listavcev od osvetljenosti vrzeli v letu 2013.....	45
Slika 23: Odvisnost zastrtosti pionirjev od osvetljenosti vrzeli v letu 2013	45
Slika 24: Odvisnost zastrtosti grmovnih vrst od osvetljenosti vrzeli 2013.....	46
Slika 25: Odvisnost številčnosti pomladka grmovnih vrst od reliefa vrzeli v letu 2013	47
Slika 26: Odvisnost zastrtosti smreke od reliefa vrzeli 2013	48
Slika 27: Odvisnost zastrtosti grmovnih vrst od reliefa vrzeli v letu 2013	48
Slika 28: Povezanost pomladka lipovca z minimalno oddaljenostjo od semenskega drevesa	50
Slika 29: Povezanost pomladka smreke do višine 50 cm z zastrtostjo zeliščne plasti.....	51
Slika 30: Povezanost pomladka grmovnih vrst do višine 20 cm z zastrtostjo zeliščne plasti	51
Slika 31: Značilna povezanost pomladka pionirjev s številom sajenih primerkov smreke	52
Slika 32: Značilna povezanost pomladka pionirjev s številom primerkov leske	53
Slika 33: Značilna povezanost pomladka smreke s skalovitostjo	53
Slika 34: Značilna povezanost pomladka pionirjev s skalovitostjo	54
Slika 35: Ordinacija prvih dveh osi z ločenim prikazom ograjenih in neograjenih vrzeli ter značilnimi spremenljivkami	55
Slika 36: Sušenje smeke na platoju (foto: Anže Krese, junij 2013).....	66

OKRAJŠAVE

GGE: gozdnogospodarska enota

GGO: gozdnogospodarsko območje

GGN: gozdnogospodarski načrt

RGR: rastiščnogojitveni razred

ZGS: Zavod za gozdove Slovenije

1 UVOD IN NAMEN NALOGE

Na Kočevskem so bile od druge polovice 19. stoletja pa do druge svetovne vojne osnovane velikopovršinske smrekove monokulture (Miklavžič, 1954). Prav smrekove monokulture so v zadnjih letih najbolj dovzetne za naravne ujme in posledično sanitarno sečnjo, ki je eden glavnih problemov v gozdarstvu. Prenamnožitve podlubnikov (večina *Ips typhographus*) so bile v zadnjem času glavni vzrok za obsežne sanitarne sečnje. Kočevsko GGO je imelo v zadnjem obdobju med vsemi območnimi enotami v Sloveniji največji delež sanitarne sečnje zaradi podlubnikov (Poročilo ZGS..., 2013). V GGE Vrbovec je bilo zaradi podlubnikov v letih od 2002 do 2004 posekano preko 150.000 m³ (Gozdnogospodarski načrt ..., 2011a).

V splošnem je problem prenamnožitve velikega smrekovega lubadarja (*Ips typhographus*) prisoten v celotni Srednji Evropi (Janášová in Prach, 2004). Vzrok za gradacije podlubnikov so pogosto nepravčasno sanirane ujme (vetrolom, žledolom, snegolom) ter suha in vroča poletja. Zaradi vse večjih motenj v okolju je gradacije podlubnikov mogoče pričakovati tudi v prihodnje.

Na splošno gozdarjem primanjkuje izkušenj in znanja o velikopovršinskih obnovah gozdov, zato se kaže potreba po novih znanjih na tem področju (Shönenberger, 2002; Hanssen, 2003; Janašova in Matejkova, 2007). Bolj proučen način obnove gozdov je umetna obnova, medtem ko je naravno obnova manj proučena in zahtevnejša (Diaci, 2000). Začetek obnove gozdov pa se začne že s sanacijo gradacije podlubnikov, ki je pogosto ključna za uspešno in hitro obnovo (Janášová in Prach, 2008). Ker je gozd kompleksen sistem (Bončina, 2009), je potrebno dobro razumeti razmere in dinamiko pomlajevanja po nastali gradaciji (Boggs in sod., 2008).

Z naravno obnovo gozdov omogočamo imigracijo rastišču prilagojenih vrst (Diaci, 2006). Gradacije podlubnikov so običajno orodje za premeno spremenjenih gozdov v gozdove z naravno drevesno sestavo (Janášová in Prach, 2004; Janášová in Matějková, 2007). Velik vpliv na naravno pomlajevanje imajo oddaljenost (izolacija) ogolelih površin od roba matičnega sestoja ter lega in oblika nastale vrzeli (Honnay in sod., 2003). Uspešnost naravne obnove je odvisna tudi od pretekle rabe, rastiščnih razmer in vpliva rastlinojede

divjadi (Bončina, 1996). V razmerah, kjer je naravna obnova otežena in počasna, je smiselno naravno obnovo dopolniti s sadnjo (Shönenberger, 2002). Vsaka nastala vrzel ima lahko svoje "mikrorazmere", ki poleg že omenjenih vplivnih dejavnikov na prvi pogled neopazno, vendar pomembno vplivajo na obnovo gozdov.

S pričujočim delom želimo ugotoviti:

- stanje pomladka ter glavne vplivne dejavnike;
- dinamiko razvoja pomladka na ogolelih površinah in razvoj pomladka v prihodnje;
- smotrnost sadnje in ograjenosti vrzeli.

2 PREGLED OBJAV

Objav s področja obnove gozdov po naravnih motnjah je razmeroma veliko. Velik del te literature obravnava obnovo površin po vetrolomu, tovrstna tematika pa je v zadnjih letih pogosto predmet raziskav tudi v Sloveniji (npr. Klaužer, 2012; Klemen, 2012, Škvarč, 2014). Obnova površin po vetrolomu ima določene specifične vzorce, saj pri izruvanju dreves prihaja do spremenjenih talnih razmer (npr. rahljanje), kar onemogoča neposredno primerjavo z obnovo površin po gradaciji podlubnikov. Avtorji (npr. Kupferschmid in sod., 2002; Janášová in Matějková, 2007; Janášová in Prach 2008), ki so se ukvarjali prav z obnovo površin po gradaciji podlubnikov, ugotavljajo, da je objav s tega področja sorazmerno malo. V pregledu objav so zato poleg del, ki obravnavajo obnovo površin po gradaciji podlubnikov, obravnavana še dela, ki analizirajo vpliv rastlinojede divjadi na obnovo gozdov, pomlajevanje v smrekovih nasadih, uspešnost naravne in umetne obnove smrekovih gozdov ter še nekatera vsebinsko povezana dela.

Že leta 1974 sta Schmid in Hinds proučevala pomlajevanje po gradaciji podlubnikov v smrekovo-jelovih gozdovih Amerike. Velikopovršinske gradacije so nastale v štiridesetih letih prejšnjega stoletja. Ugotovila sta izrazito ugodnejše pomlajevanje na nesaniranih površinah, saj naj bi v času sanacije bilo uničenih 50 – 70 % že obstoječega mladja. V večjem delu območja sta se obilneje pomlajevali jelka in smreka. Ponekod je bilo razmerje v prid jelki 10:1, na nekaterih delih pa je bilo to razmerje bolj uravnoteženo.

Ammer (1996) je na podlagi 20-letnih raziskav ugotavljal vplive na naravno pomlajevanje v gorskih mešanih gozdovih v Bavarskih Alpah. Ena glavnih ugotovitev je bila, da ima rastlinojeda divjad pomembno vlogo pri strukturi in dinamiki pomlajevanja. V glavnem je rastlinojeda divjad, z izjemo smreke, vplivala na znižanje višine pomladka vseh vrst in tako izničila vpliv medvrstne kompeticije. Zaradi objedanja sta bila najbolj poškodovana jelka in gorski javor. Ugotovil je, da objedanje nima vpliva na gostoto, saj ima največji vpliv na gostoto pomladka svetloba, ki je odvisna gozdnogojitvenega režima.

Temeljita raziskava vpliva rastlinojede divjadi na potek gozdne sukcesije je bila opravljena v gozdnem rezervatu Pugled-Žiben (Bončina, 1996). Avtor v skupnem številu mladice, v potencialno submontanskih bukovih gozdovih, ni ugotovil razlik med ograjenimi in

neograjenimi površinami. Ugotovljena pa je bila razlika v višinski strukturi, saj je bil delež višjih mladice na ograjenih površinah večji. Analiza je pokazala, da je na neograjenih površinah več mladice do 10 cm in klic, kar kaže na to, da rastlinojeda divjad ustvarja ugodne razmere za pomlajevanje. Na neograjenih površinah se je stopnja poškodovanosti mladice z višino povečevala. Najbolj poškodovane drevesne vrste so bile veliki jesen, gorski brest in trepetlika. Analize grmovne plasti so nakazale, da rastlinojeda divjad zmanjša obilje in vrstno pestrost. Avtor je ugotovil, da rastlinojeda divjad upočasnjuje in lokalno celo onemogoča razvoj gozdne vegetacije.

Dai (1996) je, zavedajoč se izrednega vpliva svetlobnih razmer na pomlajevanje, razvil nov indeks osvetljenosti v vrzeli (GAP Light Index), ki kaže na svetlobne razmere na vsaki točki v vrzeli in v različnih vrzelih. Model je bil preizkušen v 30 različno velikih in različno orientiranih vrzelih v smrekovem gozdu na Švedskem. Rezultati so pokazali, da je največ semenk smreke v zasenčenih delih vrzeli, za rast pa smreka in tudi ostale drevesne vrste potrebujejo več svetlobe. Avtor je ugotovil, da je proučevan indeks lahko uporabljen za predvidevanje rasti in porazdelitve semenk. Za prenos na druga območja pa je potrebno indeks predhodno preveriti.

V analizi pomlajevanja v nasadih visokogorskih smrekovjih na Krašici je Diaci (2000), v obdobju 1992-1998, preizkušal vpliv rastišč, velikosti vrzeli, starost vrzeli in vpliv ograjenih površin. V delu je avtor za klice, mladje do 20 cm, uporabljal izraz semenke ali nasemenitev, mladje nad 20 cm pa je imenoval mladje. Ločil je štiri rastiščne tipe; tri glede na značilne vrste, četrti rastiščni tip pa so predstavljale vrtače. Ugotovljeno je bilo, da v fazi klitja ni težav, problem pa nastaja pri nadaljnjem razvoju, ki ga ovira pritalna vegetacija in rastlinojeda divjad. Na slabšo pomlajevanje bukve in jelke je vplivalo pomanjkanje semenskih dreves. V začetku raziskave je med klicami močno prevladovala smreka (97 %). Medtem ko je v fazi semenk še vedno naraščalo število smreke in jelke, je gostota mladja najbolj narasla pri ostalih drevesnih vrstah, ki so sposobne hitrejše višinske rasti (npr. pionirske drevesne vrste). V mladju je sicer prevladoval gorski javor. V letu 1998 se je delež smreke in jelke povečal tudi v mladju, kar je posledica postavitve ograj. Na podlagi rezultatov je avtor predvideval, da v fazi mladja delež smreke vseeno ne bo tako prevladujoč kot med klicami. V raziskavi so se izkazale tudi značilne razlike med

rastiščnimi tipi. Avtor je ugotovil posebno ugoden razvoj jelovih semenk na skalovitih mikrorastiščnih legah, kar sovпада z raziskavo Robiča in Bončine (1990, cit. po Diaci, 2000). Sprva je bil razvoj pomlajevanja uspešnejši na novih vrzelih, kasneje pa se razlika med novimi in starimi vrzelmi zmanjševala, kar je posledica razvoja pritalne vegetacije na novih vrzelih. Izsledki raziskave so pokazali, da so za razvoj smreke ugodnejše velike vrzeli, ki pa so sicer tudi bolj dovzetne za razvoj konkurenčne vegetacije. Zmeren razvoj pritalne vegetacije pa po ugotovitvah ni bil omejujoč za razvoj klic gorskega javorja. Avtor je predlagal, glede na veliko število smrekovih klic, odstranjevanje pritalne vegetacije in tako skrajševanje sicer ekonomsko neugodnega obdobja prevzgoje.

Diaci in sod. (2000) so pri proučevanju interakcij različnih ekoloških faktorjev in naravnega pomlajevanja smreke na Pokljuki v Julijskih Alpah ugotovili, da je klic dovolj in da je v prvih letih mogoč razvoj tudi na deloma zastrtih površinah. Za nadaljnji razvoj je nujno oblikovanje vrzeli. Vse dejavnike so proučevali v štirih stratumih: strnjen sestoje, večja odprta površina (0,35 ha), majhna vrzel (0,03 ha) in srednje velika vrzel (0,05 ha). Izkazalo se je, da na pomlajevanje slabo vpliva direktno sevanje in preraščenost s *Polytrichum formosum*. Uspešnejše pomlajevanje je bilo ugotovljeno na podzoljenih tleh z večjim deležem organskih spojin in na površinah z manjšo vegetacijsko pokrovnostjo. Število vrst se ni bistveno razlikovalo med različno velikimi vrzelmi, gre zgolj za različne kombinacije vrst in spremembe deležev posamezne vrste. Avtorji so priporočili ožje oblikovane vrzeli (majhne vrzeli), ki so orientirane vzhod-zahod na daljši osi vrzeli. Ugotovljeno pa je bilo, da so na odprtih površinah izrazito slabše razmere za pomlajevanje (npr. vodni stres), in da vzrok za slabše pomlajevanje tu ni v pomanjkanju semena. Gostota pomladka je bila med 10.000 in 100.000 primerkov/ha, v odvisnosti od proučevanega režima, ki je bil vezan na velikost vrzeli. Izkazalo se je, da je na majhnih vrzelih največkrat izostalo pomlajevanje (30 %).

V diplomski nalogi je Pisek (2000) proučeval vpliv ekoloških faktorjev (globina tal, pritalna vegetacija, svetlobno sevanje, humus, mikrorelief) na naravno pomlajevanje subalpskega smrekovega gozda na Pokljuki. Ugotovil je, da najpomembneje vpliva potencialno direktno sončno sevanje, ki pa je odvisno od tega, ali gre za mrazišče ali pobočje. Raziskava je pokazala, da je sevanje bolj pomembno v fazi nadaljnjega razvoja in

ne v fazi nasemenitve. Izkazalo se je, da ima v mrazišču velik pomen oblikovanost mikroreliefa, na pobočju pa imajo velik vpliv lesni ostanki, ki izboljšujejo mikroklimatske razmere in zmanjšujejo konkurenčnost zeliščne plasti. Skladno z drugimi raziskavami je bilo tudi tu ugotovljeno, da globina tal ugodno vpliva na nasemenitev, kasneje pa se ta vpliv manjša. Izsledki raziskave, ki so jo Diaci in sod. (2005) pripravili na podlagi te diplomske naloge, so pokazali, da na gostoto pomlajevanja močno vplivata velikost in lega vrzeli, za izrazito ugodnejše pa so se izkazale konveksne oblike.

Analiza pomlajevanja zasmrečenih gozdov na jelovo-bukovih rastiščih na Krašici je pokazala, da je glavni konkurent pomladku beli repuh. V pomladku je močno prevladovala smreka. Najugodnejše razmere za smrekov pomladek so bile na severovzhodnih delih vrzeli, kjer prevladuje potencialno direktno sončno sevanje. V zastrtosti z zeliščno plastjo ni bilo razlik med ograjenimi in neograjenimi vrzelmi, razlika pa je bila v vrstni sestavi. Razmere za nasemenitev so bile za smreko na ograjenih površinah ugodnejše. Izrazito je bilo pomanjkanje bukovega pomladka, čemur je vzrok pomanjkanje bukovih semenjakov. Ugotovljen je bil bistven vpliv rastlinojede divjadi na pomlajevanje (Presečnik, 2000).

V analizi naravnega pomlajevanja smrekovih nasadov v Rogu je bilo ugotovljeno, da je smrekovo mladje najuspešnejše na sredini vrzeli in na severnih legah vrzeli (Gorše, 2001).

Rezultati primerjave ograjenih in neograjenih površin v raziskovalnem objektu Ograja Trnovec so pokazali, da je naravna obnova, ob izključitvi vpliva rastlinojede divjadi, v dinarsko jelovo-bukovih gozdovih uspešna (Jarni, 2001). Ugotovljeno je bilo, da se na ograjenih površinah na račun bukve poveča delež javorja, bresta in jelke. Izraziti vzorci vpliva rastlinojede divjadi so se pokazali po višinskih razredih, kjer je bila v višjih višinskih razredih (nad 20 cm) gostota in vrstna pestrost na ograjenih površinah večja. Pod 20 cm so bili vzorci pomlajevanja ravno obratni.

Glavne ovire in možnosti za obnovitev spremenjenih gozdov zmernega pasu Evrope s prvotnimi gozdnimi združbami so podali v obširnem pregledu literature Honnay in sod. (2002). Ugotovili so, da je za razvoj prvotne gozdne združbe, kljub temu da spremenjeni gozdovi mejijo s prvotno gozdno združbo, potrebno vsaj stoletje. Posebno omejujoče je

bilo širjenje, če gre za prevelike razdalje (izolacijo) in neugodne oblike novonastalih površin. Izsledki raziskav so pokazali, da motnje okolja upočasnijo razvoj avtohtone združbe, saj te spodbudijo razrast konkurenčnih vrst. Velik vpliv na hitrost in možnost razvoja prvotne gozdne združbe pa naj bi imela tudi zgodovina rabe obravnavanega območja.

Obnovo gorskega smrekovega gozda po gradaciji podlubnikov so na nesaniranih površinah v Švici proučevali Kupferschmid in sod. (2002). Izkazalo se je, da sta najpogostejši drevesni vrsti v pomladku smreka in gorski javor, medtem ko so bile pionirske vrste (breza, jerebika, iva) redke. Ugotovili so, da je pri umetni obnovi uspešnost manjša, saj kar 97 % primerkov odmre, medtem ko je pri naravni nasemenitvi ta delež predstavljal 74 %. Glede na izvedeno raziskavo so ugotovili, da prekritje površine z lubjem ne vpliva na pomlajevanje smreke, velik vpliv pa ima objedanje (pri smreki 70 %).

Obnovo gozdov po vetrolomu Vivian je na štirih različnih lokacijah v Švicarskih Alpah proučeval Schönenberger (2002). Pred vetrolomom je na proučevanem območju v drevesni sestavi močno prevladovala smreka. Na vsaki izmed lokacij je proučeval vpliv različnih načinov sanacije ujme. Tako je izbral območja, ki niso bila sanirana (drevje puščeno, brez sadnje), sanirana območja ter območja, ki so bila sanirana in kjer je bila opravljena sadnja. Pri popisu je upošteval zgolj pomladek, ki je bil višji od 20 cm. Na vsakem izmed tretmajev je opravil popis na približno 25 ploskvah, velikih 50 m². Na istih ploskvah pa je bil opravljen popis večkrat, in sicer na vsaki dve leti, od leta 1992 do leta 2000. Rezultati so pokazali izredno raznolikost lokacij kakor tudi tretmajev. Ugotovil je, da so v primerjavi številčnosti drevesnih vrst med leti napredovali zgolj gorski javor, smreka, jerebika, iva in breza. Skupna gostota naravne obnove je bila po desetih letih zgolj 1.700 primerkov/ha, kar je 10-15 krat manj kot v nekaterih primerljivih študijah. Na nesaniranih površinah je bila gostota pomladka značilno nižja kot na saniranih. 10 let po ujmi večina pomladka še vedno ni presegla 1 m višine. Kot vzroke za sorazmeroma slabo pomlajene površine pa navaja veliko razdaljo do gozdnega roba, pomanjkanje semenskih dreves in homogene sestoje z visoko lesno zalogo pred dogodkom, kjer skorajda ni bilo pomladka. Ugotavlja, da naravna obnova po 10 letih še ni dosegla gostote sajenega pomladka. Avtor v zaključku

navaja, da je za uspešno in hitro obnovo gozdov z varovalno funkcijo v gorskem svetu potrebna sadnja.

Podobno kot Shönenberger (2002) in na istih lokacijah z istimi tretmaji so obnovo gozdov po vetrolomu Vivian v Švicarskih Alpah proučevali Wohlgemuth in sod. (2002). Tudi oni so zbirali podatke v dvoletnih intervalih od leta 1992 do 2000. Ocenjevali so pokrovnost zelišč in mahov. Pomladek drevesnih vrst so razvrščali glede na višino in glede na leto nasemenitve. Imeli so dva višinska razreda, in sicer pomladek do 20 cm in nad 20 cm. Ugotovili so izredno raznolikost rezultatov na različnih lokacijah. Poleg tega so znotraj desetih let opazovanja zaznali izredno variabilnost. Stalno in povsod sta se med drevesnimi vrstami pojavljali zgolj smreka in jerebika. Smreka in jerebika pa sta bili poleg gorskega javorja tudi najštevilčnejši vrsti. Gostota pomladka je bila v odvisnosti od lokacije med 2.000 in 45.400 primerkov/ha. Poleg tega se je izkazal vpliv razdalje do ohranjenega sestoja, saj je bilo bližje robu ohranjenega sestoja bistveno več pomladka. Ugotovili so, da so za obilnejšo pomladitev potrebne motnje v okolju in svetloba, ki pa hkrati spodbudi razrast vrst iz rodu *Rubus*, ki konkurirajo pomladku.

Naravno pomlajevanje smreke na petih malopovršinskih (50 x 50 m) golosečnih površinah je proučeval Hanssen (2003) na Norveškem. Analiza pomlajevanja je pokazala pomen semenskih let, saj se je 95 % vsega najdenega pomladka razvilo po semenskem letu. Izkazal se je izredno ugoden vpliv organskega dela tal na pomlajevanje in kasnejši razvoj. Depresije so se izkazale za ugodnejši prostor za pomladitev kot pobočja, vseeno pa je bila na pobočju višja stopnja preživetja semenk. Tudi razdalja od roba ohranjenega sestoja je imela v obravnavani raziskavi značilen vpliv na število semenk, saj se je število z večjo razdaljo zmanjševalo.

Na Češkem, v Narodnem parku Šumava, so opravili detajlno analizo pomlajevanja po gradaciji podlubnikov (*Ips typhographus*) (Janášová in Prach, 2004). Raziskava je bila opravljena v visokogorskih smrekovjih mešanega izvora. Pomlajevanje so analizirali in primerjali na nesaniranih in saniranih površinah, vse primerke pa so razdelili v dva višinska razreda (≤ 50 cm in > 50 cm). Izsledki raziskave so pokazali izrazito ugodnejše razmere za pomlajevanje na nesaniranih površinah. Izkazalo se je, da je tu pomladek

obilnejši, predvsem pa je manj pionirskih drevesnih vrst (rakita, breza in trepetlika). Na nesaniranih površinah sta tako prevladovali smreka in jerebika, v manjšem deležu pa se je pomlajevala tudi bukev. Vsesplošno v vseh razredih in režimih je v pomladku prevladovala smreka, vendar se je prevlada smreke z razvojem zmanjševala. Število (razvojno in časovno) starejših primerkov je najhitreje naraščalo na nesaniranih površinah. Avtorja sta v analizi opozorila na v sanaciji uničen, že obstoječ pomladek na saniranih površinah. Izkazalo se je, da na pomlajevanje smreke izredno ugodno vplivata prisotnost lesnih ostankov (posebno ugodno na ogolelih površinah) in smrekovega opada (na nesaniranih površinah), kar kaže na vpliv mikrohabitatov na pomlajevanje. Značilno nižja številčnost primerkov je bila opažena na območjih z razraslo zeliščno plastjo. Ena od ključnih ugotovitev raziskave je bila, da je pomlajevanje na nesaniranih površinah obilnejše ter mnogo hitrejšo za drevesne vrste, ki so praviloma zastopane v obstoječi združbi (klimaksne).

Bitorajc (2005) je prav na objektih v GGE Vrbovec ugotavljal stanje pomlajenosti po gradaciji podlubnikov (*Ips typhographus*). Vsi proučevani objekti so bili uvrščeni v razvojni stadij *Picea excelsa*. Pomlajevanje je bilo proučeno na ograjenih in neograjenih površinah. Nekatere površine so bile ograjene takoj po gradaciji podlubnikov (leto 2003) v letu 2004, proučeval pa je tudi starejše ograjene površine iz leta 1990 in 1996. V raziskavo so bile vključene klice drevesnih vrst, enoletni primerki in dvo- ali večletni primerki. Ugotovljeno je bilo, da je na žariščih najštevilčnejša smreka, sledile pa so ji pionirske drevesne vrste. Največ je bilo dvo- ali večletnih primerkov, skupno število pa je znašalo približno 60.000 primerkov/ha. V raziskavi so se na žarišču pokazale razlike med ograjenimi in neograjenimi površinami, število primerkov pa je bilo pričakovano višje na ograjenih površinah. Avtor je kot vzrok večjega števila na ograjenih površinah navedel vpliv rastlinojede divjadi, a hkrati opozoril na vpliv drugih dejavnikov (zastrtosti z zelišči, vlaga, toplota ...), ki pa v okviru te raziskave niso bili proučeni. Za enoletne primerke smreke in mladje smreke skupaj je bilo ugotovljeno, da je pomlajevanje na žarišču uspešnejše na svetlejših legah (centralnih), medtem ko je analiza ločenega proučevanja senčnih in centralnih leg pokazala, da skupne razlike pri smreki niso značilne, pri enoletnih primerkih smreke pa je pomlajevanje na senčnih legah uspešnejše, kar je bila verjetno posledica bližine semenskih dreves. Razlike v pomlajevanju med platoji in vrtačami na

žarišču so bile majhne. Pri smreki se je sicer izkazalo, da je pomlajevanje na platojih uspešnejše. V vrtačah je bilo več primerkov plemenitih listavcev, vseeno pa je bilo zaradi majhne številčnosti plemenitih listavcev težko sprejeti jasne zaključke. Tudi na starejših ograjenih površinah je prevladovala smreka, značilno manj pa je bilo plemenitih listavcev in pionirskih drevesnih vrst. Avtor je opozoril na razraščenost leske, praproti in robide, ki otežujejo pomlajevanje. V starejših ograjenih vrzelih ni bilo ugotovljenih značilnih razlik med centrom in senčnimi deli, kar je v skladu z dotedanjimi raziskavami. Na starejših ograjenih vrzelih pa so se izkazale razlike med platoji in vrtačami. Smreka je bila dvakrat bolj zastopana v vrtačah kot na platojih. V primerjavi žarišča in starih vrzeli je bilo na žarišču več smreke in pionirskih drevesnih vrst, skupna številčnost pomladka pa je bila večja na žarišču. Izkazal se je velik vpliv potencialnih semenskih dreves na pomladek, ki je bil značilen pri vseh drevesnih vrstah, razen pri bukvi in jelki. Avtor je ugotovil, da vse kaže na sukcesijski razvoj teh površin in predlagal sadnjo smreke in sadnjo ali setev listavcev ob temeljitem ekonomskem premisleku.

V genetski študiji naravne obnove smrekovega sestoja na Pokljuki se je izkazalo, da je v primeru večjih pomladitvenih jeder večja možnost za neprekinjeno ohranjanje prilagoditvenih sposobnosti, že sama naravna obnova pa zagotavlja trajno ohranjanje genskega vira. Vse to pa velja pri avtohtonih populacijah gozdnih drevesnih vrst (Božič, 2005). Kljub naravni obnovi so lahko ob antropogenem vplivu gozdni genski viri ogroženi (Muhs, 1997, cit. po Božič, 2005).

V večini skladne izsledke z drugimi raziskavami so dali tudi rezultati analize ekologije pomlajevanja visokogorskega smrekovega gozda v Jelendolu (Rozman, 2005). Izkazalo se je, da se smreka dobro pomlaja zlasti na robovih vrzeli. Rezultati so pokazali, da gostota mladja ni povezana s količino svetlobe, pomanjkanje svetlobe pa onemogoča nadaljnji razvoj posameznih primerkov. Tudi tu se je pokazal velik vpliv lesnih ostankov, zeliščne plasti, globine tal in objedanja. Gostota mladja je bila nekaj manj od 30.000 primerkov/ha, močno pa je prevladovala smreka. Delež ostalih drevesnih vrst je znašal zgolj 3 %.

Boucher in Mead (2006) sta spremljala spremembo vegetacije in pomlajevanja po gradaciji podlubnikov na polotoku Kanai na Aljaski v letih od 1987 do 2000. Izkazalo se je, da je

sprememba vegetacije izrazito geografsko pogojena. V nižjih predelih, na jugu je potekala sukcesija preko zgodnje sukcesijskih vrst (trave in zelišč), višje (Kanai Mountains) pa preko pozno sukcesijskih vrst (*Tsuga mertensiana*). Po gradaciji podlubnikov ni bilo ugotovljenega zmanjšanega pomlajevanja. Vpliv trav (predvsem *Calamagrostis canadensis*) je bil opazen, vendar naj ne bi vplival na pomlajevanje bele smreke (*Picea glauca*) in papirne breze (*Betula papyrifera*). Opozorila sta na zelo spremenljive rezultate, ki kažejo na to, da ni mogoče poenotiti gospodarjenja v velikem prostoru.

Na Aljaski je bila opravljena raziskava vpliva različnih tretmajev sanacije gradacije podlubnikov na vsebnost dušika v tleh, razvoj pritalne vegetacije in pomlajevanje smreke. Število semenk smreke je bilo značilno večje na požganih površinah. Tudi vpliv trav (*Calamagrostis canadensis*), ki so lahko omejujoč dejavnik pomlajevanja smreke, je bil na požganih površinah značilno manjši (Goodman in Hungate, 2006).

V Švici so Kupferschmid in sod. (2006) pripravili model (RegSnag), ki projicira obnovo gozdov, ki so bili v preteklosti (1990) degradirani zaradi podlubnikov. Za ta namen so uporabili dva modula, in sicer prvega, ki računa razlike med mikrolegami in drugega, ki simulira razvoj obnove. Ugotovili so, da so večji lesni ostanki najprimernejši za obnovo smreke. Projekcija je pokazala, da bo 330 – 930 semenk doseglo 5 m višine v 30-35 letih po gradaciji. Avtorji so ugotovili, da so mikrorastiščne lege (npr. lesni ostanki) še dosti pomembnejše z vidika obnove, kot pa so jih upoštevali v modelu.

Podobno raziskavo, kot je bila že leta 2004 (Janášová in Prach) opravljena v narodnem parku Šumava na Češkem, sta leta 2007 na istem območju opravili Janášová in Matějková. Proučevali sta razlike v pomlajevanju pri različnih načinih sanacije ali pa prepustitvi degradiranih površin naravnemu razvoju. Na splošno je bilo na površinah, ki so bile sanirane (drevje odpeljano ali posekano, olupljeno in puščeno), ugotovljeno, da je pomlajevanje slabše od pomlajevanja na nesaniranih površinah. Na vseh režimih se je sicer najobilneje pomlajevala smreka, pa vendar je bila ta v deležu bolj prisotna na nesaniranih površinah. Skladno z raziskavo iz leta 2004 je bilo na saniranih površinah več pionirskih drevesnih vrst (vrbe, trepetlika, breza). Velik del variabilnosti pomlajevanja so pojasnili mikrohabitati (28,5 %), medtem pa je čas, ki je potekel od gradacije, predstavljal najmanj

pomemben faktor (1,9 % pojasnjene variabilnosti). Na nesaniranih površinah je bilo pomlajevanje najobilnejše (skoraj 30.000 primerkov/ha), na površinah, kjer je bilo drevje olupljeno in puščeno, je bilo približno 10.000 primerkov/ha, najmanjša gostota pa je bila na popolnoma saniranih površinah, kjer je bilo pomladka zgolj nekaj tisoč primerkov/ha.

Raziskavo obnove gozda po obširni gradaciji podlubnikov so na polotoku Kanai na Aljaski opravili tudi Boggs in sod. (2008). Rezultati analize so pokazali izrazito ugodno pomlajevanje smreke (večina *Picea glauca*) na lesnih ostankih. Kar 57 % vseh smrek je bilo pomlajenih na lesnih ostankih in to, kljub temu da so lesni ostanki predstavljali le 2 % površine. Rezultati so pokazali tudi negativen vpliv trav (*Calamagrostis canadensis*) na preživetje klic. Gostota primerkov, višjih od 1,5 m, po gradaciji (855/ha) je bila približno enaka tisti pred gradacijo.

Janášová in Prach (2008) sta na istem območju kot v letu 2004 opravila podobno raziskavo, le da je bil poudarek na zeliščni in mahovni plasti. Ugotovila sta, da ima sanacija površin večji vpliv na spremembo vegetacije kot sama gradacija podlubnikov. Na nesaniranih površinah se je dobro ohranila zeliščna plast smrekovih gozdov (*Oxalis acetosella*, *Homogyne alpina* in *Trientalis europaea*). Rezultati so pokazali na izrazito spremembo zeliščne plasti na saniranih površinah, kjer je bil značilen razrast trav (*Calamagrostis villosa* in *Avenella flexuosa*) in pionirskih vrst (*Juncus effusus*, *Rumex acetosella*, *Rubus idaeus*). Na saniranih površinah se je število vrst v petih letih podvojilo, na nesaniranih površinah pa se število vrst ni bistveno spremenilo.

Temeljita raziskava pomlajevanja po gradacijah podlubnikov (*Ips typographus*) je bila opravljena v Bavarskem gozdnem narodnem parku v subalpinskih smrekovih gozdovih. Med letoma 1991 in 2005, ko se je zgodilo več obširnejših gradacij (skupno je bil vpliv podlubnikov na 2.031 ha), so obširno spremljali gostoto pomlajevanja, drevesno sestavo, relativne višine in poškodbe na pomladitvenih površinah. Snemanja so opravili na stalnih vzorčnih ploskvah. Rezultati raziskave so pokazali, da se gostota primerkov povečuje. V letu 2005 je gostota znašala 5.240 primerkov/ha, ki presegajo 10 cm višine. Nepomlajene površine je ostalo manj kot 1 %. Ob upoštevanju vseh višinskih razredov je v pomladku močno prevladovala smreka s približno 90 %, zaznaven pa je bil tudi delež gorskega

javorja s 7 %. Izkazalo se je, da se število primerkov skozi leta povečuje v vseh višinskih razredih (20 - 300 cm), izjema je bil zgolj višinski razred 10 - 20 cm, kjer se je število v zadnjem časovnem obdobju (2005) zmanjšalo. Raziskava poškodb je pokazala, da je najpogostejše objedanje in znaša 1,6 % pri smreki, delež objedenih primerkov pa se je zmanjševal. Od leta 2000 je naraščalo objedanje pri gorskem javorju (Heurich, 2009).

Vidic (2009) v diplomskem delu, ko je proučeval razvoj mladja v gozdnem rezervatu Smrečje po naravnih motnjah, ugotavlja negativen vpliv pritalne vegetacije (povprečna zastrtost 74 %) na pomladek smreke in bukve. Rezultati so pokazali na pozitiven vpliv lesnih ostankov (povprečna zastrtost 12 %) na pomlajevanje smreke. Tudi sicer je v pomladku prevladovala smreka (87 %), v višjih višinskih razredih pa se je vse bolj uveljavljala bukev.

Izrazito naraščanje objedenosti mladja z razvojnimi stopnjami posameznih primerkov je ugotovil Kelenc (2010) v študiji prevzgoje izmenjanih in spremenjenih gozdov. Največja objedenost ob upoštevanju vseh drevesnih vrst in objektov je bila v razvojni stopnji 51 – 300 cm. Izkazalo se je, da poleg objedanja na prenizko gostoto pomladka vpliva še močna konkurenca zeliščne plasti, pomanjkanje semenskih dreves (bukev, jelka) ter v majhnih vrzelih pomanjkanje svetlobe.

Spremembe vsebnosti dušika v tleh po gradaciji podlubnikov so proučevali Tahovská in sod. (2010). Izsledki raziskave so pokazali, da se vsebnost dušika v tleh poveča še pred dokončno defoliacijo, ki že kaže na zmanjšanje vsebnosti dušika v rastlinah. Največja vsebnost dušika v tleh pa je bila ob popolni defoliaciji prizadetih dreves.

Svoboda in sod. (2010) v študiji razvoja in obnove gorskih smrekovih gozdov srednje Evrope opozarjajo na pomen lesnih ostankov, odstranjevanje le-teh naj bi omejevalo naravno obnovo. V prid temu govorijo rezultati njihovih izsledkov, ko je bilo na površinah po naravnih motnjah 50 do 80 % vsega mladja smreke na lesnih ostankih, čeprav so lesni ostanki predstavljali zgolj 4 – 9 % proučevane površine.

V Klaužerjevem diplomskem delu (2012), ki je proučeval uspešnost obnove v okolici Bohorja po vetrolomu na pretežno bukovih rastiščih, je bilo ugotovljeno, da je večina mladja že bila razvita pred vetrolomom in tako ni bilo zaznati večjega vpliva semenskih dreves. Tudi tu je avtor opozoril, da so nekatere površine popolno zastrte z zeliščnimi vrstami (robida, mali zimzelen in navadni srobot). Sicer se je na površinah, prepuščenih naravni obnovi, pojavilo več drevesnih vrst kot na zasajenih površinah, največji delež na površinah, prepuščenih naravni obnovi, pa je imela bukev (zastrtost 2,1 %). Na površinah naravne obnove je bila povprečna gostota drevesnih vrst (pribl. 25.000 primerkov/ha) več kot trikrat večja kot na tistih, kjer je bila opravljena sadnja.

3 MATERIAL IN METODE

3.1 LOKACIJA RAZISKOVALNEGA OBJEKTA

3.1.1 GGE Vrbovec

3.1.1.1 Geografski opis s talnimi in hidrološkimi razmerami

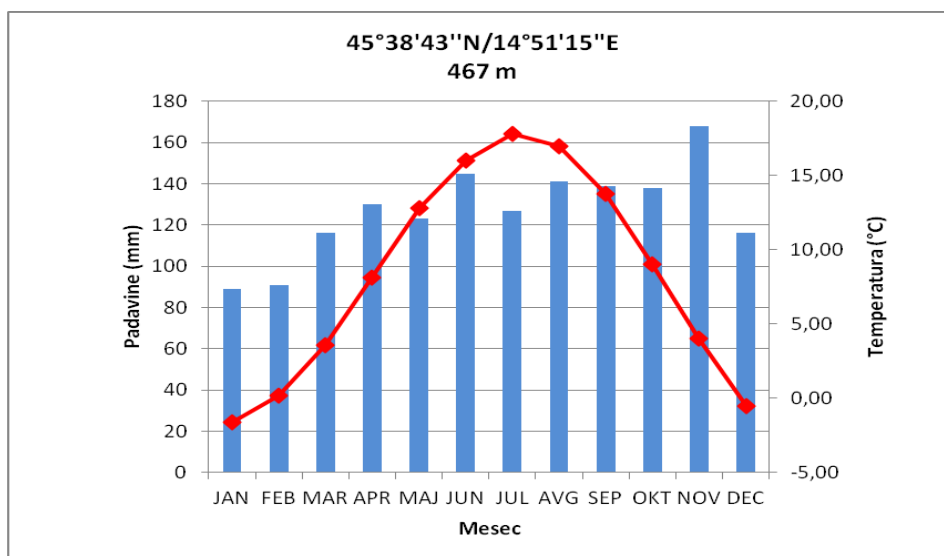
GGE Vrbovec leži v GGO Kočevje, in sicer severozahodno od Kočevja. Osrednji del enote predstavlja jugovzhodni del Male gore, ki prehaja v nižinski in precej vrtačast del Šahna in Kočevskega polja. Severozahodni del enote sega v Suho krajino (Gozdnogospodarski načrt ..., 2003, 2011a). Pretežen del matične podlage v enoti sestavljajo zgornjekredni rudistni apneneci. Sicer velja GGE Vrbovec z geološkega vidika za sorazmeroma enostavno, saj poleg omenjene matične podlage najdemo zgolj še spodnjekredni temnosivi apnenec. Obe vrsti matične podlage sta za vodo prepustni in zato stalnih voda tu ni oziroma najdemo le posamezne vodnjake ter studence na robu gozda. V enoti najdemo štiri skupine talnih tipov: rendzine, karbonatna humozna tla, pokarbonatna rjava tla in pokarbonatna rjava podzoljena tla (Vegetacijska in rastiščna analiza..., 1971).

3.1.1.2 Površina in lastniška struktura gozdov

Površina gozdov v enoti znaša 4.256,25 ha, močno pa prevladujejo državni gozdovi (81,8 %). Zaradi denacionalizacije je v zadnjih letih velik del državnih gozdov prešel v last lokalnih skupnosti (11,0 %), v večini pa je lastnik postala občina Kočevje. 7,2 % gozdov v enoti je zasebnih. Skupno število lastnikov v enoti je 140, od tega imajo štirje lastniki več kot polovico (54,3 %) vseh gozdov, ki so v zasebni lasti. Gozdovi imajo poleg nekaterih okoljskih funkcij tudi izreden proizvodni pomen, saj je skoraj polovica (49,6 %) površine gozdov v enoti poudarjeno z lesnoproizvodno funkcijo na 1. stopnji (Gozdnogospodarski načrt ..., 2011a).

3.1.1.3 Klimatske razmere

Na Kočevskem se mešata interferenčni in preddinarsko-predpanonski klimatski tip. Severni in severovzhodni del je bolj pod vplivom kontinentalnega panonskega podnebja, kar prinaša manj padavin in večja temperaturna nihanja (Gozdnogospodarski načrt ..., 2003, 2011a). Povprečna letna temperatura za Kočevje znaša 8,3 °C (obdobje 1961-1990). Absolutno najvišja izmerjena temperatura v proučevanem obdobju je bila 35,6 °C, najnižja pa -29,2 °C. V povprečju je najhladnejši mesec januar (-1,6 °C), najtoplejši pa julij (17,8 °C) (Mekinda-Majaron, 1995). Kočevska sodi v Sloveniji med bolj namočena območja s povprečno letno količino padavin 1.523 mm (obdobje 1961-1990). V povprečju pade največ padavin v novembru (168 mm), najmanj padavin pa pade v mesecu januarju (89 mm) (Slika 1). Povprečna višina padavin v vegetacijskem obdobju znaša 805 mm (Zupančič, 1995). Za najbolj namočen del Kočevske velja jugozahodni del območja (1.800 – 1.900 mm), najmanj padavin (1.300 mm) pa pade na področju Starega Loga in Smuke (Gozdnogospodarski načrt ..., 2003, 2011a). Raziskovalni objekti se nahajajo sorazmeroma blizu Starega Loga, zato bi lahko rekli, da se količina padavin giblje okoli 1.300 mm.



Slika 1: Klimadiagram za meteorološko postajo Kočevje, podatki za referenčno obdobje 1961-1990 (prirejeno po Mekinda-Majaron, 1995; Zupančič, 1995)

3.1.1.4 Gozdne združbe v enoti in ohranjenost gozdov

Večji del GGE Vrbovec uvrščamo v preddinarsko fitogeografsko območje, zgolj osrednji del (Mala gora s Črnim vrhom) spada v dinarsko fitogeografsko območje (Gozdnogospodarski načrt ..., 2003, 2011a). Skoraj polovico enote (45,5 %) porašča preddinarsko-dinarsko gradnovo belogabrovje (*Epimedio-Carpinetum*), ki je tako najbolj razširjena gozdna združba v enoti. V preteklosti so bili ti gozdovi močno spremenjeni, kar se danes odraža v večjih površinah degradinarinih gozdov. Rastišča jelke in bukve so druga najbolj obsežna in pokrivajo 19,1 % enote, od teh rastišč pa je najbolj zastopano (13,0 %) rastišče nižinske subasociacije, dinarsko jelovo bukovje s srobotom (*Omphalodo-Fagetum clematidetosum*). Tudi ti gozdovi so bili v preteklosti v večji meri spremenjeni v smrekove nasade, danes pa so tu pogosta sanirana žarišča velikega smrekovega lubadarja (*Ips typhographus*), ki so bila predmet naloge. Podgorsko gradnovo bukovje na izpranih tleh (*Hedero-Fagetum*) predstavlja 18,4 % enote. V enoti najdemo (9,0 %) tudi sestoje črnega gabra in malega jesena, ki predstavljajo združbo preddinarsko-dinarskega toploljubnega bukovja (*Ostryo-Fagetum*). Preddinarsko gorsko bukovje porašča 7,0 % enote. Vse ostale združbe predstavljajo skupaj zgolj 1 % (*Quercu-Ostryetum carpinifoliae*, *Lamio orvale* – *Fagetum*, *Alnetum incanae*) (Gozdnogospodarski načrt ..., 2011a).

V enoti prevladujejo ohranjeni gozdovi (45,2 %), je pa več kot četrtina (25,7 %) gozdov izmenjanih. Gre za osnovane smrekove nasade v nižinskem delu enote (Kočevsko polje) v bližini naselij (Gozdnogospodarski načrt ..., 2011a).

3.1.2 Proučevan RGR s preteklim gospodarjenjem

3.1.2.1 Kratek opis RGR Zasmrečeni nižinski jelovo-bukovi gozdovi

V enoti najdemo dva zasmrečena RGR, in sicer večjepovršinski RGR Zasmrečeni hrastovo-bukovi gozdovi, ki predstavljajo kar 21,5 % površine gozdov v enoti in RGR Zasmrečeni nižinski jelovo-bukovi gozdovi, ki je bil predmet raziskave, ter predstavljajo 11,4 % površine v enoti (Gozdnogospodarski načrt ..., 2011a).

Proučevan RGR predstavljajo umetno osnovani smrekovi sestoji, ki so nastali na prehodu v prejšnje stoletje in se razprostirajo v nižinskem delu enote, od Gorenja in Koblarjev proti vznožju Male gore. V tem RGR močno prevladuje (82,9 %) rastišče dinarsko jelovo bukovje s srobotom (*Omphalodo-Fagetum clematidetosum*), tu pa se nahajajo tudi raziskovalni objekti. Na nekoliko višjih legah se pojavlja preddinarsko-dinarsko gradnovo belogabrovje (*Epimedio-Carpinetum*) (13,8 %) in različna bukovja (Gozdnogospodarski načrt ..., 2011a). Rastišča v večini veljajo za visoko produktivna (Gozdnogospodarski načrt ..., 2003). Fitocenologi so zaradi spremenjenih ekoloških razmer proučevane smrekove monokulture uvrstili v razvojni stadij *Picea excelsa*. Talni tip na proučevanem območju so rjava pokarbonatna tla na svetlem apnencu in rjava pokarbonatna tla, sprana in skalovita (Vegetacijska in rastiščna analiza..., 1971).

3.1.2.2 Razvojne faze, lesna zaloga in drevesne vrste

V RGR prevladujejo, po obsežnih gradacijah podlubnikov, nastala mladovja (35,7 %) s posameznimi nadstojnimi listavci ter sestoji smreke v fazi debeljaka in drogovnjaka (Slika 2). Povprečna lesna zaloga v RGR znaša 276 m³/ha, v lesni zalogi pa močno prevladujejo (81,6 %) iglavci. Predvsem iglavci imajo neugodno strukturo lesne zaloge, saj je več kot tretjina lesne zaloge v 5. debelinskem razredu (Gozdnogospodarski načrt ..., 2011a).

V drevesni sestavi močno prevladuje smreka, ki predstavlja 72,2 %. Smreki sledijo: jelka (8,1 %), hrasti (6,2 %), plemeniti listavci (5,6 %), bukev (3,9 %), drugi trdi listavci (2,3 %), bor (1,2 %) in mehki listavci (0,5 %). Ohranjenost drevesne sestave je zgolj 13 %. Delež smreke občutno presega naravno stanje (5,6 %), izrazito premalo je bukve (naravno stanje je 35,9 %) in jelke (naravno stanje je 25,4) (Gozdnogospodarski načrt ..., 2011a).

Iz stalnih vzorčnih ploskev, ki se nahajajo v bližini žarišč v obstoječih matičnih sestojih, smo želeli pridobiti stanje gozdov pred gradacijo. Iz povprečja štirih ploskev smo izračunali lesno zalogo 389 m³/ha in prirastek 11,1 m³/ha. Povprečno število dreves na hektar je bilo 318, temeljnica pa 28,7 m²/ha. V drevesni sestavi je prevladovala smreka

(78,1 %), sledile pa so ji lipovec (8,7 %), bukev (7,3 %), graden (4,8 %) in navadni gaber (1,1 %) (Stalne vzorčne ploskve ..., 2010).



Slika 2: Spredaj mladovja s posameznimi nadstojnimi listavci in zadaj sestoji smreke v fazi debeljaka (foto: Anže Krese, junij 2013)

3.1.2.3 Kratka zgodovina gospodarjenja

Prva naselitev Slovencev na Kočevskem je zabeležena v 13. stoletju, ko so prvi prebivalci poselili vse dostopnejše in za obdelavo primerne površine. Na splošno je bila zaradi izredno kamnitega in gozdnatega območja kolonizacija počasna. V 30. letih 14. stoletja so na do takrat redko poseljeno območje Ortenburžani naselili nemške koloniste. Kljub temu je velik del Kočevske ostal neposeljen (tudi Mala gora). Ko se je zunanja kolonizacija končala (po letu 1400), se je začelo obsežno krčenje gozda za pridobivanje novih obdelovalnih površin in naselij. Že okoli leta 1500 so se nekatere kmetijske površine zaradi razmahnitve krošnjarstva začele znova zaraščati. Gozdarstvo je bila pomembna gospodarska panoga Kočevske, saj so bile klimatske in terenske razmere za kmetijstvo

neugodne (Ferenc, 1993). Z nastopom Auersperga, kot lastnika večine kočevskih gozdov, se je leta 1641 začelo načrtno gospodarjenje. Gozdovi v bližini naselij, ki so jih tedaj imeli v lasti kmetje, so bili še vedno nenačrtovano izkoriščeni. Okoli leta 1930 so v nekdanjih Auerspergovih gozdovih sekali bukove gozdove in jih pogozdovali s smreko (Gozdnogospodarski načrt ..., 2003, 2011a). Na prehodu iz leta 1941 na 1942 se je iz tega območja izselilo 11.500 kočevskih Nemcev. Večino odročnih naselij in kmetijskih površin je gozd povsem prerasel. Velik del ozemlja kočevskih Nemcev je tedaj prešlo v splošno ljudsko premoženje. Od leta 1952 je s tem območjem upravljalo Kmetijsko gozdarsko podjetje Kočevje (Ferenc, 1993).

Na terensko ugodnih zemljiščih in nekdanjih kmetijskih zemljiščih so od druge polovice 19. stoletja do začetka druge svetovne vojne snovali smrekove nasade. Glavni vzrok za sajenje smreke so bili: tedaj priznana nemška šola, gospodarska kriza bukovih gozdov in razvoj papirne industrije. Na Kočevskem je v tistem času nastalo 1.200 ha smrekovih nasadov. Že v petdesetih letih prejšnjega stoletja je gozdarska stroka spoznala, da je bilo osnivanje tako obsežnih monokultur napaka in si prizadevala za osnivanje rastišču primerno drevesno sestavo (Miklavžič, 1954). Prelesnik (2013), upokojeni gozdar in poznavalec preteklosti Kočevske, trdi, da so eni prvih nasadov smreke na Kočevskem nastali prav v GGE Vrbovec. Nastali naj bi s kombinacijo saditve in setve. Do drugačnih ugotovitev je prišel Papež (1970), ki je pri analiziranju nižinskih smrekovih sestojev predela Klinje vasi ugotovil, da se je smreka v proučevano območje v večini nasemenila sama. Po pričevanju dveh domačinov, ki ju avtor v delu navaja, se je smreka obilno nasemenila na od požiganja zakisane površine. Seme je po njunem mnenju prišlo s takoiimenovanih smrekovih "košev", ki so na pašnih površinah služili za senco živini. Kasneje so ljudje sekali listavce za kurjavo in tako dodatno sproščali smreko.

Od ureditvenega obdobja 1971-1980 sta lesna zaloga in prirastek stalno naraščala. Etat je bil v preteklih letih v večini realiziran, razen etat listavcev v zasebnih gozdovih (Gozdnogospodarski načrt ..., 2003, 2011a). Že v ureditvenem obdobju 1991-2000 je 39 % vsega poseka pri iglavcih predstavljala sanitarna sečnja. Prav tako pa so urejevalci opozarjali na izrazito velik delež debelega drevja pri iglavcih in prisotnost listavcev le v polnilnem sloju. Primanjkovalo je pomlajencev, skoraj polovica pomladka v pomlajencih

pa je bilo pomanjkljivih zasnov (Gozdnogospodarski načrt ..., 2003). Zaradi izrazitih motenj (vihar, toča) v letu 2003 in izrazite suše je v letu 2004 prišlo do velikopovršinskih gradacij velikega smrekovega lubadarja (*Ips typhographus*). Tako je bil v letih 2003-2006 izrazito visok delež sanitarnih sečenj. Načrtovan posek v GGE se je iz predvidenih 180.400 m³ povišal na 337.830 m³. Možen posek se je po spremembi načrta v tem RGR iz 39.000 m³ povišal na 143.000 m³, ki pa je bil zaradi umiritve razmer po letu 2006 realiziran 93 %. Sanitarna sečnja iglavcev in oslabela drevesa so predstavljala 95 % vsega poseka v proučevanem RGR. Redčenja in pomladitveni posek so bili na ta račun zadržana. Sanacijo žarišč načrtovalci Zavoda za gozdove ocenjujejo kot uspešno. Na degradiranih površinah je bila kot predkultura posajena smreka, pod katero pa se vraščajo rastišču primerne drevesne vrste. Gojitvena dela (priprava sestojev na naravno obnovo, nega mladja, nega letvenjka) so bila v zadnjem načrtovalnem obdobju krepko presežena glede na dela, predvidena z načrtom (Gozdnogospodarski načrt ..., 2011a).

3.2 METODOLOGIJA

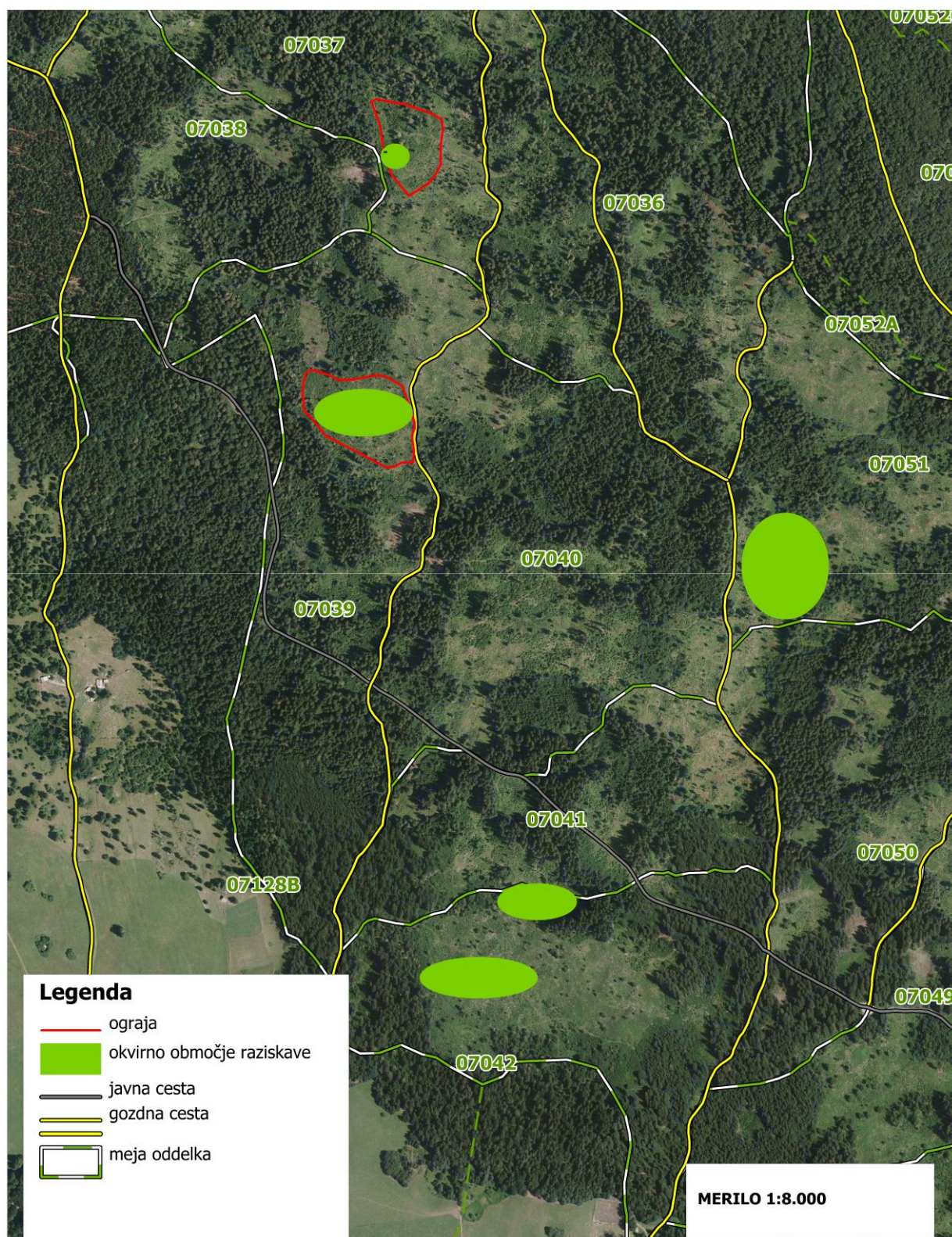
3.2.1 Izbira vzorčnih ploskev

Magistrsko delo poskuša prikazati spremembe pomlajevanja v času. Prav zato smo prevzeli metodologijo, ki jo je leta 2005 uporabil Bitorajc in jo hkrati nekoliko izpopolnili.

Zaradi neposredne primerjave rezultatov smo želeli postaviti vzorčne mreže na lokacije iz leta 2005. Ker smo imeli na razpolago GPS koordinate izhodišč vzorčnih mrež, smo se na podlagi GPS koordinat in popisov vegetacije iz leta 2005 poskušali približati takratnim izhodiščem. Poleg tega nam je pravilnost izbire izhodišča kazal tudi relief, saj bi sicer kaj hitro lahko iz vzorčne mreže, ki bi morala biti na platoju, zašli v vrtačo in obratno. Vsa izhodišča vzorčnih mrež so bila ob popisu na željo Območne enote Zavoda za gozdove Slovenije trajno zakoličena z železnimi količki.

Skladno s strokovno nalogo smo obnovili ploskve (Slika 3):

- 120 ploskev na neograjenih žariščih iz leta 2003;
- 120 ploskev na ograjenih žariščih iz leta 2003.



Slika 3: Karta območja raziskave po oddelkih

Avtor strokovne naloge nam je predal tudi detajlno razporeditev vzorčnih mrež z oštevilčenimi vzorčnimi ploskvami. S temi podatki smo lahko znotraj dveh, zgoraj omenjenih skupin ploskev, identificirali ploskve s sledečimi obravnavami.

- 60 ploskev v vrtačah:
 - 30 v središču vrzeli;
 - 30 na senčnih robovih vrzeli.
- 60 ploskev na platojih:
 - 30 v središču vrzeli;
 - 30 na senčnih robovih vrzeli.

Za vsak oddelek, v katerem so bili opravljeni popisi, smo iz GGN ugotovili zgodovino ukrepov, in sicer leto sečnje, leto in strukturo sadnje ter izvedeno nego (Preglednica 1).

Preglednica 1: Pregled izvedenih del v raziskovalnih objektih (Gozdnogospodarski načrt ..., 2011b)

Objekt		Žarišča iz leta 2003						
		Neograjeno		Ograjeno				
Oddelek		42	51	37		39		
Leto sečnje		2003	2003, 2004	2003-2005		2003, 2004		
Postavitev ograje		/			2004			
Sadnja	Leto	2004						
	Dr. vrsta	Smreka	Smreka	Graden	Smreka	Smreka	G. javor	Češnja
	Število	6.000	7.500	100	4.000	2.500	1.200	400
Nega mladja (leto)		2011						

Že pri pripravi strokovne naloge se je avtor izogibal površinam, ki so bile sajene. Tako tudi mi nismo zasledili veliko sajenih primerkov. V primeru, da so se sajeni primerki nahajali na popisni ploskvi, smo jih posebej evidentirali za namen ugotavljanja vpliva sajene smreke na preostali pomladek.

3.2.2 Popis na raziskovalnih ploskvah

Pri popisu na ploskvah smo ohranili velikost ploskev iz strokovne naloge (Slika 4). Izhodišča na ploskvah predstavljajo JZ rob ploskve, ostali robovi pa sledijo osnovnim smerem neba.



Slika 4: Postavitev vzorčne ploskve na terenu v velikosti 1,5 m x 1,5 m (foto: Anže Krese, junij 2013)

Pri snemanju na ploskvah smo beležili pomladek in ga po posameznih drevesnih vrstah skladno s strokovno nalogo razdelili v sledeče kategorije:

- klice;
- enoletni primerki;
- dvo- ali večletni primerki.

Zaradi razvoja pomladka smo starostni razred dvo- ali večletnih primerkov razdelili na naslednje višinske razrede:

- do 20 cm;

- 21 – 50 cm;
- 51 – 130 cm;
- 131 – 250 cm;
- od 251 cm – 5 cm prsnega premera.

Primerkov, ki so presegali 5 cm prsnega premera, nismo upoštevali kot pomladek. Na vsaki ploskvi je bila ocenjena (v %) tudi absolutna zastrtost posamezne grmovne ali drevesne vrste.

Na 150 vzorčnih ploskvah smo opravili popoln popis absolutne zastrtosti (v %) posameznih zeliščnih vrst. Na preostalih 90 ploskvah je bila zabeležena zgolj prevladujoča zeliščna vrsta. Na vseh vzorčnih ploskvah pa je bila ocenjena skupna zastrtost zelišč na ploskvi.

Za ugotavljanje povezanosti številčnosti in drevesne sestave pomladka s prisotnostjo in oddaljenostjo potencialnih semenskih dreves smo semenska drevesa posneli z GPS-om v pasu 80 m. Posnete so bile vse drevesne vrste razen smreke, ki je prisotna na vseh objektih v proučevanem pasu. Naknadno smo s pomočjo koordinat za posamezne ploskve določili minimalno razdaljo do matičnih sestojev, prav tu pa je močno prevladovala smreka. Za proučevanje vpliva semenskih dreves na pomladek smo upoštevali minimalno razdaljo med semenskim drevesom in pomladkom določene vrste. Poleg tega smo izračunali tudi povprečno razdaljo treh najbližjih semenskih dreves iste vrste in preizkušali povezanost s pomladkom.

3.2.3 Analiza podatkov

Drevesne in grmovne vrste smo, z izjemo smreke, bukve in jelke, kot osnovne drevesne vrste, uvrstili v skupine drevesnih vrst (Preglednica 2). Na ta način smo omogočili večjo preglednost nad rezultati, hkrati pa smo bili pri izstopajočih rezultatih pozorni tudi na posamezne vrste v določenih skupinah.

Preglednica 2: Uvrstitev posameznih lesnatih vrst v skupine

Osnovne drevesne vrste	Pionirji	Plemeniti listavci	Trdi listavci	Grmovne vrste
Navadna smreka (<i>Picea abies</i> (L.) Karst.)	Navadna breza (<i>Betula pendula</i> Roth.)	Gorski brest (<i>Ulmus glabra</i> Huds.)	Navadni mokovec (<i>Sorbus aria</i> (L.) Crantz)	Navadna leska (<i>Corylus avellana</i> L.)
Bukev (<i>Fagus sylvatica</i> L.)	Iva (<i>Salix caprea</i> L.)	Lipovec (<i>Tilia cordata</i> Mill.)	Graden (<i>Quercus petraea</i> (Mattuschka) Liebl.)	Puhastolistno kosteničevje (<i>Lonicera xylosteum</i> L.)
Navadna jelka (<i>Abies alba</i> Mill.)	Trepetlika (<i>Populus tremula</i> L.)	Gorski javor (<i>Acer pseudoplatanus</i> L.)	Cer (<i>Quercus cerris</i> L.)	Navadna kalina (<i>Ligustrum vulgare</i> L.)
	Navadna jerebika (<i>Sorbus aucuparia</i> L.)	Češnja (<i>Prunus avium</i> (L.) L.)	Maklen (<i>Acer campestre</i> L.)	Navadna krhlika (<i>Frangula alnus</i> Mill.)
		Drobnica (<i>Pyrus pyraeaster</i> (L.) Burgsd.)	Navadni gaber (<i>Carpinus betulus</i> L.)	Enovratni glog (<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.)
		Lesnika (<i>Malus sylvestris</i> (L.) Mill.)	Brek (<i>Sorbus torminalis</i> (L.) Crantz)	Črni bezeg (<i>Sambucus nigra</i> L.)
				Brogovita (<i>Viburnum opulus</i> L.)
				Bradavičasta trdoleska (<i>Euonymus verrucosa</i> Scop.)
				Dobrovita (<i>Viburnum lantana</i> L.)
				Navadni volčin (<i>Daphne mezereum</i> L.)
				Črni trn (<i>Prunus spinosa</i> L.)
				Navadni češmin (<i>Berberis vulgaris</i> L.)

Pri analiziranju gostot drevesnih vrst smo zaradi velike spremenljivosti pojavljanja klic v času le-te izločili iz nadaljnjih obdelav. Rezultati tako ne vključujejo klic, razen tam, kjer je na to posebej opozorjeno. Za preizkušanje odvisnosti gostot in zastrtosti od različnih faktorjev smo uporabili navaden neparametrični test dveh neodvisnih vzorcev (Mann-Whitney). Za ugotavljanje povezanosti med posameznimi spremenljivkami smo uporabili Spearmanov korelacijski koeficient rangov. Z namenom, da bi upoštevali odvisnost vzorcev v vrzelih in ugotovili spremenljivke, ki najmočneje vplivajo na gostoto in zastrtost, smo uporabili generalizirane linearne mešane modele. Zaradi vse večjega pomena pionirjev in še vedno prevladujoče smreke smo mešane modele uporabili prav za te vrste. V primeru proučevanja vplivnih dejavnikov na gostote z metodo mešanih modelov smo združili podatke iz snemanja v letu 2005 in 2013. Kot "Random" dejavnike, smo uporabili oddelke. Analize smo opravili z negativno binomsko verjetnostno porazdelitvijo.

Na podlagi popisov zeliščne plasti iz leta 2013 smo z metodo glavnih koordinat (principal coordinate analysis – PCoA ali PCO) pripravili ordinacijo. Kot mero različnosti smo uporabili Bray-Curtis-ovo (Bray-Curtis dissimilarity) mero različnosti. Razdalje smo izračunali iz matrike popisov, kjer smo pred tem pokrovne vrednosti vrst (%) transformirali s četrtem korenem. Z ordinacijo smo prikazali razmestitev popisov na 1. in 2. osi, ki pojasnita največji del variabilnosti. Za popise smo izračunali povprečne fitoindikacijske ocene za svetlobne, toplotne, vlažnostne razmere, kontinentalnost podnebja, preskrbljenost tal s hranili (dušikom), kislost, humoznost in zračnost tal. Pri tem smo uporabili Landoltove fitoindikacijske vrednosti rastlinskih vrst (Landolt in sod., 2010), upoštevali pa smo tudi pokrovnost vrst (tehtana aritmetična sredina). Te vrednosti, nekatere druge ekološke podatke in podatke o pomlajevanju za leti 2005 in 2013, smo z linearno regresijo na prvih dveh oseh PCO ordinacije dodali na sliko ordinacije kot pasivne spremenljivke (prikazane so le tiste z značilnim regresijskim koeficientom, $p < 0,05$). Poleg ordinacije smo po metodi, ki sta jo opisala Dufrene in Legendre (1997), za celoten nabor popisov ugotavljali razlikovalni potencial rastlinskih vrst glede na ograjenost/neograjeno vrzeli. Skladno z izbrano metodo smo sprva izračunali povprečno prisotnost in povprečno pokrovnost posamezne vrste glede na ograjenost vrzeli. Nadalje smo ločeno za ograjene in neograjene vrzeli izračunali indeks IndVal (IV), ki je produkt povprečne prisotnosti in povprečne pokrovnosti za posamezno vrsto (vrednosti med 0 in 1). Značilnost indeksa IV smo ugotavljali z permutacijskim testom, kjer smo naključno razporejali popise v skupine ter vedno znova izračunavali indeks IV.

Podatke smo analizirali z Microsoft Office Excel, IBM SPSS Statistics 20, Statistica 8 in programskim okoljem R (R core team, 2014) s knjižnico vegan (Oksanen in sod., 2013). Karta z objekti raziskave je bila pripravljena v programu MapInfo Professional 11.0.

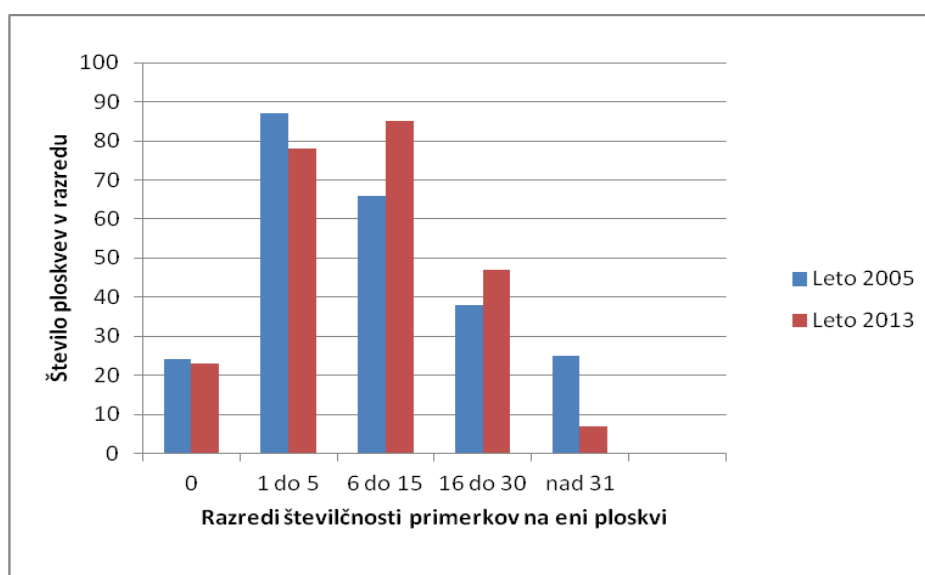
4 REZULTATI

4.1 SPLOŠNO STANJE NA RAZISKOVALNIH OBJEKTIH

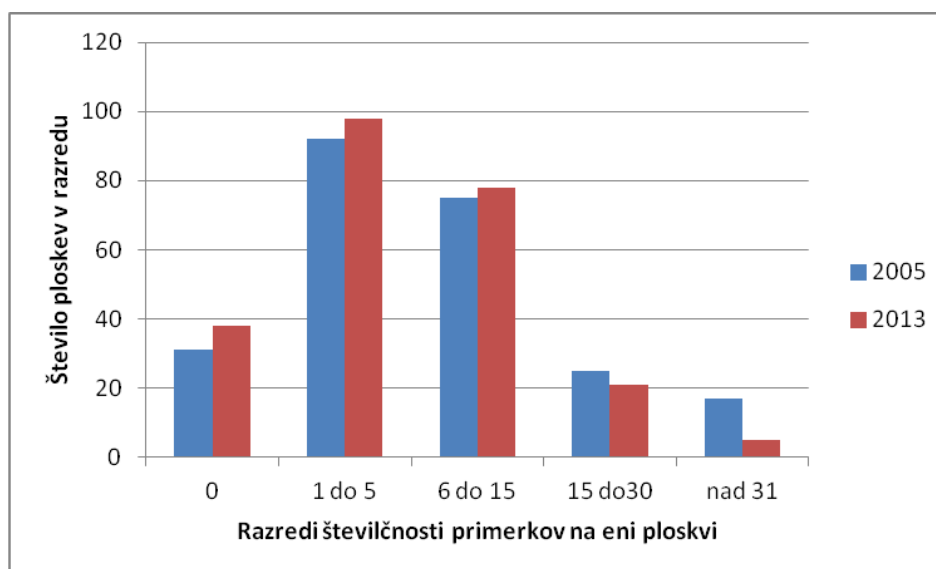
4.1.1 Številčnost pomladka na posameznih ploskvah

Pri popisu na ploskvah smo ugotovili, da so bili v letu 2013, v kolikor ne upoštevamo grmovnih vrst, v povprečju dobri 4 primerki/m². Največja gostota na posamezni ploskvi je znašala 30 primerkov/m². V letu 2005 je bilo povprečje večje, in sicer skoraj 6 primerkov/m², maksimalna gostota primerkov na eni ploskvi pa je znašala 60 primerkov/m². Slika 5 prikazuje, da se je število povsem praznih ploskev (podatki brez klic in grmovnih vrst) zmanjšalo iz 24 na 23. Trideset odstotkov praznih ploskev iz leta 2005 je bilo praznih tudi v letu 2013. Prav tako lahko razberemo, da je bilo v letu 2013 več srednje zasedenih ploskev (razreda od 6 do 30 primerkov/ploskev), medtem ko je bilo v letu 2005 več tistih manj zasedenih (razred 1 do 5 primerkov/ploskev) in tistih močno zasedenih ploskev (razred nad 31 primerkov/ploskev).

Nadalje smo primerjali zasedenost ploskev z ekonomsko zanimivimi vrstami (Slika 6). Med ekonomsko zanimive vrste smo uvrstili: smreko, bukev, jelko, gorski javor, drobnico, lesniko, brest, češnjo, graden in cer. Ugotovili smo, da so razlike med letoma majhne. Število praznih ploskev je bilo v letu 2013 nekoliko večje kot v letu 2005. V letu 2013 je bilo več ploskev uvrščenih v razrede srednje zasedenosti (razreda 1 do 15 primerkov/ploskev). V letu 2005 je bilo več ploskev, ki so bile močno zasedene z ekonomsko zanimivi vrstami (razreda nad 16 primerkov/ploskev).



Slika 5: Prikaz števila ploskev v posameznih razredih številčnosti primerkov po letih, neupoštevajoč grmovne vrste

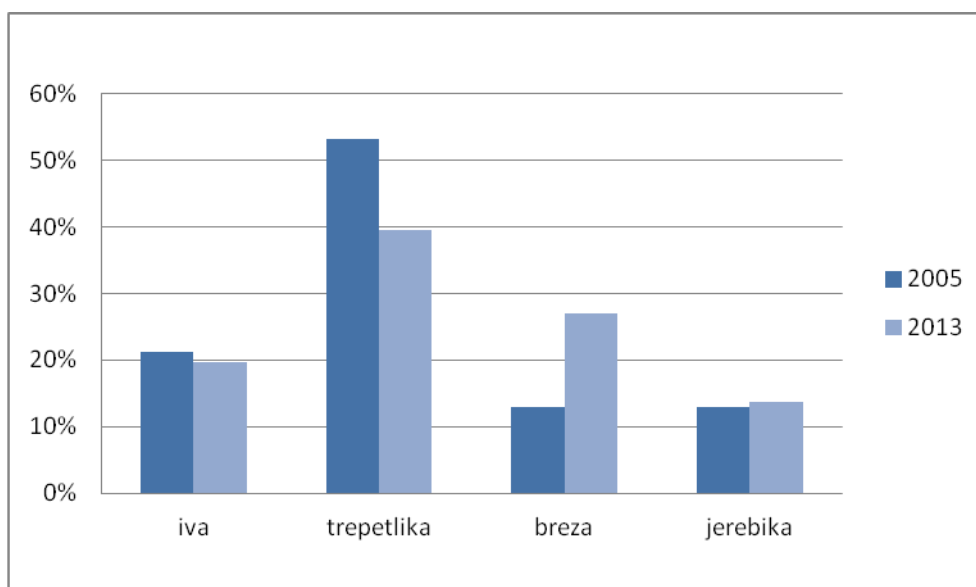


Slika 6: Prikaz števila ploskev v posameznih razredih številčnosti primerkov po letih za ekonomsko zanimive vrste

4.1.2 Uvrstitev drevesnih vrst v skupine in primerjava

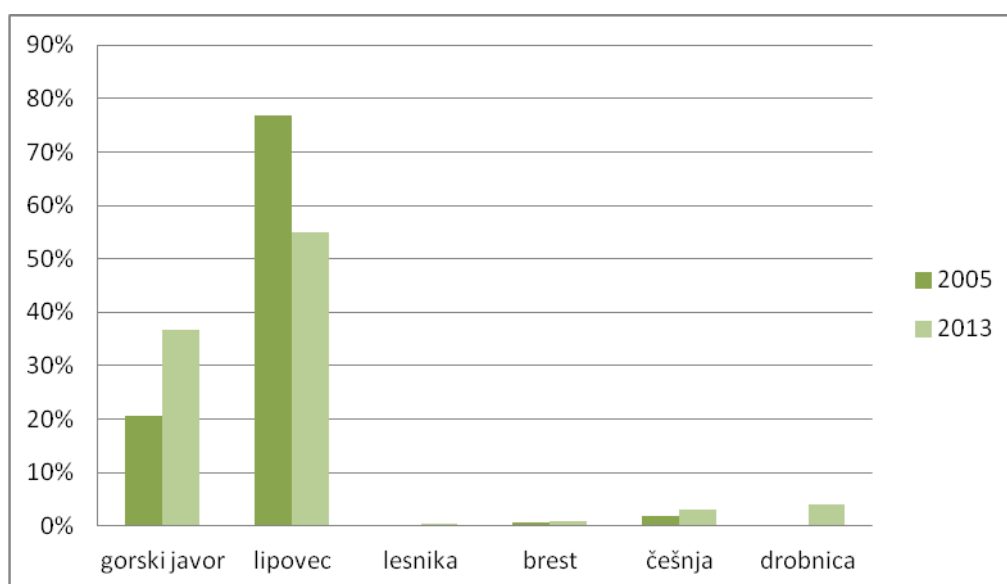
Deleži posameznih drevesnih vrst v določeni skupini temeljijo na številčnosti popisanih primerkov. Prvo skupino drevesnih vrst so predstavljali pionirji (Slika 7). Med pionirji je v letu 2013 po številčnosti prevladovala trepetlika, sledile pa so ji breza, iva in jerebika. V letu 2005 je trepetlika predstavljala več kot polovico skupnega števila pionirjev. Petinski

delež je predstavljala iva, breza in jerebika pa sta imeli enak delež. V proučevanju razlik med letoma je očitno zmanjšanje deleža trepetlike, na njen račun pa se je povečal delež breze. Iva in jerebika sta ohranili delež iz leta 2005.



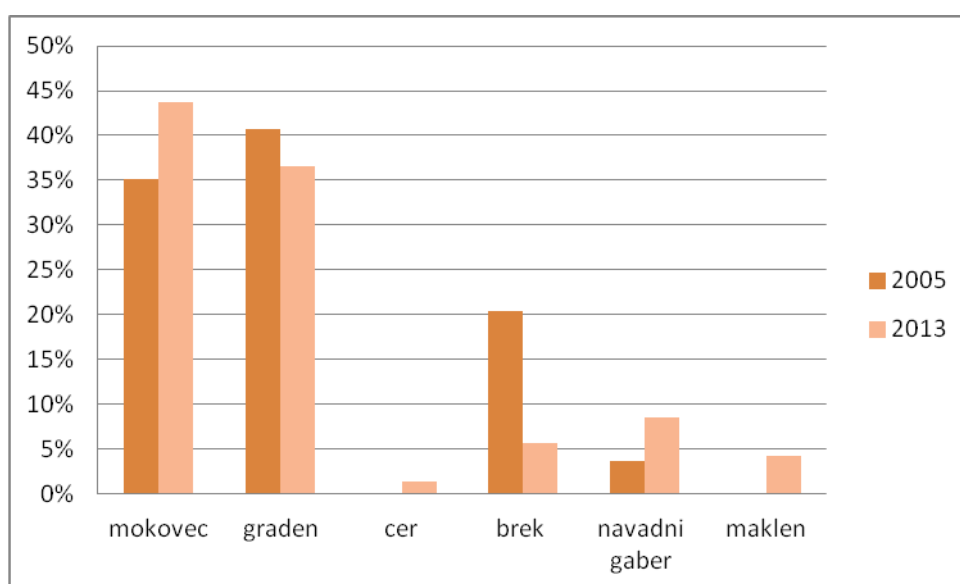
Slika 7: Prikaz in primerjava deležev posameznih drevesnih vrst znotraj skupine pionirjev v letih 2005 in 2013

Med plemenitimi listavci smo zaznali prevladujoč delež lipovca v obeh letih, le-ta pa se je v letu 2013 nekoliko zmanjšal glede na leto 2005 (Slika 8). Drugi največji delež v obeh letih je imel gorski javor. Njegova gostota se je v letu 2013 skoraj podvojila glede na leto 2005. Prav tako smo zabeležili minimalno naraščanje deleža češnje, delež bresta pa ostaja enak. Pri plemenitih listavcih sta se vrasli dve novi vrsti, in sicer lesnika in drobnica.



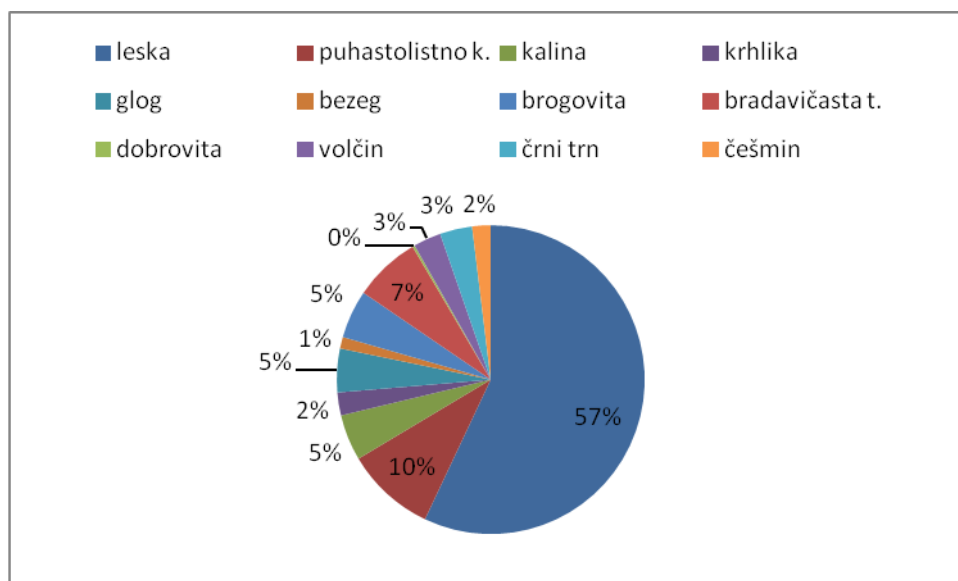
Slika 8: Prikaz in primerjava deležev posameznih drevesnih vrst znotraj skupine plemenitih listavcev v letih 2005 in 2013

Znotraj trdih listavcev je v letu 2013 prevladoval mokovec, ki je skupaj z gradnom predstavljal več kot 80 % vseh trdih listavcev (Slika 9). Glede na leto 2005 smo zaznali novi vrsti, in sicer cer in maklen. V primerjavi med letoma je mogoče opaziti, da se je povečal delež mokovca in navadnega gabra, zmanjšal pa se je delež gradna. Najočitnejše je zmanjšanje deleža breka.



Slika 9: Prikaz deležev in primerjava posameznih drevesnih vrst znotraj skupine trdih listavcev v letih 2005 in 2013

V letu 2013 smo na raziskovalnih ploskvah beležili tudi grmovne vrste. Skupno smo zabeležili 12 grmovnih vrst (Slika 10). Več kot polovico vseh primerkov je predstavljala leska, med preostalimi grmovnimi vrstami pa sta imela največji delež puhastolistno kosteničevje in bradavičasta trdoleska.



Slika 10: Prikaz deležev posameznih grmovnih vrst znotraj skupine grmovnih vrst v letu 2013

4.1.3 Prikaz gostote pomladka, drevesne sestave in primerjava med letoma

Na vseh raziskovalnih ploskvah smo v letu 2013 skupno zabeležili 2.333 primerkov drevesnih vrst. Povprečna gostota pomladka drevesnih vrst je tako znašala dobrih 43.000 primerkov na hektar (Preglednica 3). Po številčnosti je v pomladku drevesnih vrst prevladovala smreka, katere delež je predstavljal več kot polovico. Petino vsega zabeleženega pomladka drevesnih vrst so predstavljali pionirji. V letu 2013 smo beležili tudi grmovne vrste, ki so predstavljale 15 % vseh lesnatih vrst. Skupna gostota lesnatih vrst v letu 2013 tako znaša skoraj 51.000 primerkov na hektar. V letu 2005 je bila povprečna gostota drevesnih vrst za 15.000 primerkov na hektar večja, grmovne vrste pa tedaj niso bile beležene. V pomladku drevesnih vrst je v letu 2005 močno prevladovala smreka, dobro desetino celotne gostote pa so predstavljali pionirji. V primerjavi sestave drevesnih vrst med letoma smo ugotovili, da je delež smreke v celotni sestavi v letu 2013 manjši za

11 %. Najbolj je narastel delež pionirjev, zabeležili pa smo tudi nekaj odstotkov večji delež plemenitih in trdih listavcev. V obeh letih je bilo zabeleženo presenetljivo malo primerkov bukve in jelke. Visoki standardni odkloni kažejo na diferencirano prisotnost posameznih vrst v prostoru.

Preglednica 3: Prikaz splošnih podatkov na podlagi številčnosti primerkov

		2005			2013		
		Povpr. št./ha	Delež	St. odkl.	Povpr. št./ha	Delež	St. odkl.
Drevesne vrste	Smreka	44.514	77%	75.199	28.219	65%	39.664
	Bukev	481	1%	2.285	315	1%	1.342
	Jelka	222	0%	1.505	56	0%	640
	Pionirji	6.925	12%	23.518	8.647	20%	15.772
	Plemeniti listavci	4.962	9%	14.581	4.648	11%	10.548
	Trdi listavci	1.000	2%	3.746	1.315	3%	4.065
	Skupaj	58.105	100%	83.096	43.199	85%	45.094
				Grmovne vrste	7.666	15%	7.945
				Lesnate vrste	50.865	100%	44.586

4.1.4 Zastrtost pomladka v letu 2013

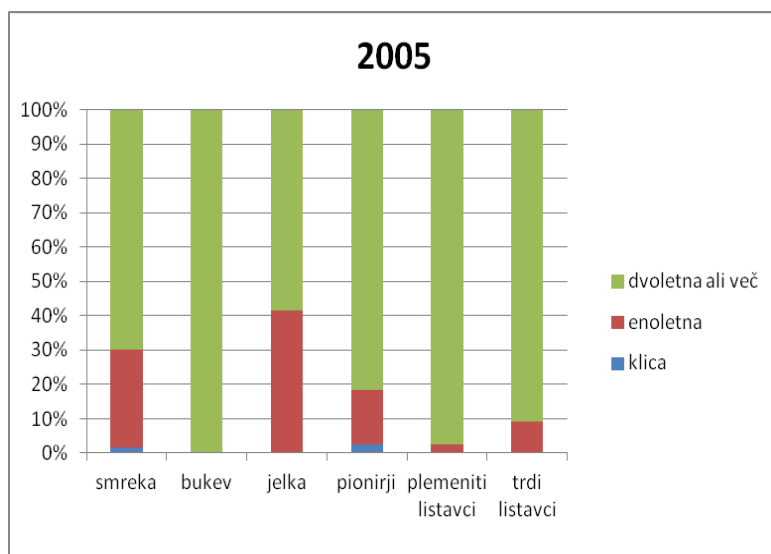
V letu 2013 smo ocenjevali absolutno zastrtost posameznih drevesnih in grmovnih vrst na ploskvi (Preglednica 4). Povprečna zastrtost vseh vrst na ploskvi je znašala dobrih 60 %. Največjo povprečno zastrtost so imele grmovne vrste skupaj. Med grmovnimi vrstami pa je imela največji delež zastrtosti leska. Od drevesnih vrst je imela največjo zastrtost smreka, sledili so ji pionirji, plemeniti listavci, bukev in trdi listavci. Pri analizi zastrtosti jelke skorajda ni bilo zaznati, bukev pa je imela komaj zaznavno vrednost zastrtosti. Skupna maksimalna zastrtost, ki je znašala preko 200 %, je bila posledica nadržanih lesk na nekaterih ploskvah. Minimalna zastrtost je bila pri vseh drevesnih vrstah 0 %, zato je v preglednici ne prikazujemo.

Preglednica 4: Ocenjena zastrtost v letu 2013

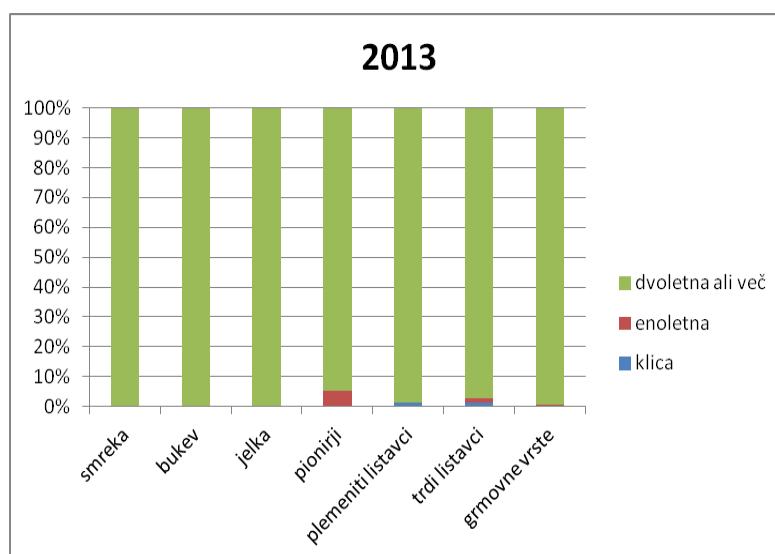
Lesnate vrste	Povpr. zastr. (%)	Max. zastr. (%)
Smreka	21	100
Bukev	1	50
Jelka	0	5
Pionirji	10	102
Plemeniti list.	4	50
Trdi list.	1	23
Grmovne vrste	26	145
Σ	64	211

4.1.5 Razvrstitev pomladka po starostnih in višinskih razredih

Pri popisu pomladka v letu 2013 smo pomladek uvrščali v starostne razrede, hkrati pa smo starostni razred dvo- ali večletnih primerkov razdelili še v višinske razrede. V letu 2005 ni bila opravljena razdelitev v višinske razrede. Delitev v starostne razrede v letu 2013 skorajda ni bila več smotna, saj smo skoraj celoten pomladek zabeležili v starostnem razredu dvo- ali večletnih primerkov (Slika 12). Izjema so zgolj pionirji, kjer smo 5 % primerkov uvrstili v razred enoletnih primerkov. Med plemenitimi in trdimi listavci je bilo 1 % klic. V letu 2005 je bila delitev v starostne razrede smiselna (Slika 11). Tudi tedaj so prevladovala drevesa v najstarejšem starostnem razredu, pa vendar je bila približno tretjina smreke in jelke v starostnem razredu enoletnih primerkov. Pri pionirjih je bilo skoraj 20 % enoletnih primerkov, nekaj manj pa pri trdih in plemenitih listavcih. Klic je bilo tudi v letu 2005 izredno malo.

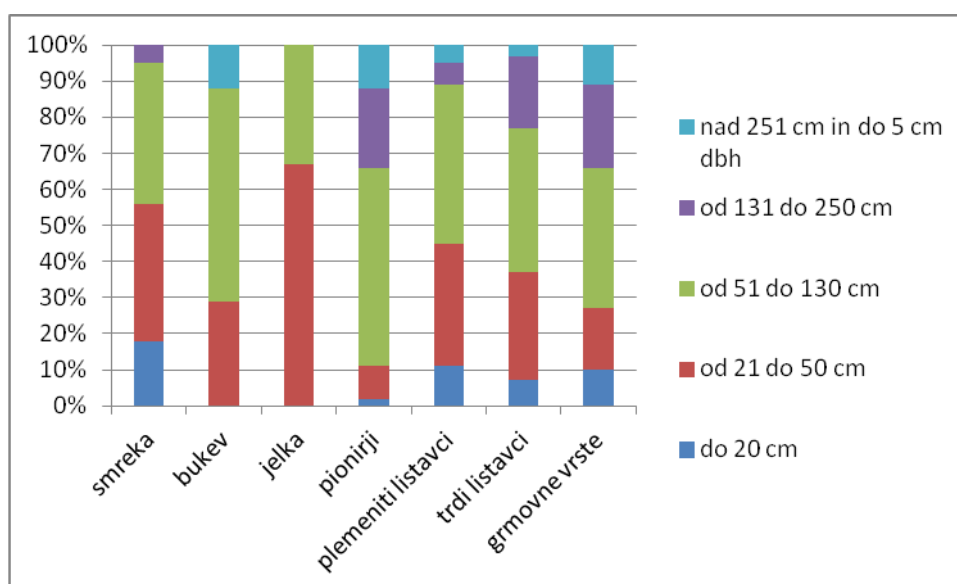


Slika 11: Delež uvrščenih primerkov v starostni razred po drevesnih vrstah v letu 2005



Slika 12: Delež uvrščenih primerkov v starostni razred po drevesnih vrstah v letu 2013

Pri uvrščanju pomladka v višinske razrede smo ugotovili, da je večina primerkov pri vseh drevesnih vrstah uvrščenih v višinska razreda 20 do 50 cm in 50 do 130 (Slika 13). Pri smreki je bila približno petina primerkov v razredu do 20 cm, ni pa bilo primerkov, ki bi presegali višino 250 cm. Tudi pri plemenitih listavcih je bila dobra desetina primerkov v razredu do 20 cm, le nekaj odstotkov pa jih je bilo uvrščenih v najvišji razred. Pri pionirjih, trdih listavcih in grmovnih vrstah je opaziti, da je večji delež primerkov v višjih višinskih razredih kot v tistem najnižjem.



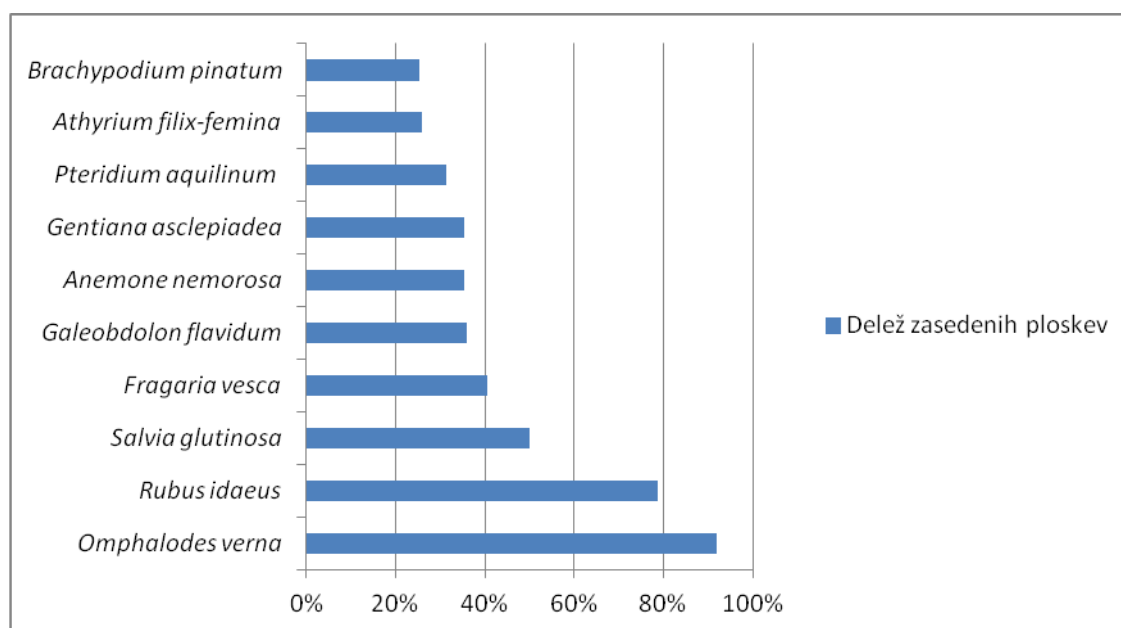
Slika 13: Struktura pomladka drevesnih vrst leta 2013 po višinskih razredih

4.1.6 Sestava zeliščne plasti

Pri popisu zeliščne plasti smo skupno zabeležili 103 zeliščne vrste. Preglednica 5 prikazuje 10 zeliščnih vrst, ki so imele največjo povprečno zastrtost na ploskev. Največjo povprečno zastrtost sta imeli spomladanska torilnica (*Omphalodes verna*) in malinjak (*Rubus idaeus*). Malinjak je imel tudi maksimalno (80 %) izmerjeno zastrtost katere koli vrste na eni sami ploskvi. Slika 14 pa prikazuje, da sta se prav ti dve vrsti pojavili tudi na največjem številu popisanih ploskev. Spomladanska torilnica se je tako pojavila na 92 % vseh ploskev, kjer je bil opravljen celoten popis zeliščne vegetacije.

Preglednica 5: Deset zeliščnih vrst, ki so imele največjo povprečno zastrtost na ploskev

Vrsta zeliščnega sloja	Max. zastr. (%)	Povpr. zastr. (%)
Spomladanska torilnica (<i>Omphalodes verna</i> Moench.)	50	11,1
Malinjak (<i>Rubus idaeus</i> L.)	80	6,0
Svečnik (<i>Gentiana asclepiadea</i> L.)	55	3,6
Navadna glota (<i>Brachypodium pinatum</i> (L.) P. Beauv.)	40	2,9
Lepljiva kadulja (<i>Salvia glutinosa</i> L.)	20	2,8
Orlova praprotnica (<i>Pteridium aquilinum</i> L.)	30	2,7
Vejicati šaš (<i>Carex pilosa</i> Scop.)	44	2,3
Navadna šašuljica (<i>Calamagrostis epigejos</i> (L.) Roth.)	45	2,1
Navadni jagodnjak (<i>Fragaria vesca</i> L.)	15	1,7
Zelenkasta riževka (<i>Piptatherum virescens</i> (Trin.) Boiss.)	40	1,3



Slika 14: Deset zeliščnih vrst, ki so se pojavile na največjem številu vzorčnih ploskev

4.2 RAZLIKE MED OBRAVNAVAMI

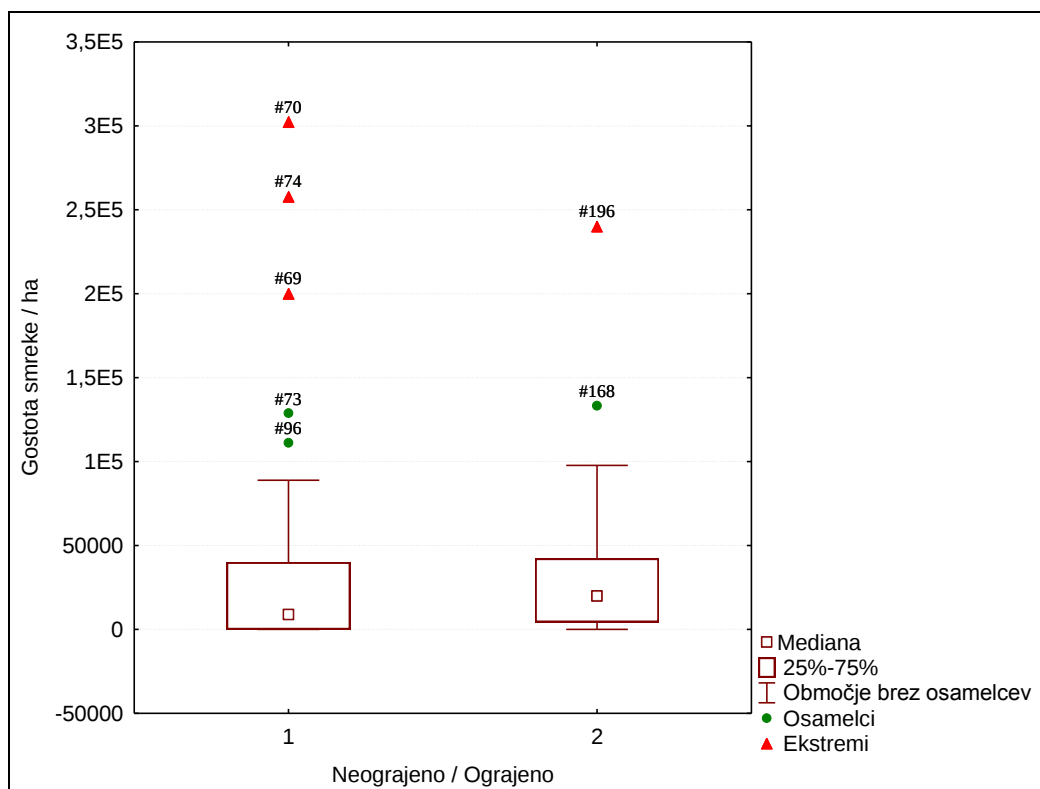
V tem poglavju prikazujemo značilne razlike pri različnih faktorjih, ki so bili preizkušeni v nalogi. Rezultate, ki temeljijo na številčnosti pomladka drevesnih vrst, smo istočasno primerjali z rezultati, ki jih je leta 2005 prikazal Bitorajc v strokovni nalogi. Pri tem velja opozoriti, da smo za obdelavo podatkov iz strokovne naloge, zaradi nenormalne

porazdelitve, prav tako uporabili neparametrične teste in tako nadomestili v strokovni nalogi uporabljeno ANOVO. V rezultatih so tako prikazane spremembe v času, in sicer 2 leti po gradaciji podlubnikov (2005) in 10 let po gradaciji podlubnikov (2013).

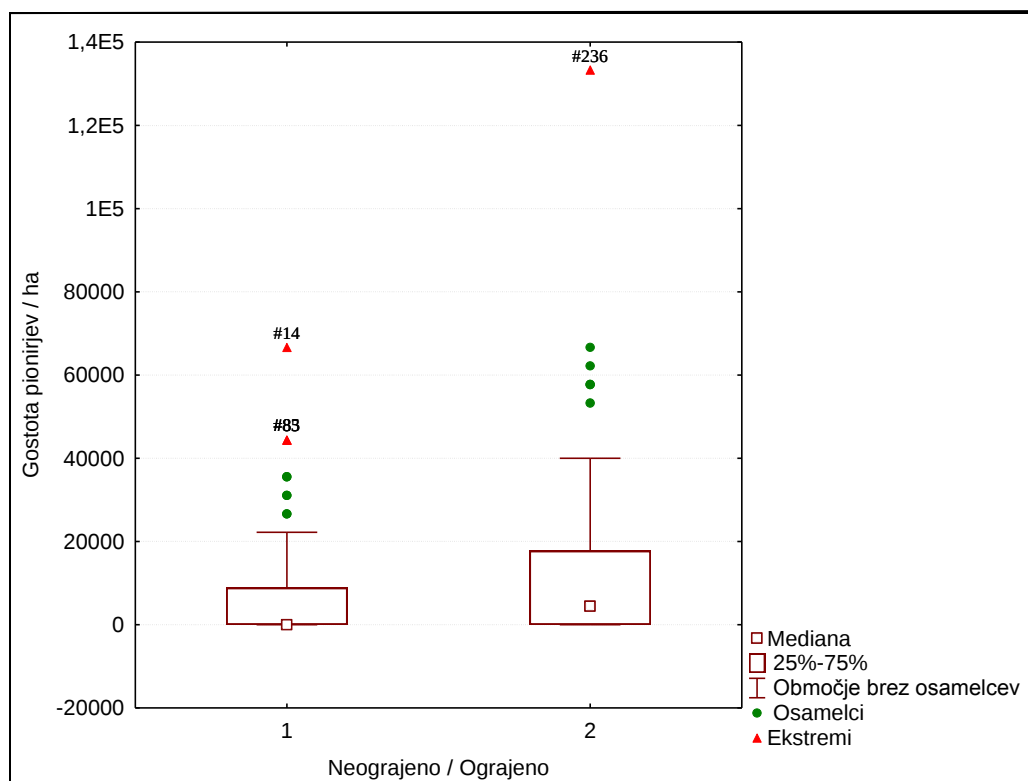
Vnaprej smo, zaradi majhne številčnosti najdenih osebkov, bukev in jelko izločili iz nadaljnje analize. Glavni del rezultatov temelji na številčnosti pomladka, medtem ko smo v zadnjem delu podpoglavja omenili še značilne razlike, ki izhajajo iz zastrtosti pomladka.

4.2.1 Razlike glede na ograjenost vrzeli

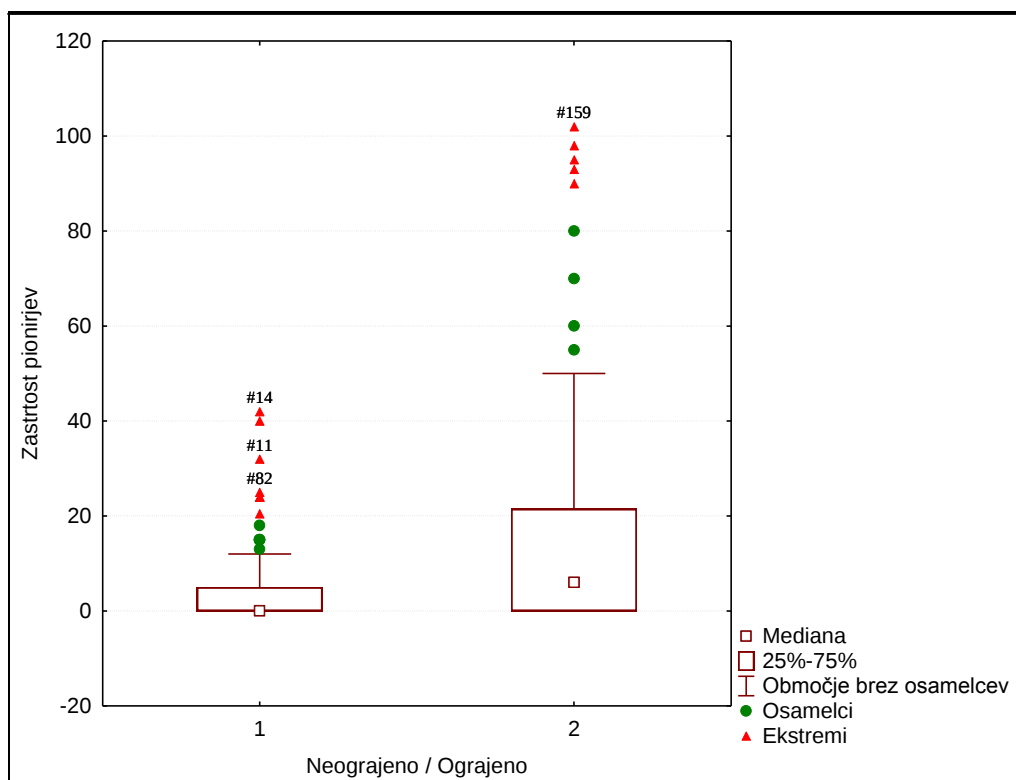
S primerjavo ograjenosti vrzeli smo v letu 2013 ugotovili značilne razlike pri smreki ($p = 0,025$) (Slika 15) in pri pionirjih ($p = 0,001$) (Slika 16). Tako pri smreki kot pri pionirjih je bila številčnost pričakovano večja na ograjenih vrzelih. Pri smreki se je izkazalo, da je mediana na ograjenih vrzelih (19.998 osebkov/ha) več kot dvakrat večja kot na neograjenih vrzelih (8.888 osebkov/ha). Pri pionirjih je mediana na neograjenih vrzelih znašala 0 osebkov/ha, na ograjenih vrzelih pa 4.444 osebkov/ha. V letu 2013 so se pri pionirjih ($p = 0,000$) (Slika 17) in plemenitih listavcih ($p = 0,000$) (Slika 18) izkazale značilne razlike tudi za podatke o zastrtosti pomladka na ploskvah. Pri obeh skupinah drevesnih vrst je mediana na neograjenih vrzelih znašala 0 %, medtem ko je bila mediana na ograjenih vrzelih za pionirje 6 % in za plemenite listavce 3 %. Leta 2005 so se na podlagi podatkov o številčnosti pomladka pokazale značilne razlike pri smreki, pionirjih in plemenitih listavcih. Pri vseh skupinah drevesnih vrst je bilo število značilno večje na ograjenih vrzelih. Razlike med obravnavama so se v letu 2013 glede na leto 2005 v večini zmanjšale.



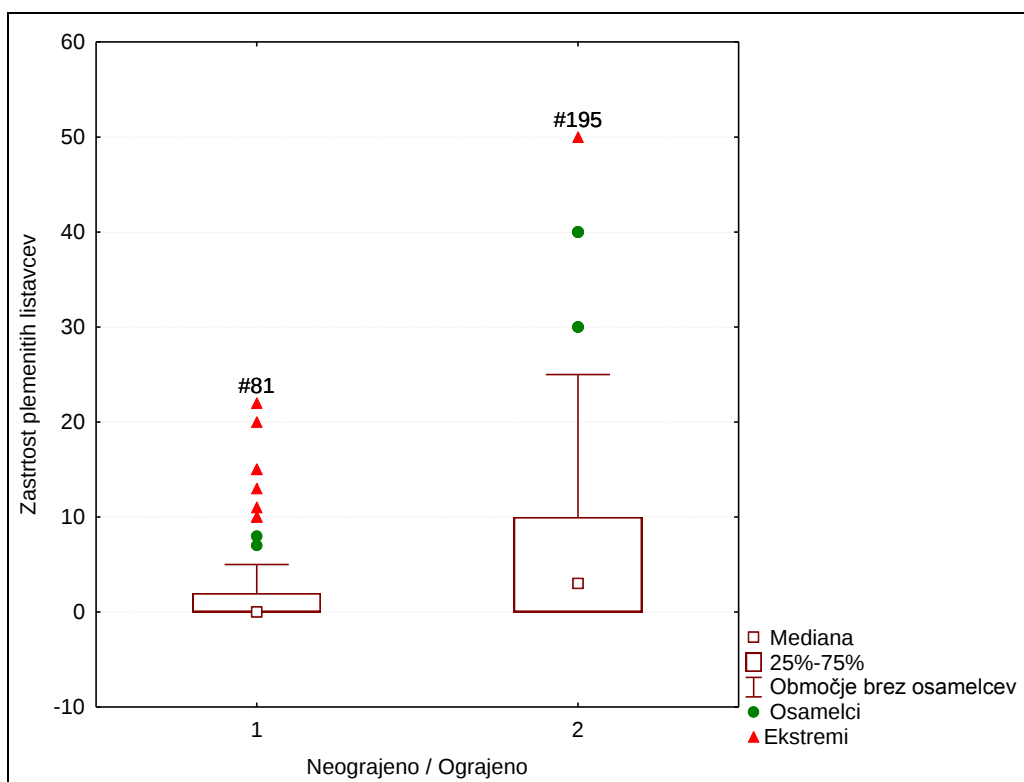
Slika 15: Odvisnost številčnosti pomladka smreke od ograjenosti vrzeli v letu 2013



Slika 16: Odvisnost številčnosti pomladka pionirjev od ograjenosti vrzeli v letu 2013



Slika 17: Odvisnost zastrtosti pionirjev od ograjenosti vrzeli v letu 2013



Slika 18: Odvisnost zastrtosti plemenitih listavcev od ograjenosti vrzeli v letu 2013

Rezultati o spremembi deležev glavnih skupin med letoma glede na ograjenost vrzeli kažejo (Preglednica 6), da se je delež smreke izraziteje zmanjšal na neograjenih vrzelih. Ograjenost vrzeli očitno ni imela vpliva na spremembo deleža pri pionirjih. Delež plemenitih listavcev se je povečal na neograjenih vrzelih. Zaznali smo tudi rahlo povečanje deleža trdih listavcev na neograjenih in ograjenih vrzelih.

Preglednica 6: Sprememba deležev glavnih skupin drevesnih vrst v drevesni sestavi med letoma glede na ograjenost vrzeli

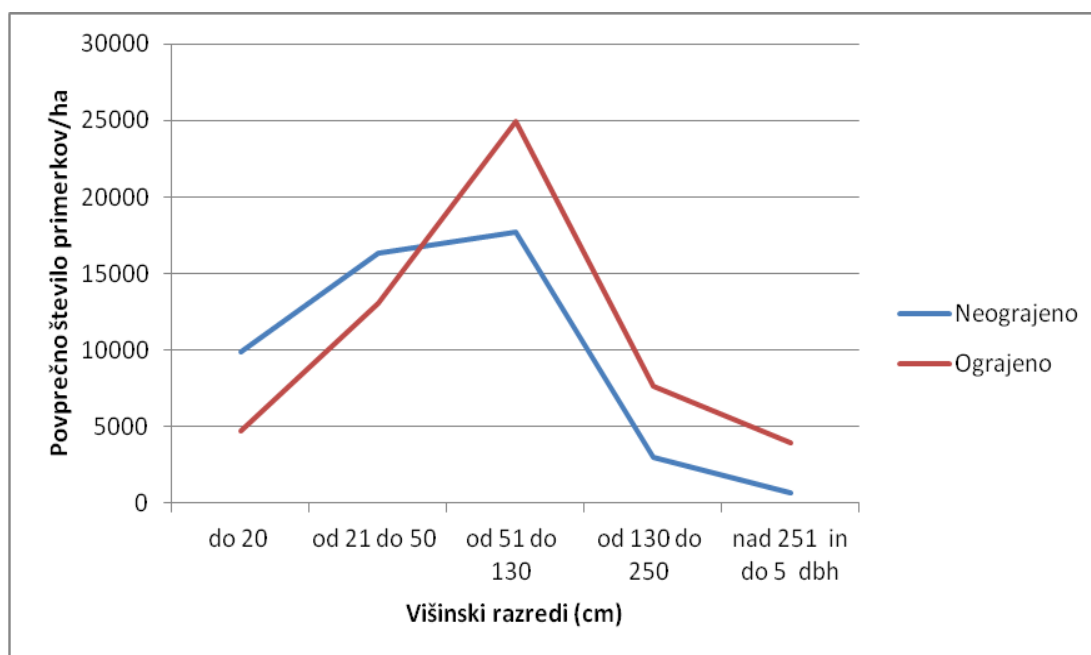
Skupine dr. vrst	Razlika v deležu med letom 2005 in 2013	
	Neograjeno	Ograjeno
Smreka	-17%	-10%
Pionirji	10%	10%
Plemeniti list.	7%	0%
Trdi list.	2%	1%

V primerjavi deležev drevesnih vrst znotraj posameznih skupin (Preglednica 7) smo ugotovili, da se je med pionirji delež ive izraziteje zmanjšal na neograjenih vrzelih, prav tako izrazito pa je povečanje deleža breze na neograjenih vrzelih. Med plemenitimi listavci izstopata lipovec in gorski javor. Delež lipovca se je na neograjenih vrzelih povečal za petino in prav tolikšno je bilo zmanjšanje na ograjenih vrzelih. Delež gorskega javorja je na neograjenih vrzelih padel za četrtno, na ograjenih površinah pa se je delež povečal za desetino. Med trdimi listavci je izrazito povečanje deleža mokovca na neograjenih vrzelih, medtem ko se je delež na ograjenih vrzelih zmanjšal. Obratno je pri gradnu, saj je delež na neograjenih vrzelih močno padel, na ograjenih vrzelih pa se je delež povečal skoraj za četrtno. Zabeležili smo tudi izrazito zmanjšanje deleža breka na ograjenih vrzelih. Navadni gaber je povečal svoj delež med trdimi listavci na ograjenih vrzelih.

Preglednica 7: Sprememba deležev posameznih drevesnih vrst znotraj skupin drevesnih vrst med letoma glede na ograjenost vrzeli

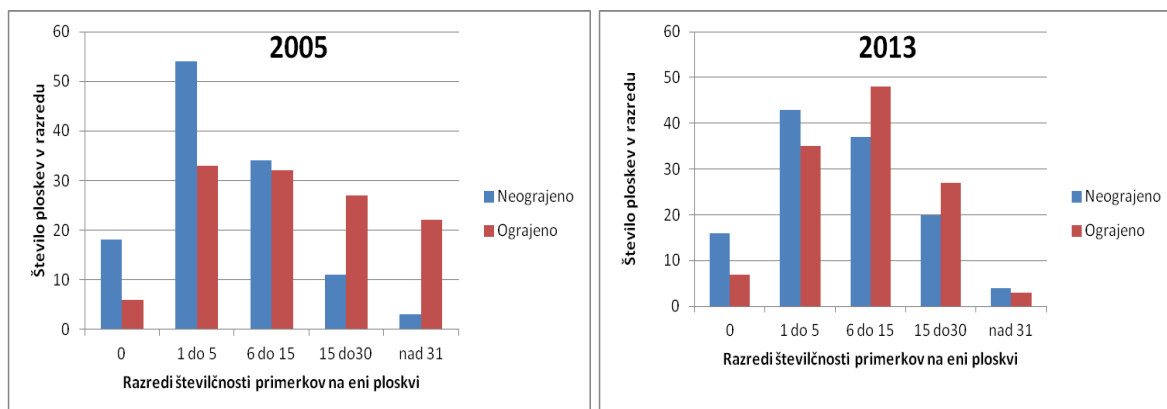
Skupine dr. vrst		Razlika v deležu med letom 2005 in 2013	
		Neograjeno	Ograjeno
Pionirji	Iva	-17 %	-2 %
	Trepetlika	-6 %	-9 %
	Breza	26 %	7 %
	Jerebika	-2 %	4 %
Plemeniti listavci	Lipovec	21 %	-19 %
	Gorski javor	-25 %	11 %
	Drobnica	4 %	4 %
	Lesnika	0 %	1 %
	Brest	0 %	1 %
	Češnja	0 %	2 %
Trdi listavci	Mokovec	39 %	-16 %
	Graden	-44 %	23 %
	Cer	0 %	3 %
	Brek	5 %	-26 %
	Navadni gaber	-2 %	9 %
	Maklen	3 %	6 %

Ugotovili smo, da so se pojavile razlike v razporeditvi po višinskih razredih glede na ograjenost vrzeli (Slika 19). V prvem razredu do 20 cm (ta vključuje tudi klice in enoletne primerke) je bilo na neograjenih vrzelih dvakrat več pomladka kot na ograjenih vrzelih. Tudi v naslednjem razredu je bil pomladek številčnejše zastopan na neograjenih vrzelih. Pomladek, ki je bil višji od 51 cm, je bil številčnejši na ograjenih vrzelih.



Slika 19: Razporeditev pomladka vseh lesnatih vrst v višinske razrede glede na ograjenost vrzeli

Primerjali smo tudi zasedenost ploskev na neograjenih in ograjenih vrzelih (podatki brez klic in grmovnih vrst) in ugotovili, da so bile ploskve na ograjenih vrzelih bolj zasedene (Slika 20). Tako za leto 2005 kot za leto 2013 velja, da je bilo na neograjenih vrzelih več nezasedenih in tistih manj zasedenih ploskev (razred 1 do 5 primerkov/ploskev). Na ograjenih vrzelih pa je bilo več polno zasedenih ploskev (razredi nad 6 primerkov/ploskev), in sicer z nekaterimi izjemami. V letu 2005 je bilo število ploskev v razredu 6 do 15 primerkov na ploskev nekoliko večje na neograjenih vrzelih. Podobno je bilo v letu 2013, ko je bilo število ploskev v najbolj zasedenem razredu (razred nad 31 primerkov/ploskev) višje na neograjenih vrzelih. Opazno je, da se med letoma razlike v zasedenosti ploskev med ograjenimi in neograjenimi vrzelmi zmanjšujejo.

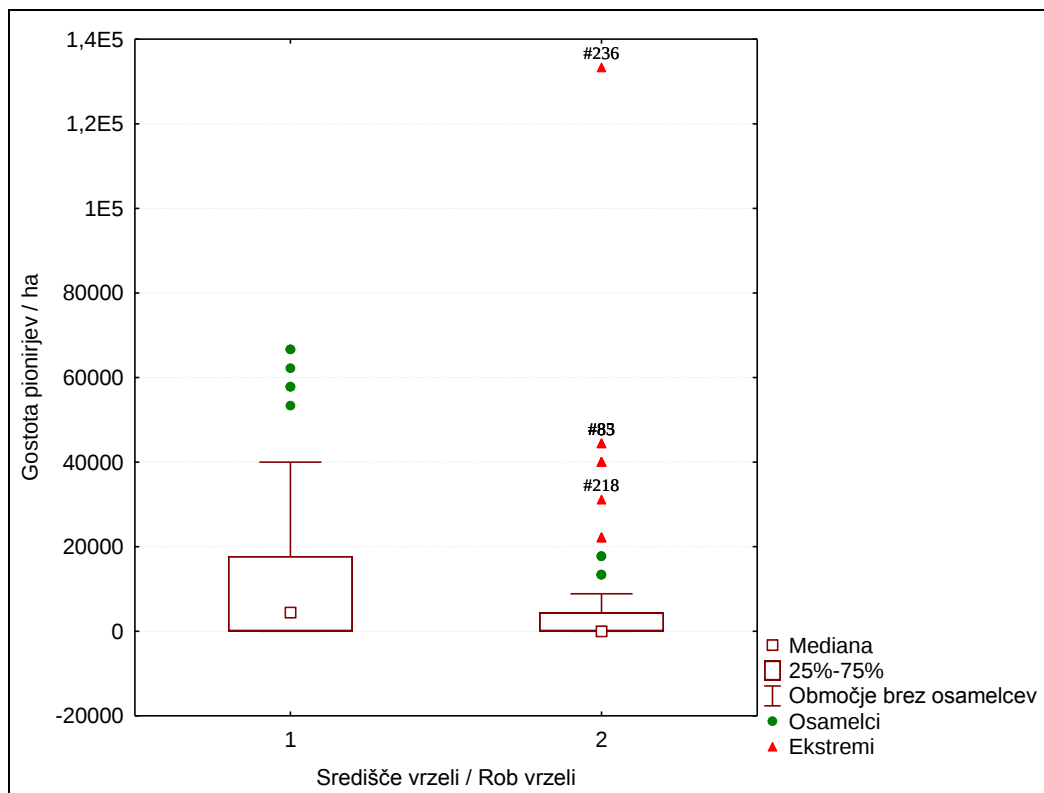


Slika 20: Prikaz števila ploskev v posameznih razredih številčnosti primerkov po letih in glede na ograjenost vrzeli

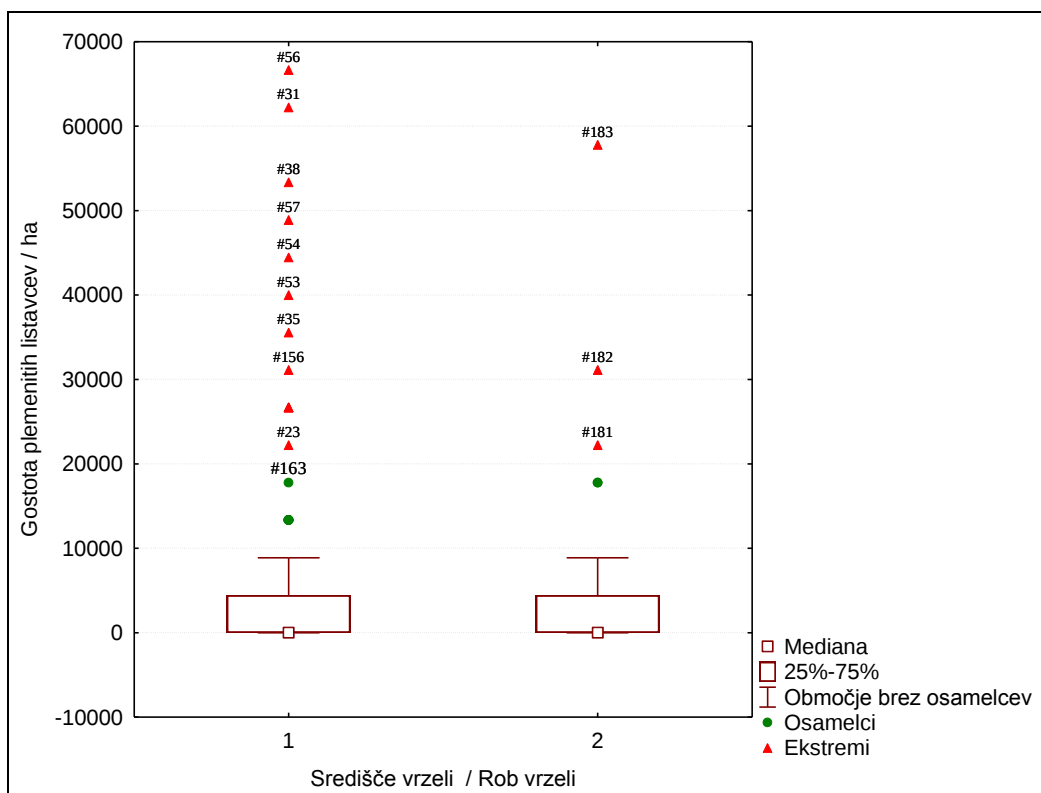
4.2.2 Razlike glede na osvetljenost vrzeli

Nadalje smo primerjali središče vrzeli – sončno lego ploskev in rob vrzeli - senčno lego ploskev. Ugotovili smo, da je bila v letu 2013 značilno večja gostota pionirjev ($p = 0,000$) (Slika 21) in plemenitih listavcev ($p = 0,035$) (Slika 22) na sončnih legah. Mediana pionirjev v središču vrzeli je znašala 4.444 osebkov/ha, na robu vrzeli pa 0 osebkov/ha. Pri plemenitih listavcih je bila mediana na obeh legah 0 osebkov/ha. S podatki o zastrtosti smo v letu 2013 uspeli dokazati značilne razlike pri pionirjih ($p = 0,000$) (Slika 23) in grmovnih vrstah ($p = 0,047$) (Slika 24). Pri pionirjih je bila mediana v središču vrzeli (5 %) višja kot na robu vrzeli (0 %). Pri grmovnih vrstah pa je bila mediana na robnih legah (20 %) višja od tiste v središču vrzeli (15 %). V letu 2005 niso uspeli dokazati značilnih razlik pri

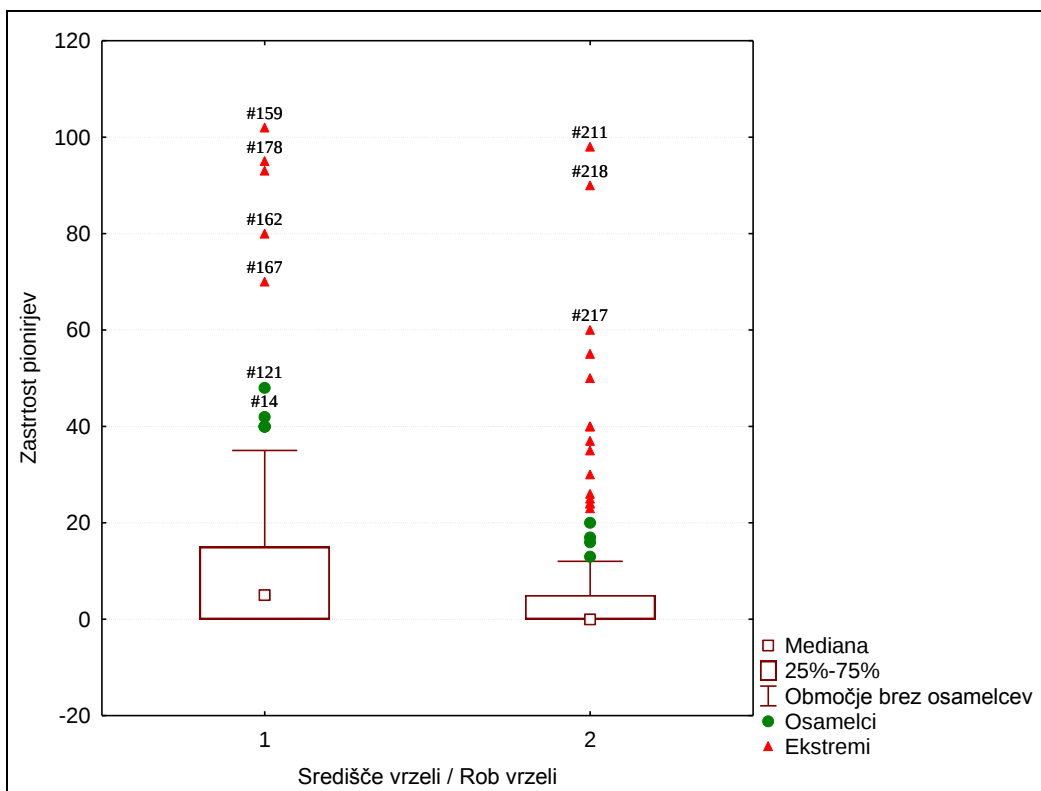
pionirjih glede na osvetljenost vrzeli. Tedaj so se izkazale značilne razlike pri smreki in plemenitih listavcih.



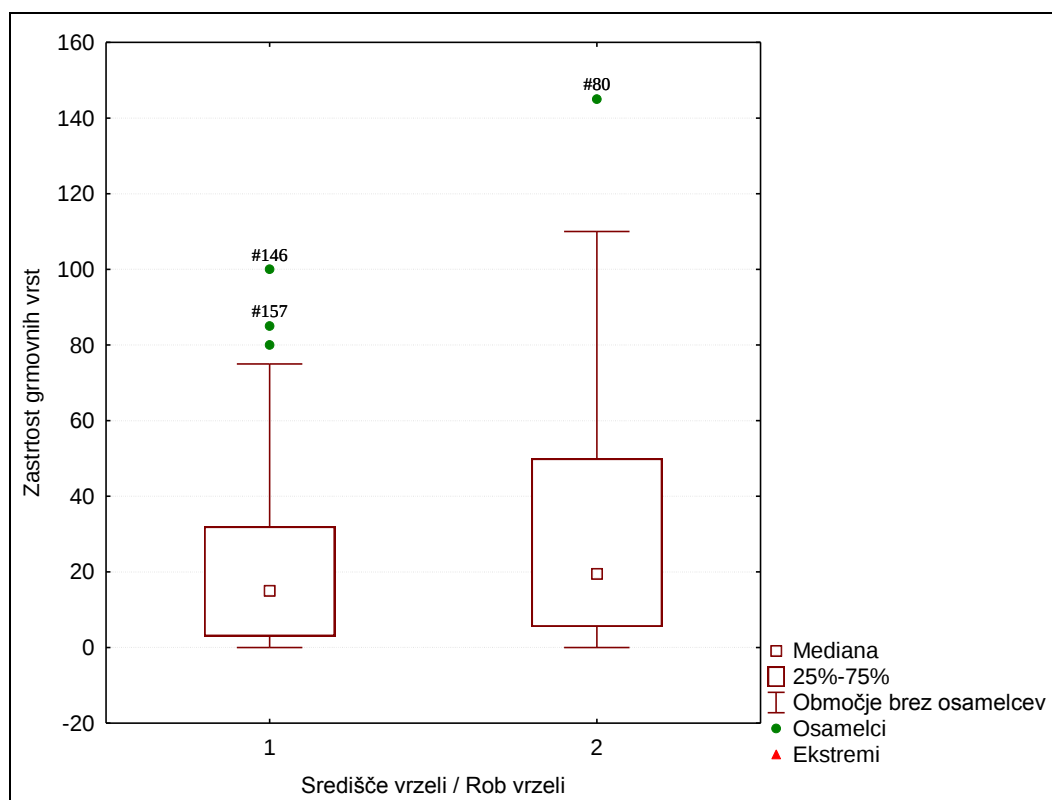
Slika 21: Odvisnost številčnosti pomladka pionirjev od osvetljenosti vrzeli v letu 2013



Slika 22: Odvisnost številčnosti pomladka plemenitih listavcev od osvetljenosti vrzeli v letu 2013



Slika 23: Odvisnost zastrtosti pionirjev od osvetljenosti vrzeli v letu 2013



Slika 24: Odvisnost zaštrtosti grmovnih vrst od osvetljenosti vrzeli 2013

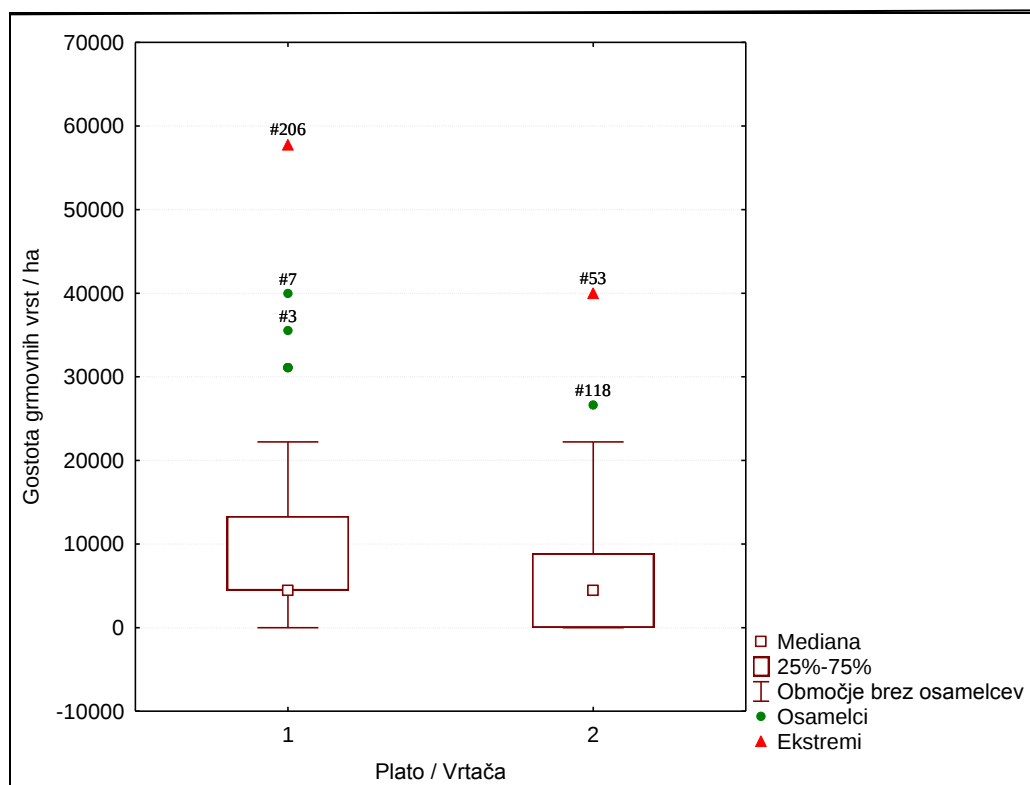
V primerjavi med letoma (Preglednica 8) se je relativni delež smreke izraziteje zmanjšal v središču vrzeli (15 %). Pri drugih skupinah drevesnih vrst so se nekoliko povečali deleži v obeh obravnavah, najizrazitejše (11 %) pa je bilo povečanje relativnega deleža pionirjev v središču vrzeli.

Preglednica 8: Sprememba deležev glavnih skupin drevesnih vrst v drevesni sestavi med letoma glede na osončenost vrzeli

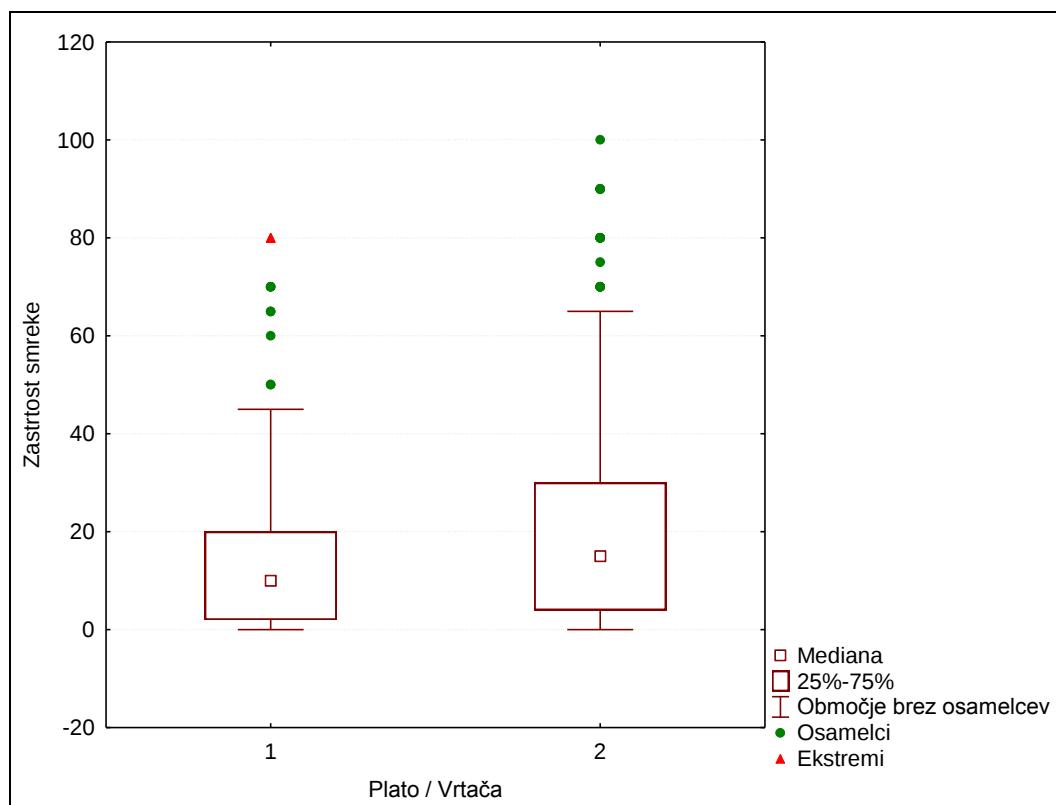
Skupine dr. vrst	Razlika v deležu med letom 2005 in 2013	
	Središče vrzeli	Rob vrzeli
Smreka	-15%	-5%
Pionirji	11%	4%
Plemeniti list.	3%	1%
Trdi list.	1%	1%

4.2.3 Razlike glede na relief vrzeli

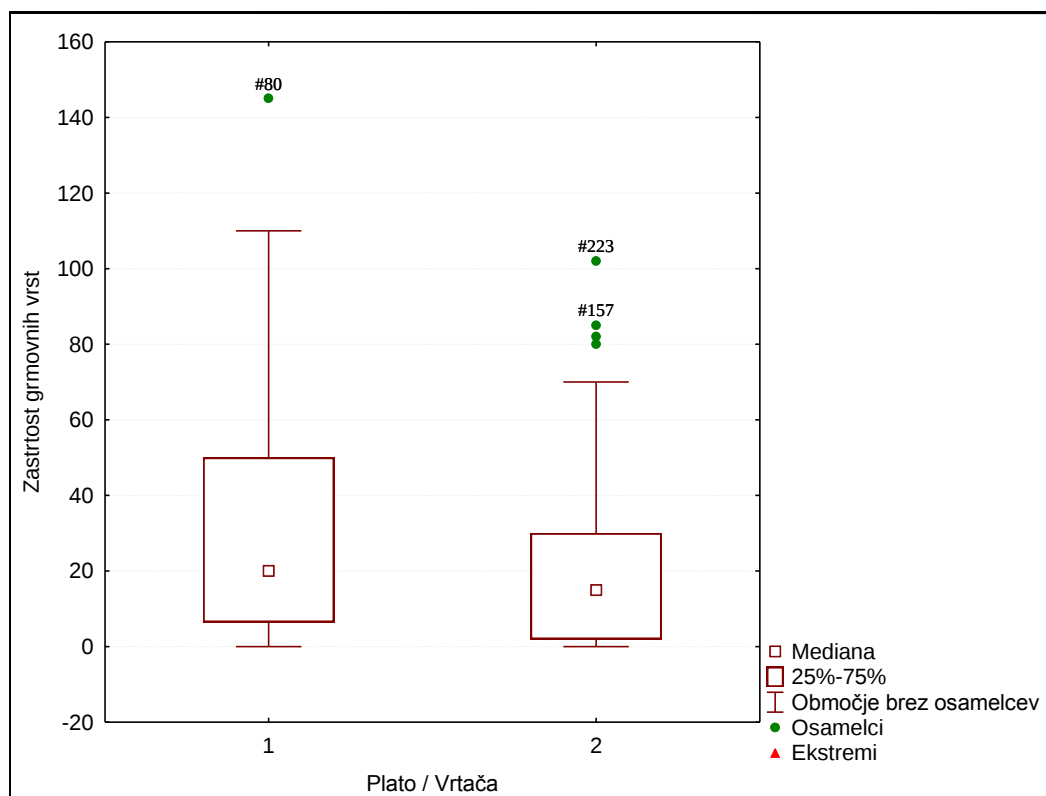
S primerjavo različnih oblik reliefa v raziskovalnih vrzelih nismo ugotovili veliko značilnih razlik. V letu 2013 se je izkazalo, da je bila številčnost grmovnih vrst na platoju značilno večja kot v vrtači ($p = 0,027$) (Slika 25). Mediana je tako na platoju kot v vrtačah znašala 4.444 osebkov/ha. S podatki o zastrtosti pomladka na ploskvi smo v letu 2013 ugotovili značilne razlike pri smreki ($p = 0,038$) (Slika 26) in grmovnih vrstah ($p = 0,007$) (Slika 27). Pri smreki je bila mediana v vrtačah (15 %) višja od tiste na platojih (10 %). Mediana pri grmovnih vrstah je bila na platoju 20 %, v vrtačah pa 15 %. V letu 2005 ni bilo ugotovljenih značilnih razlik glede na relief vrzeli.



Slika 25: Odvisnost številčnosti pomladka grmovnih vrst od reliefa vrzeli v letu 2013



Slika 26: Odvisnost zastrtosti smreke od reliefa vrzeli 2013



Slika 27: Odvisnost zastrtosti grmovnih vrst od reliefa vrzeli v letu 2013

V primerjavi relativnih deležev (Preglednica 9) med letoma smo ugotovili izrazitejše zmanjšanje smreke na platoju (15 %) kot v vrtači. Vsi deleži preostalih drevesnih vrst so se zvišali, najbolj izrazito (11 %) pa se je zvišal delež pionirjev na platoju.

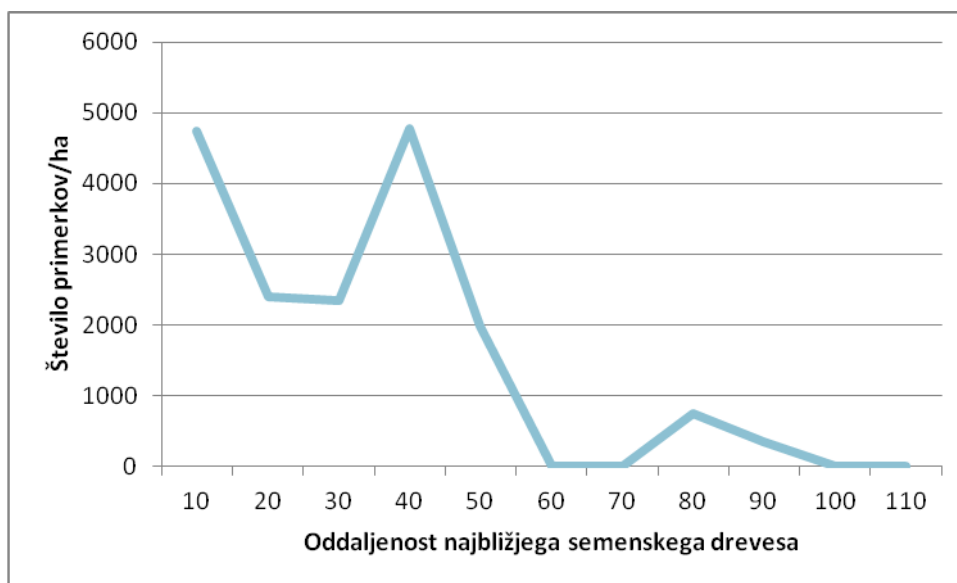
Preglednica 9: Sprememba deležev glavnih skupin drevesnih vrst v drevesni sestavi med letoma glede na relief vrzeli

Skupine dr. vrst	Razlika v deležu med letom 2005 in 2013	
	Plato	Vrtača
Smreka	-15%	-8%
Pionirji	11%	6%
Plemeniti list.	3%	2%
Trdi list.	2%	0%

4.3 DRUGI VPLIVI NA POMLADEK

4.3.1 Povezanost pomladka z bližino semenskih dreves

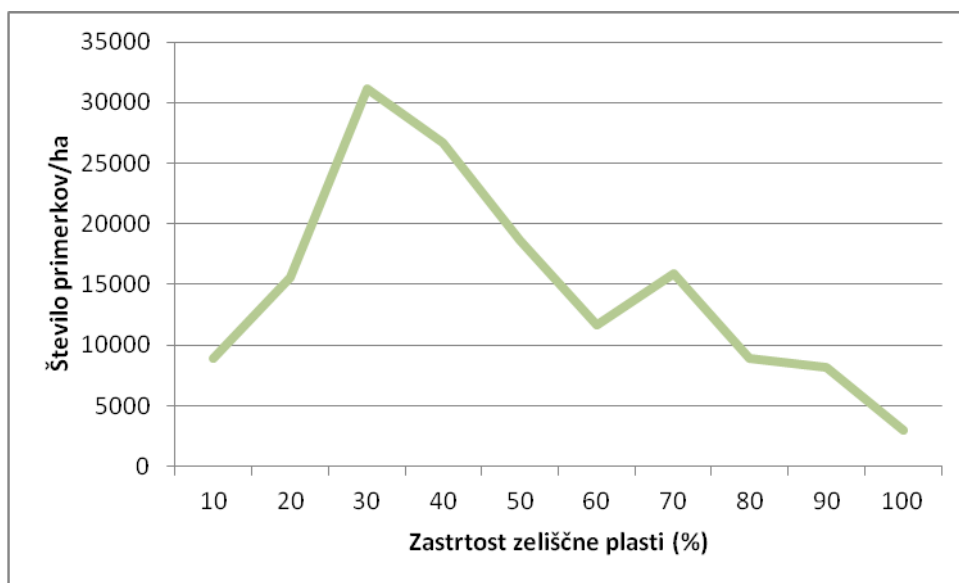
Pri preizkušanju odvisnosti števila pomladka od minimalne oddaljenosti semenskih dreves smo ugotovili značilno povezanost le pri lipovcu in češnji. Zabeležili smo zgolj eno semensko drevo češnje, zato ne moremo podati trdnih ugotovitev. Podatki o semenskih drevesih lipovca in pomladku lipovca so pokazali na značilno ($p = 0,002$) negativno povezanost (-0,196) pomladka z minimalno oddaljenostjo od semenskega drevesa. Slika 28 kaže na to, da se gostota pomladka lipovca izrazito zmanjša, v kolikor minimalna razdalja od semenjaka presega 60 m. V letu 2005 so preizkušali povezanost zgolj na podlagi številčnosti semenskih dreves v pasu 150 m od raziskovalnih ploskev. Ugotovili so značilno pozitivno povezanost pri pionirjih, plemenitih in trdih listavcih.



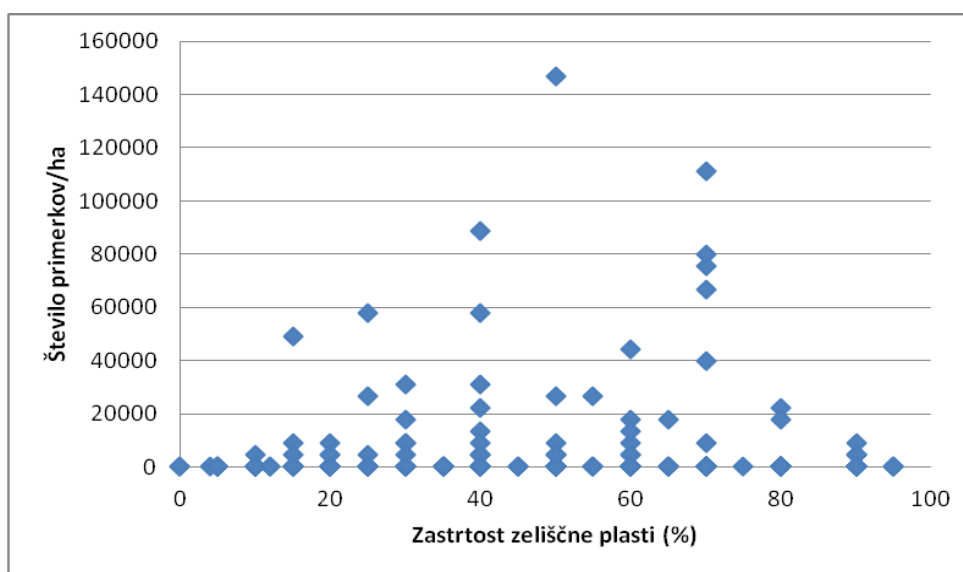
Slika 28: Povezanost pomladka lipovca z minimalno oddaljenostjo od semenskega drevesa

4.3.2 Povezanost pomladka z zastrtostjo zeliščne plasti

V nalogi smo želeli preizkusiti povezanost pomladka z zeliščno plastjo. V ta namen smo ločeno upoštevali pomladek lesnatih vrst od višine 0 cm do 20 cm in od višine 0 cm do 50 cm. Ugotovili smo, da se značilna povezanost kaže pri smreki in grmovnih vrstah. Število primerkov smreke do višine 50 cm je bilo značilno ($p = 0,030$) manjše (-0,140) pri večji zastrtosti zeliščne plasti. Slika 29 prikazuje zmanjševanje števila smrekovega pomladka pri večji zastrtosti zelišč od 30 %. Pri grmovnih vrstah smo ugotovili značilno pozitivno povezanost z zastrtostjo zelišč pri višini do 20 cm ($p = 0,030$; koef. = 0,140) in do višine 50 cm ($p = 0,039$; koef.=0,133). Slika 30 kaže na to, da je število primerkov grmovnih vrst do 20 cm naraščalo do približno 80 % zastrtosti zelišč.



Slika 29: Povezanost pomladka smreke do višine 50 cm z zastrtostjo zeliščne plasti

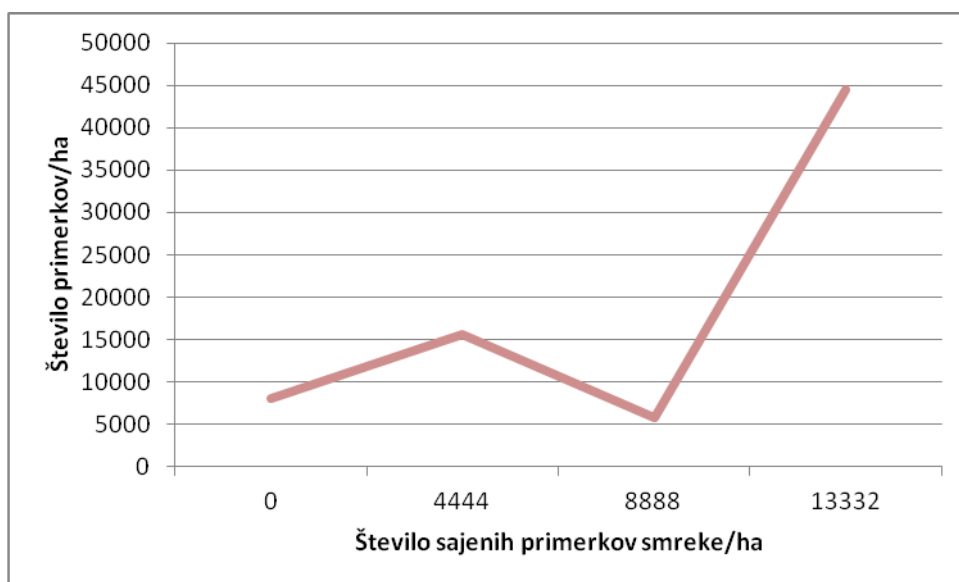


Slika 30: Povezanost pomladka grmovnih vrst do višine 20 cm z zastrtostjo zeliščne plasti

Preverili smo tudi povezanost trav in roda *Rubus* s pomladkom lesnatih vrst. Pri obdelavi podatkov smo odstranili ploskve, kjer ni bil v celoti opravljen popis zelišč. Na ta način smo ugotovili značilno ($p = 0,044$) negativno ($-0,165$) povezanost pomladka pionirjev do višine 20 cm z rodом *Rubus*. Podobno se je pokazalo tudi pri grmovnih vrstah do višine 50 cm ($p = 0,028$; koef. $=-0,179$). Povezanost pomladka s travami nismo uspeli dokazati.

4.3.3 Vpliv smreke kot predkulture

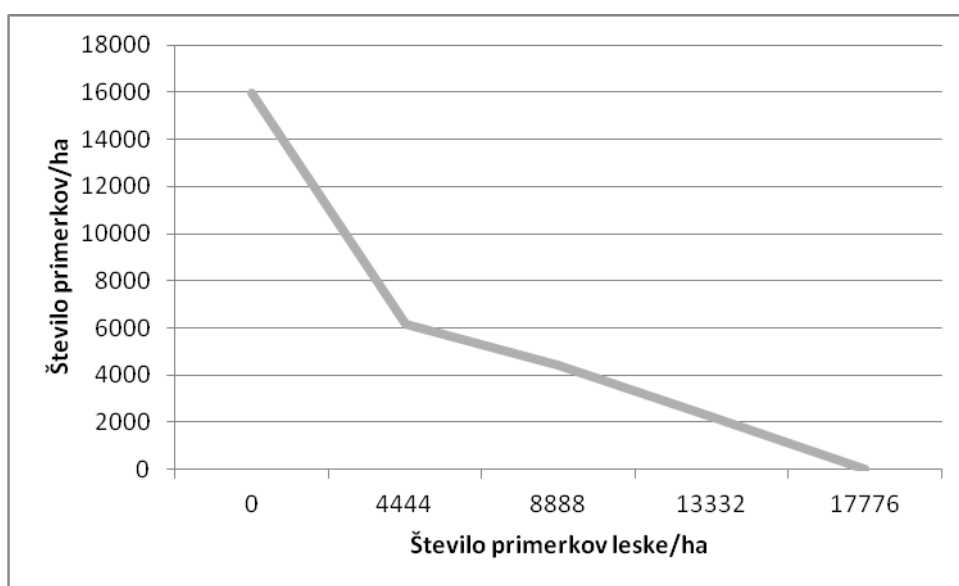
Po gradaciji podlubnikov so na žarišča posadili smreko z namenom hitrejše nasemenitve preostalih vrst. Tako smo tudi mi preizkusili povezanost pomladka s primerki sajene smreke. Ugotovili smo, da se je značilna ($p = 0,017$) pozitivna povezanost (0,154) pokazala le pri pionirjih (Slika 31). Povezanost pionirjev s sajenimi primerki smreke pa temelji izključno na povezanosti breze in sajene smreke. Breza je tako edina pionirska vrsta, ki kaže značilno ($p = 0,000$) pozitivno povezanost (0,300).



Slika 31: Značilna povezanost pomladka pionirjev s številom sajenih primerkov smreke

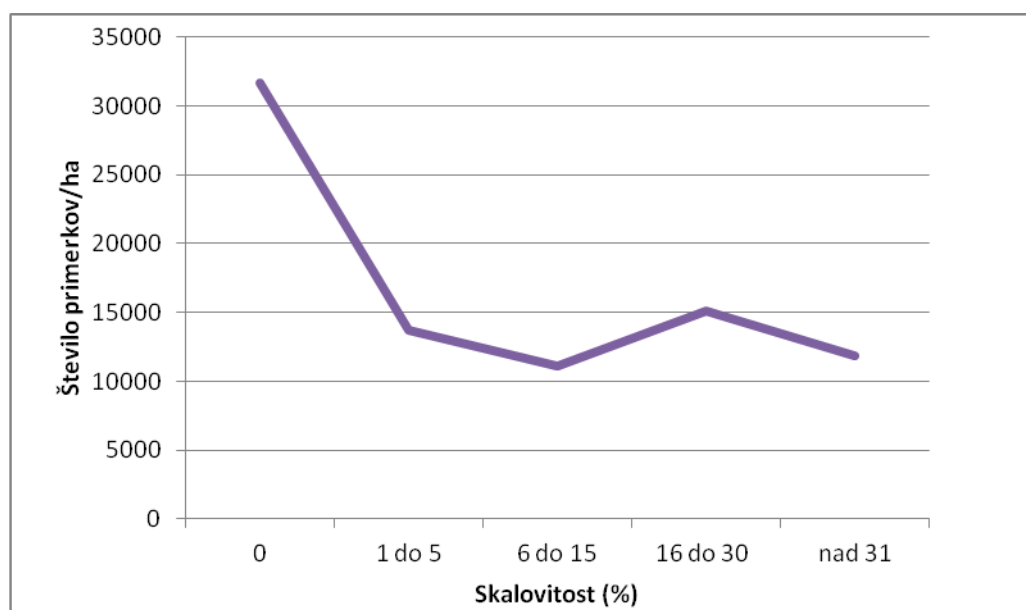
4.3.4 Povezanost pomladka s prisotnostjo leske in skalovitostjo

Leska, kot vrsta, ki jo v tej razvojni fazi mladovja odstranjujemo v okviru gojitvenih del, je pokazala na značilno ($p = 0,000$) negativno povezanost (-0,266) zgolj s primerki pionirskih vrst (Slika 32). Enako so pokazali rezultati z uporabljenimi podatki o zastrtosti leske. Med pionirji se je značilna negativna povezanost z lesko pokazala pri ivi ($p = 0,041$), trepetliki ($p = 0,003$) in brezi ($p = 0,001$).

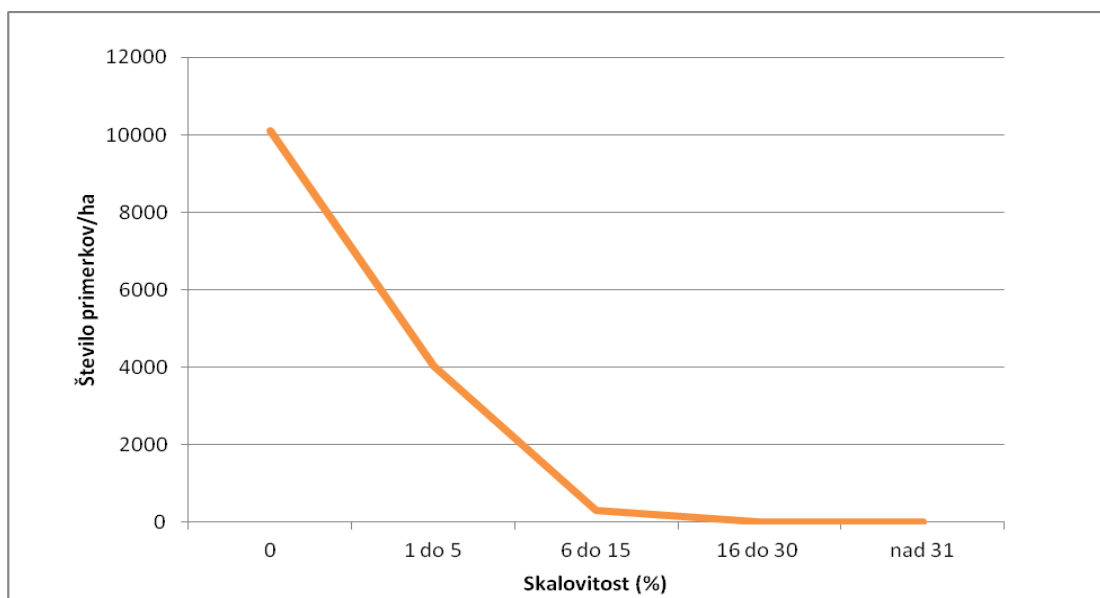


Slika 32: Značilna povezanost pomladka pionirjev s številom primerkov leske

Pri proučevanju povezanosti pomladka s skalovitostjo smo ugotovili značilno povezanost pri smreki in pionirjih. Pri smreki smo zaznali značilno ($p = 0,000$) negativno ($-0,230$) povezanost pomladka smreke s skalovitostjo (Slika 33). Tudi pri pionirjih je bilo pomladka značilno ($p = 0,000$) manj ($-0,299$) pri večji skalovitosti (Slika 34). Značilno negativno povezane vrste s skalovitostjo znotraj skupine pionirjev so bile: iva ($p = 0,017$), trepetlika ($p = 0,003$) in breza ($p = 0,001$).



Slika 33: Značilna povezanost pomladka smreke s skalovitostjo



Slika 34: Značilna povezanost pomladka pionirjev s skalovitostjo

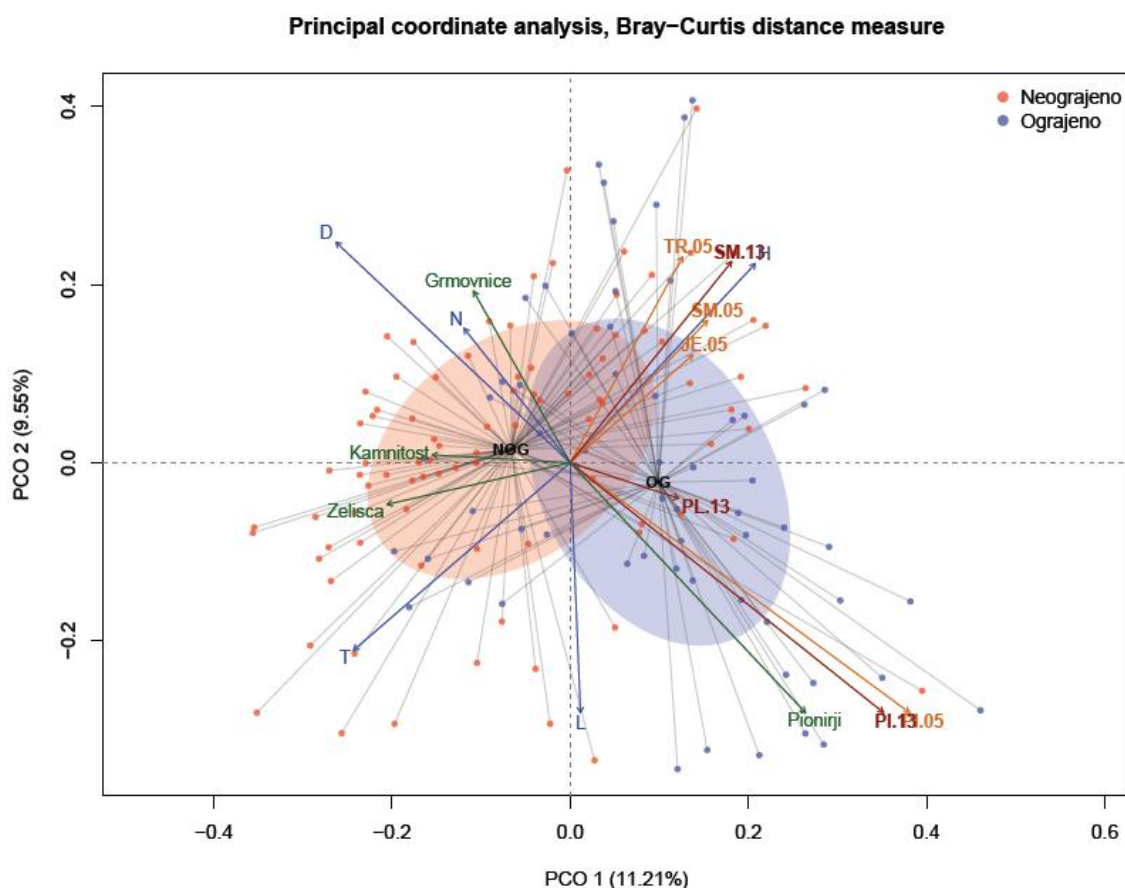
4.4 REZULTATI FITOINDIKACIJE

4.4.1 Ordinacija

Na podlagi 150 ploskev, kjer smo opravili popis vegetacije v celoti, smo pripravili ordinacijo (Slika 35), ki prikazuje prvo in drugo os PCO analize. Kljub več obravnavam, ki so bile zajete v nalogi, smo v ordinaciji zaradi pomembnosti prikazali zgolj razliko med ograjenimi in neograjenimi vrzelmi. Na ordinaciji smo predstavili tudi gostoto pomladka (iz leta 2005 svetlo rjava puščica; iz leta 2013 temno rdeča puščica), zastrtost pomladka in skalovitost (zelena puščica) ter Landoltove fitoindikacijske vrednosti (modra puščica). V ordinaciji so dodane zgolj značilne spremenljivke. Landoltove fitoindikacijske vrednosti predstavljajo: T – temperaturne razmere in višinski pas, K – kontinentalnost, L – svetlobne razmere, F – vlažnost tal, R – pH tal, N – hranilnost tal, H – humoznost tal in D - zračnost tal.

Rezultati ordinacije kažejo na to, da je pomladek bolj pomaknjen na ograjeno stran ordinacije. Gostota smreke v obeh letih (SM 05, SM 13) in gostota trdih listavcev iz leta 2005 (TR 05) narašča v smeri bolj humoznih tal, hkrati pa tem vrstam ne ustrezajo

najtoplejše lokacije kolinskega pasu in velika zastrtost z zelišči. Gostota pionirskih drevesnih vrst (PI 05, PI 13) narašča v smeri naraščajoče osvetljenosti in upada z naraščanjem kamnitosti, zračnosti tal (skalovita ali peščena tla), hranilnosti tal in zastiranjem grmovnic.



Slika 35: Ordinacija prvih dveh osi z ločenim prikazom ograjenih in neograjenih vrzeli ter značilnimi spremenljivkami

4.4.2 Razlikovalni potencial za posamezne vrste glede na ograjenost vrzeli

Preglednica 10 prikazuje 10 vrst z najvišjim razlikovalnim potencialom za neograjene in ograjene vrzeli. Zaznali smo, da so bile na neograjelih vrzelih predvsem rastline zeliščnega sloja. Izjema je gorski javor, ki je edina lesnata rastlina z značilnim razlikovalnim potencialom za neograjene vrzeli. Najvišjo indikacijsko vrednost na neograjelih vrzelih je imela velecvetna mrtva kopriva. Na ograjenih vrzelih je drugače, saj je imel najvišjo indikacijsko vrednost za ograjene vrzeli lipovec. Od lesnatih vrst pa smo s

tovrstno analizo zaznali še trepetliko, ivo in jerebiko. Navadni kopitnik je imel najvišjo indikacijsko vrednost na ograjenih vrzelih od vseh zelnatih rastlin.

Preglednica 10: Deset vrst z najvišjim značilnim razlikovalnim potencialom za neograjene in ograjene vrzeli

NEOGRAJENO				OGRAJENO			
Vrsta	IV neograjeno	IV ograjeno	p	Vrsta	IV ograjeno	IV neograjeno	p
Velecvetna mrtva kopriva (<i>Lamium orvala</i> L.)	0,50	0,09	0,001	Lipovec (<i>Tilia cordata</i> Mill.)	0,42	0,01	0,001
Lepljiva kadulja (<i>Salvia glutinosa</i> L.)	0,45	0,09	0,002	Navadni kopitnik (<i>Asarum europaeum</i> L.)	0,41	0,10	0,001
Navadni jagodnjak (<i>Fragaria vesca</i> L.)	0,44	0,16	0,017	Trepetlika (<i>Populus tremula</i> L.)	0,38	0,03	0,001
Navadno tevje (<i>Hacquetia epipactis</i> (Scop.) DC.)	0,40	0,00	0,001	Iva (<i>Salix caprea</i> L.)	0,27	0,03	0,018
Trpežni golšec (<i>Mercurialis perennis</i> L.)	0,39	0,04	0,001	Prava robida (<i>Rubus fruticosus</i> agg. L. agg.)	0,14	0,00	0,003
Gola dremota (<i>Cruciata glabra</i> (L.) Ehrend.)	0,38	0,11	0,028	Navadna jerebika (<i>Sorbus aucuparia</i> L.)	0,13	0,00	0,002
Podlesna vetrnica (<i>Anemone nemorosa</i> L.)	0,35	0,07	0,006	Dlakava krčnica (<i>Hypericum hirsutum</i> L.)	0,11	0,01	0,03
Svečnik (<i>Gentiana asclepiadea</i> L.)	0,32	0,07	0,014	Šmarnica (<i>Convallaria majalis</i> L.)	0,08	0,00	0,009
Kimasta kraslika (<i>Melica nutans</i> L.)	0,23	0,04	0,035	Ogrsko grabljišče (<i>Knautia drymeia</i> Heuff.)	0,07	0,00	0,026
Gorski javor (<i>Acer pseudoplatanus</i> L.)	0,20	0,01	0,006	Kranjska bunika (<i>Scopolia carniolica</i> Jacq.)	0,07	0,00	0,02

4.5 ODVISNOST GOSTOT IN ZASTRTOSTI POMLADKA OD EKOLOŠKIH DEJAVNIKOV

4.5.1 Gostota smreke

Pri ugotavljanju vplivnih spremenljivk za gostoto smreke (Preglednica 11) smo preizkusili vpliv ograjenosti, leta snemanja (leto), oddaljenosti od roba vrzeli (korenjene vrednosti) in interakcijo med letom snemanja in ograjenostjo vrzeli. Izkazalo se je, da ima na gostoto smreke značilen vpliv razdalja od roba matičnega sestoja, saj se s povečevanjem razdalje gostota smreke zmanjšuje. Poleg tega smo ugotovili značilnost interakcije leto snemanja in

ograjenost vrzeli. V obeh letih so gostote na ograjenih vrzelih večje, se pa razlika v gostotah med ograjenimi in neograjenimi vrzelmi z leti zmanjšuje.

Preglednica 11: Mešani model za gostoto smreke

Spremenljivka	Koeficient	Standardna napaka	t	p
(Intercept)	5,902	0,919	6,420	0,000
Ograjenost	0,336	0,218	1,539	0,124
Leto	-0,163	0,17	-0,959	0,338
Razdalja do roba	-0,109	0,027	-4,044	0,000
Leto*ograjenost	-0,48	0,237	-2,022	0,044

4.5.2 Zastrtost smreke

V model za ugotavljanje vplivnih spremenljivk na zastrtost smreke (Preglednica 12) smo vključili skalovitost, zastrtost zelišč, vpliv reliefa in ograjenosti ter interakcijo ograjenosti in reliefa vrzeli. Izkazalo se je, da imata na zastrtost smreke značilno negativen vpliv skalovitost in zastrtost zelišč.

Preglednica 12: Mešani model za zastrtost smreke

Spremenljivka	Koeficient	Standardna napaka	t	p
(Intercept)	4,694	0,254	18,459	0,000
Skalovitost	-0,610	0,270	-2,258	0,025
Zastrtost zelišč	-1,110	0,150	-7,405	0,000
Relief	-0,189	0,218	-0,867	0,387
Ograjenost	0,427	0,231	1,847	0,066
Ograjenost*relief	-0,340	0,308	-1,104	0,271

4.5.3 Gostota pionirjev

Da bi ugotovili vplivne spremenljivke za gostoto pionirjev (Preglednica 13), smo preizkusili vpliv ograjenosti in osvetljenosti vrzeli, leto snemanja, skalovitosti ter interakcijo leto snemanja in ograjenost vrzeli. Ugotovili smo, da ima ograjenost vrzeli značilno pozitiven vpliv na pomladek pionirjev. Tudi s časom pionirji pridobivajo na veljavi, saj se številčnost in delež pionirjev v drevesni sestavi povečuje. Izkazalo se je, da ima skalovitost značilno negativen vpliv na pomladek pionirjev, medtem ko je bila

interakcija leto snemanja in ograjenost mejno značilna. Tudi pri pionirjih se s časom razlika med ograjenimi in neograjenimi vrzelmi manjša, vendar je številčnost še vedno znatno večja na ograjenih vrzelih.

Preglednica 13: Mešani model za gostoto pionirjev

Spremenljivka	Koeficient	Standardna napaka	t	p
(Intercept)	0,024	0,214	0,112	0,911
Ograjenost	1,175	0,257	4,565	0,000
Osvetljenost	-0,269	0,177	-1,521	0,129
Leto	0,679	0,261	2,598	0,010
Skalovitost	-1,029	0,348	-2,955	0,003
Leto*ograjenost	-0,677	0,355	-1,906	0,057

4.5.4 Zastrtost pionirjev

V model za zastrtost pionirjev (Preglednica 14) smo vključili osvetljenost vrzeli, skalovitost in zastrtost grmovnic. Vpliv vseh je bil značilen. Zastrtost pionirjev je bila večja v centru vrzeli, medtem ko večja skalovitost in zastrtost z grmovnicami zmanjšujeta zastrtost pionirjev.

Preglednica 14: Mešani model za zastrtost pionirjev

Spremenljivka	Koeficient	Standardna napaka	t	p
(Intercept)	4,679	0,982	4,767	0,000
Osvetljenost	0,804	0,249	3,226	0,001
Skalovitost	-5,307	0,830	-6,070	0,000
Zastrtost grmovnic	-0,522	0,084	-6,248	0,000

5 RAZPRAVA

5.1. STANJE IN RAZVOJ POMLADKA

Obnova gozdov po ujmah je dolgotrajen proces. Dosedanje raziskave so pokazale, da obnova gozda po ujmi traja 20-50 let (Shönenberger, 2002; Wohlgemuth in sod., 2002), za vzpostavitev varovalne funkcije gozda pa tudi do 80 let (Kupferschmid in sod., 2006).

S popisom pomladka 10 let po gradaciji podlubnikov smo zabeležili skupno 19 drevesnih in 12 grmovnih vrst. Glede na popis iz leta 2005 smo zabeležili 4 nove drevesne vrste. V primerjavi z drugimi raziskavami smo zabeležili veliko vrstno pestrost lesnatih rastlin, saj je Schönenberger (2002) popisal 14, Klaužer (2012) 13, Presečnik 12; Heurich (2009) 8, Janášová in Prach (2004) ter Kupferschmid in sod. (2002) 6 drevesnih vrst in Janášová in Matějková (2007) zgolj 5 drevesnih vrst. Vzrok za višjo vrstno pestrost v naši raziskavi je prav gotovo sorazmerno nizka nadmorska višina ter bližnji sestoji v zaraščanju s plodonosnimi in toploljubnimi drevesnimi vrstami.

Skupna gostota drevesnih vrst je znašala dobrih 43.000 primerkov/ha, kar je več kot 25 % manj kot v času prve meritve v letu 2005. Padec skupne gostote drevesnih vrst je bil pričakovan, saj se z razvojem pomladka, ki smo ga prikazali v primerjavi starostne strukture med letoma, število primerkov zmanjšuje. V pomladku drevesnih vrst je močno prevladovala smreka, sledili pa so ji pionirji, plemeniti in trdi listavci. Bukev in jelka sta imeli minimalen delež. V skupnem številu drevesnih vrst se je delež smreke v primerjavi z letom 2005 zmanjšal za 11 %. Deleži ostalih skupin drevesnih vrst so se povečali, najbolj izrazito se je povečal delež pionirjev (8%). Skupne gostote pomladka so v primerljivih raziskavah zelo raznolike, saj so že znotraj ene raziskave na različnih objektih gostote pomladka izredno variabilne (npr. Wohlgemuth in sod., 2002). Ugotovljene gostote pomladka primerljivih razvojnih stopenj se tako gibljejo od 1.700 primerkov/ha (Schönenberger, 2002) do 110.000 primerkov/ha (Diaci, 2000). Vsepoščno je v prvih letih po nasenitvi močno prevladovala smreka, pa naj gre za osnovane smrekove nasade (Diaci, 2000), sestoj mešanega izvora (sadnja in naravna nasenitev) (Janášová in Prach, 2004; Bitorajc, 2005; Janášová in Matějková, 2007; Svoboda in sod., 2010) ali

naravna smrekovja (Kupferschmid in sod., 2002; Shönenberger, 2002; Wohlgemuth in sod., 2002; Heurich, 2009) V večini raziskav se je skladno z našimi ugotovitvami izkazalo, da z razvojem pomladka delež smreke upada (Diaci, 2000; Kupferschmid in sod., 2002; Shönenberger, 2002; Janášová in Prach, 2004) in narašča delež listavcev v drevesni sestavi. Raziskave so pokazale, da v večini primerov narašča delež gorskega javorja (Diaci, 2000; Kupferschmid in sod., 2002) in delež pionirjev (Diaci, 2000; Janášová in Prach, 2004). Janášová in Matějková (2007) pa sta ugotovili, da je bil delež pionirskih drevesnih na popolnoma saniranih površinah višji od vseh drugih načinov sanacije, in sicer so pionirji skupno imeli večjo gostoto od smreke. Tudi mi smo zaznali izrazito povečanje deleža gorskega javorja med plemenitimi listavci, medtem ko je med pionirskimi drevesnimi vrstami svoj delež povečala breza. Tudi Janášová in Prach (2004) sta zaznala rahlo povečevanje deleža breze v skupni drevesni sestavi. Shönenberger (2002) ni ugotovil izrazitega povečanja gostot katerega izmed listavcev, medtem ko je Heurich (2009) ugotovil, da gostota smreke iz leta v leto narašča, gostota ostalih vrst pa ostaja približno enaka, kar pomeni povečevanje deleža smreke v drevesni sestavi. V tej raziskavi se je v 14-tih letih od prve meritve delež smreke v drevesni sestavi povečal za 17 %.

S proučevanjem gostote primerkov po ploskvah smo ugotovili, da je 10 let po gradaciji še vedno 10 % vzorčne površine neporasle, delež praznih ploskev pa se v osmih letih od prve meritve ni bistveno zmanjšal. Shönenberger (2002) je na ploskvah, velikih 50 m² ugotovil, da je kar 14 % ploskev popolnoma brez pomladka, medtem ko je 13 % ploskev poraščal zgolj en primerok. Heurich (2009) je na neprimerljivo večjih ploskvah (500 m²) ugotovil, da je nepomlajen zgolj 1% vzorčene površine.

Analize pomladka iz leta 2013 so pokazale, da razdelitev pomladka v starostne razrede ni več smiselna, saj je bil celoten pomladek, z izjemo minimalnega deleža pionirjev in trdih listavcev, uvrščen v starostni razred dvoletnih ali večletnih primerkov. V letu 2005 je bila delitev v starostne razrede še smotrna, saj je bilo tedaj moč zabeležiti zaznaven del pomladka tudi med klicami in enoletnimi primerki. Pri pregledu literature smo ugotovili, da redki avtorji beležijo starost pomladka (npr. Janášová in Prach, 2004). Večina avtorjev dosedanjih raziskav je pomladek uvrščala v višinske razrede (Shönenberger, 2002; Wohlgemuth in sod., 2002; Janášová in Prach, 2004; Rozman, 2005; Janášová in

Matějková, 2007; Heurich, 2009), nekateri pa so poleg višinskih razredov beležili še klice (Bončina, 1996; Diaci, 2000; Klemen, 2012).

Schönenberger (2002) je tako ugotovil, da je 10 let po ujmi še vedno večina pomladka visoka od 25 cm do 99 cm. Heurich (2009) je v zadnjih snemanjih zabeležil izrazit višinski razvoj pomladka, pa vendar je bila večina pomladka po dobrih 10-ih letih po gradaciji še vedno visoka od 10 cm do 79 cm. Do podobnih ugotovitev so prišli tudi Wohlgemuth in sod., 2002. Tudi mi smo z uvrščanjem pomladka v višinske razrede ugotovili podobno, saj je večina pomladka bila v višinskih razredih od 21 cm do 130 cm, medtem ko je Rozmanova (2005) z analizo drugotnih visokogorskih smrekovih gozdov ugotovila, da je večina pomladka v višinskem razredu do 10 cm.

Z analiziranjem zastrtosti pomladka smo ugotovili, da je imela smreka največjo zastrtost med drevesnimi vrstami. Skupno so imele največjo zastrtost grmovne vrste, med katerimi je močno prevladovala leska. Leska je bila v nekaterih delih raziskovalnih objektov, zaradi nedosledne nege, nadstojna glede na preostali pomladek.

S popisom zeliščnega sloja smo ugotovili, da sta imela spomladanska torilnica (*Omphalodes verna*) in malinjak (*Rubus idaeus*) največjo povprečno zastrtost, hkrati pa sta bila prisotna na največjem številu vzorčnih ploskev. Malinjak, kot prevladujočo vrsto v zeliščnem sloju, omenja tudi Škvarč (2014), ki poroča o preprogah malinjaka na močno prizadetih površinah. Prevladujočo zastrtost rodu *Rubus* so zaznali tudi Wohlgemuth in sod. (2002) ter Klaužer (2012). Rozmanova (2005) je ugotovila, da so imele največjo zastrtost trave (*Festuca altissima*, *Calamagrostis arundinacea*) in mahovi. Tudi drugi avtorji so ugotovili, da so v zeliščnem sloju imele večinski delež trave. Avtorji raziskav iz Severne Amerike poročajo o vrsti *Calamagrostis canadensis* (Boucher in Mead, 2006; Goodman in Hungate, 2006; Boggs in sod., 2008), medtem ko evropski avtorji navajajo različne vrste trav: *Agrostis capillaris* (Wohlgemuth in sod., 2002), *Calamagrostis villosa*, *Avenella flexuosa* (Wohlgemuth in sod., 2002; Janášová in Prach, 2008). Tudi mi pa smo med 10 vrstami z največjo povprečno zastrtostjo zaznali tri vrste trav (*Brachypodium pinatum*, *Calamagrostis epigejos*, *Piptatherum virescens*). O veliki zastrtosti mahov so

poročali tudi avtorjih v tujih raziskavah (Hanssen, 2003; Janášová in Matějková, 2007; Boggs in sod., 2008).

5.2 VPLIV OGRAJENOSTI VRZELI NA POMLADEK

Rastlinojeda divjad ima izrazito vlogo pri obnovi gozda, saj s selektivnim objedanjem vpliva tako na strukturo kot dinamiko pomlajevanja (Ammer, 1996). Raziskave na Kočevskem kažejo vse večjo usklajenost rastlinojede divjadi in gozda (predvsem za bukev) ter posledično trend zmanjševanja individualne in skupinske zaščite pomladka (Jarni, 2001). Po sanaciji gradacije podlubnikov v letu 2003 so v proučevanih objektih nastale obsežne površine, ki so izrazito ugodne za rastlinojedo divjad. V letu 2004 so z namenom, da bi na določenih delih izločili vpliv rastlinojede divjadi, postavili ograje in izsledki naših raziskav so pokazali, da ima objedanje še vedno velik vpliv na pomladek.

S primerjavo podatkov glede na ograjenost vrzeli smo ugotovili značilno večje gostote smreke in pionirjev na ograjenih vrzelih. S podatki o zastrtosti pomladka smo uspeli dokazati značilno večjo zastrtost pionirjev in plemenitih listavcev na ograjenih vrzelih. Podobne razlike v gostotah glede na ograjenost vrzeli so se pokazale že na podlagi podatkov iz leta 2005, le da so bile tedaj še večje kot v letu 2013. Rezultati ordinacije so pokazali, da gostote pomladka naraščajo v smeri ograjenih vrzeli. Ograjenost vrzeli je bila značilna vplivna spremenljivka za podatke o gostoti smreke in pionirjev za obe leti snemanja skupaj. V primerjavi deležev glavnih skupin drevesnih vrst smo ugotovili, da se je delež smreke izraziteje zmanjšal na neograjenih vrzelih. Izrazito je bilo zmanjšanje deleža gorskega javorja med plemenitimi listavci na neograjenih vrzelih, medtem ko se je njegov delež na ograjenih vrzelih povečal. Izredno močan vpliv rastlinojede divjadi smo zabeležili pri gradnu, saj se je na neograjenih vrzelih njegov delež zmanjšal skoraj za polovico, medtem ko se je na ograjenih vrzelih njegov delež povečal. Velik vpliv rastlinojede divjadi na gorski javor so sicer zaznali tudi drugi tuji avtorji (Kupferschmid in sod., 2002, 2006; Heurich, 2009). Kupferschmid in sod. (2006) so ugotovili, da bi lahko v prihodnje zaradi rastlinojede divjadi na določenih pomladitvenih površinah popolnoma izostala jelka. Tudi Ammer (1996) je ugotovil vrstno selektivno objedanje, saj je bil

pomladek jelke in gorskega javorja v veliki meri poškodovan. Bončina (1996) ni ugotovil razlik v skupni gostoti drevesnih vrst med neograjenimi in ograjenimi površinami. Izkazale pa so se razlike v razvitosti spodnjega grmovnega sloja, saj je bilo v tej plasti na ograjenih površinah znatno več vrst, hkrati pa je bilo tudi obilje vrst večje. V zeliščni plasti ni bilo razlik v številu vrst, je pa bilo obilje vrst na ograjenih površinah znatno večje. Diaci (2000) je ugotovil značilno večjo gostoto pomladka na ograjenih vrzelih. Pri smreki je bila številčnost do višine 20 cm znatno nižja na neograjenih vrzelih, razlika pa se je z leti povečevala. Podobno je veljalo za jelko, medtem ko so se pri pomladku gorskega javorja do višine 20 cm razlike s časom zmanjševale v prid neograjenih vrzeli. Gostota gorskega javorja v višinskem razredu nad 20 cm je bila večja na ograjenih vrzelih, razlika pa se je z leti povečala v prid ograjenih vrzeli. Wohlgemuth in sod. (2002) niso ugotovili pomembnega vpliva objedanja na pomladek. Beležili so zgolj manjšo poškodovanost jerebike.

S fitoindikacijo smo pri gorskem javorju presenetljivo ugotovili razlikovalni potencial za neograjene vrzeli. Drevesne vrste, kot so lipovec, trepetlika in iva, so imele pričakovano izrazit razlikovalni potencial za ograjene vrzeli. Vzrok razlikovalnega potenciala gorskega javorja za neograjene vrzeli je še vedno značilno večji delež gorskega javorja v neograjenih vrzelih, kar je posledica močne konkurence pionirjev v ograjah. Delež gorskega javorja v neograjenih vrzelih izrazito pada in narašča na ograjenih vrzelih.

Pri popisu pomladka smo ugotovili minimalen delež jelke in bukve. Na pomladku jelke in bukve, ki je bil popisan, nismo zaznali poškodb rastlinojede divjadi. Na podlagi tega lahko sklepamo, da vzrok za minimalni delež omenjenih vrst ni objedanje. Več o morebitnih vzrokih za izpad jelke in bukve bomo podali v naslednjem podpoglavju.

Vpliv rastlinojede divjadi na višinsko strukturo pomladka je največkrat omenjena ugotovitev dosedanjih raziskav. Ammer (1996) je ugotovil, da je pomladek, ki je višji od 30 cm, na neograjenih golosečnih površinah skoraj v celoti poškodovan. Poškodovanost v višjih višinskih razredih je bilo moč zaznati pri vseh vrstah, razen pri smreki. Drugi načini pomlajevanja (pod zastorom) so se izkazali za ugodnejše z vidika poškodovanosti. Bončina (1996) je spoznal, da rastlinojeda divjad s pašo zeliščne plasti konstantno ohranja ugodne

razmere za pomlajevanje vseh lesnatih vrst, saj je bil pomladek do višine 10 cm obilnejši na neograjenih površinah. Hkrati je ugotovil, da preraščanje v višje višinske razrede na ograjenih površinah poteka nemoteno in da je pomladek višji od 25 cm znatno bolje zastopan na ograjenih površinah, kar kaže na vpliv objedanja v višjih višinskih razredih. Podobno je ugotovil tudi Jarni (2001), saj je bil pomladek gorskega javorja, gorskega bresta in bukve v višinskem razredu do 50 cm številčneje zastopan na neograjenih vrzelih, medtem ko v vseh nadaljnjih višinskih razredih na neograjenih površinah gorski javor in gorski brest nista bila zabeležena. Uspešno nasemenitev in razvoj klic vseh vrst ter onemogočen nadaljnji razvoj zaradi rastlinojede divjadi ugotavljata tudi Diaci (2000) in Presečnik (2000). Tudi mi smo s primerjavo višinske strukture pomladka ugotovili podobno, saj je bil pomladek do višine 50 cm številčnejši na neograjenih vrzelih, medtem ko je bil pomladek višji od 51 cm, številčnejši na ograjenih vrzelih.

S primerjavo gostot pomladka po letih smo ugotovili, da se razlike v gostoti pomladka med neograjenimi in ograjenimi vrzelmi zmanjšujejo. Z analizo višinske strukture smo na ograjenih vrzelih ugotovili izrazito ugodnejše razmere za višinski razvoj. Obe ugotovitvi sta skladni z ugotovitvijo Bončine (1996), da se s preraščanjem v višje višinske razrede razmere za nasemenitev slabšajo, kar se posledično odraža v manjši skupni gostoti.

S primerjavo zasedenosti ploskev smo ugotovili, da je na neograjenih vrzelih več nezasedenih ploskev in takšnih z nizko gostoto mladja. Na ograjenih ploskvah je bilo več polno zasedenih ploskev, se pa z leti razlika med ograjenimi in neograjenimi ploskvami zmanjšuje.

5.3 VPLIV DRUGIH EKOLOŠKIH DEJAVNIKOV NA POMLADEK

S preizkušanjem vpliva drugih dejavnikov na pomladek smo ugotovili, da na nasemenitev in razvoj pomladka vplivajo številni dejavniki. S poznavanjem negativnih vplivnih dejavnikov lahko s smotno sanacijo in nego mladja vpliv določenih dejavnikov bistveno zmanjšamo.

S postavitvijo ploskev na rob in v središče vrzeli smo preverjali vpliv svetlobe na razvoj pomladka. Rezultati analiz so pričakovano pokazali, da je gostota pionirjev in plemenitih listavcev značilno večja v središču vrzeli. S podatki o zastrtosti smo pri pionirjih ugotovili enako, medtem ko so grmovne vrste imele značilno večjo zastrtost ob robu vrzeli. Robovi vrzeli so bili v letu 2005 značilno ugodnejši za smreko, medtem ko so bili tudi tedaj plemeniti listavci bolj zastopani v središču vrzeli. Z delitvijo ploskev na ploskve na robu in v središču vrzeli je potrebno vedeti, da tovrstna delitev ne zajema zgolj razliko o količini svetlobe v vrzeli. Na pomladek pri omenjeni delitvi ima lahko vpliv tudi razlika v vlažnosti, vetrovnosti, bližini semenskih dreves... Pri primerjavi gostot med letoma smo ugotovili, da se je pomladek smreke izraziteje zmanjšal v središču vrzeli, medtem ko se je pomladek pionirjev povečal v središču vrzeli. Tudi z ordinacijo smo ugotovili podobno, saj se je izkazalo, da smreki ne ugajajo najtoplejše lege kolinskega pasu, medtem ko pionirjem ugaja veliko svetlobe. Dai (1996) je ugotovil, da smreka v zgodnji fazi razvoja potrebuje zelo malo svetlobe, medtem ko za nadaljnji razvoj potrebuje veliko svetlobe. Podobno so ugotovili tudi Diaci in sod. (2000).

S podatki o zastrtosti pomladka smo ugotovili, da imajo grmovnice največjo povprečno zastrtost. Večinski delež (84 %) zastrtosti grmovnih vrst je predstavljala leska, ki smo jo v nekaterih delih raziskovalnih objektov zaznali kot nadstojno preostalemu pomladku. Nadstojna leska je bila posledica nedosledne nege, saj so predvsem na robovih vrzeli ostali določeni deli, kjer leska v okviru gojitvenih del ni bila odstranjena. Na ploskvah z nadraslo lesko smo običajno zaznali zgolj nekaj primerkov smreke, redko pa smo na takšnih ploskvah zabeležili pionirske drevesne vrste in plemenite listavce. Rezultati so sicer pokazali zgolj negativno povezanost leske in pionirjev. Tinner in Lotter (2001) sta s pelodnimi raziskavami ugotovila, da z odstranitvijo lesk svojo rast intenzivno pospešijo bori (*Pinus*), breza, lipa, bukev in jelka.

Z delitvijo pomladka glede na relief smo ugotovili najmanj značilnih razlik. Značilne razlike so se izkazale pri grmovnih vrstah, ko sta bili gostota in zastrtost značilno večji na platojih. Pri smreki smo na podlagi podatkov o zastrtosti pričakovano ugotovili, da so izrazito ugodnejše vrtače. Določene vrtače so bile ponekod povsem neprehodno poraščene zgolj s smreko. V letu 2005 razlike v gostotah pomladka glede na relief vrzeli niso bile

značilne. Delež smreke se je v primerjavi gostot med letoma izraziteje zmanjšal na platojih, medtem ko se je delež pionirjev na platojih povečal. Diaci (2000) je ugotovil nasprotno, saj je bila gostota smreke značilno manjša v vrtačah. Kot glavni vzrok za to ugotovitev pa je navedel obilnejšo zeliščno plast v vrtačah. Diaci in sod. (2000) so ugotovili izrazito neugodne razmere za nasemenitev smreke na golosečnih površinah. Vzrok za slabo nasemenitev naj ne bi bilo pomanjkanje semena, temveč vodni stres. Vodni in temperaturni stres sta po našem mnenju najverjetnejša vzroka za izrazitejše zmanjšanje gostote smreke na platoju in v središču vrzeli, saj niso redke posušene smreke na platoju, ki že presegajo 2 m višine (Slika 36).



Slika 36: Sušenje smeke na platoju (foto: Anže Krese, junij 2013)

Odvisnost gostote pomladka od prisotnosti semenskih dreves ugotavljajo številni avtorji (Diaci, 2000; Shönenberger, 2002; Hanssen, 2003; Klemen, 2012). Ugotovljeno je bilo, da je v razdalji do 30 m od semenskih dreves, bistveno večja gostota macesna in bora (Klemen, 2012), medtem ko je Hanssen (2003) ugotovil, da gostota pomladka začne

upadati, ko razdalja od semenskih dreves (smreka) preseže 17,5 m. Tudi mi smo ugotovili povezanost pomladka lipovca s prisotnostjo semenskih dreves. Številčnost pomladka lipovca je bila značilno nižja, v kolikor je minimalna razdalja do semenjaka presegala 60 m. V letu 2005 je bilo ugotovljenih več značilnih povezav, saj je bila značilna povezanost ugotovljena pri pionirjih, plemenitih in trdih listavcih. Hanssen (2003) je poleg semenskih dreves poudaril še pomen semenskih let, saj je ugotovil, da se je kar 96 % pomladka nasemenilo v semenskem letu.

Oddaljenost pomladka od roba matičnega sestoja je eden pomembnejših vplivnih dejavnikov (Bončina, 1996; Honnay in sod., 2002; Shönenberger, 2002; Wohlgemuth in sod., 2002; Hanssen, 2003), saj vpliva tako na gostoto semenskih dreves kot na lego pomladka (središče/rob vrzeli), kar posledično vpliva na osvetljenost vrzeli. Vpliv razdalje do roba matičnega sestoja smo pričakovano ugotovili pri gostoti smreke, saj je delež smreke v odraslih sestojih, ki obdajajo vrzeli približno 80 %. Na naših raziskovalnih objektih so v sklopu sanacije okoli žarišč odstranili drevje v širini pasu ene drevesne višine. Zaradi pomembnega vpliva razdalje do roba matičnega sestoja na razvoj pomladka (predvsem klimaksnih vrst) je pri sanaciji potrebno razmisliti o smotrnosti poseka pasu v širini ene drevesne višine.

Na obnovo gozdov po velikopovršinskih motnjah ima velik vpliv zastrtost zeliščnega sloja (Wohlgemuth in sod., 2002). V zeliščnem sloju imajo po do sedaj znanih raziskavah značilno negativen vpliv na pomladek trave (Boggs in sod., 2008; Janášová in Prach, 2008) in *Rubus* (Wohlgemuth in sod. 2002; Klaužer, 2012). Diaci in sod. (2000) so v visokogorskih smrekovjih ugotovili negativno povezanost pomladka smreke z mahom. Goodman in Hountage (2006) sta v nižinskih gozdovih na Aljaski ugotovila, da je zaradi vpliva zeliščnega sloja pomlajevanje dosti uspešnejše na požganih površinah. Tudi mi smo ugotovili značilno negativen vpliv rodu *Rubus* na pomladek pionirjev in na grmovne vrste, medtem ko nismo zaznali kakršnegakoli vpliva trav na pomladek. S proučevanjem povezanosti skupne zastrtosti zeliščne plasti s pomladkom smo ugotovili značilno negativno povezanost z gostoto smreke in značilno pozitivno povezanost z gostoto grmovnih vrst.

Shönenberger (2002) je ugotovil pomemben vpliv sadnje, saj 10 let po ujmi gostota naravnega pomladka še ni dosegla gostote sajenih primerkov. Druge raziskave kažejo nasprotno, saj je Klaužer (2012) ugotovil, da je bila gostota pomladka na območjih naravne obnove trikrat večja od tistih z umetno obnovo, medtem ko je Škvarč (2014) ugotovil dvakratno razliko v prid naravni obnovi. Sajena smreka, kot predkultura, je imela v naši raziskavi majhen vpliv na pomladek, saj smo ugotovili zgolj močno pozitivno povezanost z brezo. Pri tem velja opozoriti, da je bilo število zabeleženih sajenih smrek zgolj 33.

Skalovitost se je izkazala za pomemben dejavnik, saj smo ugotovili značilno negativno povezanost skalovitosti z gostoto smreke in pionirjev. V raziskavi nismo zaznali vpliva drevesnih ostankov na pomlajevanje. Številne raziskave poudarjajo vpliv lesnih ostankov na pomlajevanje (Janášová in Prach, 2004, Kupferschmid in sod., 2006; Janášová in Matějková, 2007). Rozmanova (2005) je ugotovila, da je bilo 3/4 vsega pomladka na lesnih ostankih. Tudi Boggs in sod. (2008) so ugotovili izreden pomen lesnih ostankov, saj je bila večina pomladka na lesnih ostankih in to kljub dejstvu, da so slednji predstavljali le 2 % vzorčene površine. V raziskavi Svobode in sod. (2010) so zabeležili 50 – 80 % vsega pomladka smreke na lesnih ostankih, delež le-teh pa je predstavljal 4 – 9 % raziskovalne površine. Janášová in Matějková (2007) sta zaznali večje gostote smreke pod krošnjami odmrlih dreves, kot na saniranih vrzelih.

Eden od pomembnih zaviralnih dejavnikov za razvoj pomladka po gradaciji so tudi visoke lesne zaloge prvotnega sestoja brez pomladka, kar je ugotovil tudi Shönenberger (2002).

Po pregledu vplivnih dejavnikov domnevamo, da je glavni vzrok za izpad buke in jelke v pomladku kontinentalizacija podnebja (suša, temperaturni ekstremi) v vrzelih. Na podlagi pregleda podobnih oddelkov (glede na razvojno fazo in vrstno sestavo) v GGE, ki so že bolj razviti, lahko domnevamo, da bo naraščal delež pionirjev v višjih višinskih razredih. Po nekaj letih in stabiliziranju mikroklima v sestoji lahko pod pionirji pričakujemo klimaksne vrste (predvsem bukev). Bukev ima velik potencial, saj smo ugotovili številna semenska drevesa, ki obilno obrodijo, medtem ko je bilo jelovih semenjakov malo. Gostota pomladka je ustrezna, tudi delež neporaščenih površin je sprejemljiv. Smreka kot predkultura je deloma že opravila svojo nalogo, saj so s sadnjo smreke dobro zapolnili

vrzeli v pomladku in ustvarili ugodne razmere predvsem za pionirje. Pomen nadaljnje dopolnilne sadnje je vprašljiv, saj je bil dosednji uspeh sadnje gradna zelo slab, delež gorskega javorja narašča po naravni poti, bukev pa ima dovolj semenskega potenciala v okoliških sestojih. Opozarjamo na izredno slabo vitalna semenska drevesa gradna. Ograjenost vrzeli ima velik pomen, saj smo zaznali višje gostote pomladka, vpliv na vrstno sestavo in višinski razvoj, ki je bil na neograjenih vrzelih manj izrazit. Za nadaljnji razvoj pomladka je potrebno dosledno in strokovno izvajati nego, kar pomeni odstranjevati lesko in ohranjati pokrovnost vseh ostalih vrst. Čez nekaj let (8-10 let) se bo verjetno predvsem na ograjenih vrzelih pokazala potreba po redčenju mestoma zelo gostega pomladka pionirjev z namenom pospeševanja nasemenitve bukve.

6 SKLEPI

Z analiziranjem obnove gozdov 10 let po gradaciji velikega smrekovega lubadarja (*Ips typhographus*) v GGE Vrbovec smo ugotovili, da je gostota pomladka zadovoljiva in v skladu s predhodnimi raziskavami. Z višinskim razvojem se je v 8-ih letih po prvi meritvi skupna gostota pričakovano zmanjšala (25 %). V pomladku drevesnih vrst je še vedno prevladovala smreka, vendar se je njen delež v primerjavi s prvo meritvijo zmanjšal. V drevesni sestavi se je povečal delež plemenitih in trdih listavcev, medtem ko je bilo najizrazitejše povečanje deleža pionirskih drevesnih vrst. Delež jelke in bukve je bil minimalen. Pričakujemo, da se bo predvsem bukev, ob ustrezni negi, uspešno uveljavila v spodnji plasti pionirjev.

S primerjavo pomladka glede na ograjenost vrzeli smo ugotovili, da imajo ograje velik vpliv na gostoto, vrstno sestavo in višinski razvoj pomladka. Postavljene ograje so imele značilno pozitiven vpliv na razvoj smreke, pionirjev in plemenitih listavcev. S proučevanjem posameznih vrst smo ugotovili tudi izrazito nazadovanje gorskega javorja in gradna na neograjenih vrzelih, medtem ko se je delež obeh vrst povečal na ograjenih vrzelih. Ugotovili smo, da rastlinojeda divjad ustvarja ugodne razmere za razvoj pomladka do višine 50 cm, medtem ko je nadaljnji razvoj pomladka uspešnejši na ograjenih vrzelih. Razlika v skupnih gostotah drevesnih vrst med neograjenimi in ograjenimi vrzelmi se je med letoma zmanjšala. Vzrok za zmanjšanje razlik v skupni gostoti bi lahko pripisali prav uspešnejšemu višinskemu razvoju pomladka na ograjenih vrzelih, kar posledično pomeni slabšanje razmer za nasemenitev in s tem povezano znižanje gostot.

S primerjavo uspešnosti obnove gozdov na robu vrzeli in v središču vrzeli smo pričakovano ugotovili, da so pionirske drevesne vrste in plemeniti listavci bolj zastopani v središču vrzeli. Ob prvi meritvi je bilo ugotovljeno, da je smreka značilno uspešnejša ob robu vrzeli, kar pa ob ponovitvi nismo uspeli dokazati. Pri primerjavi razlik glede na relief vrzeli smo ugotovili, da je bila zastrtost smreke značilno večja v vrtačah. Delež smreke se je izraziteje zmanjšal na platojih in v središču vrzeli, kar je po našem mnenju posledica vodnega in temperaturnega stresa. To ugotovitev v veliki meri podpirajo tudi rezultati fitoindikacije.

Izkazalo se je, da imajo semenjaki lipovca značilno ugoden vpliv na gostoto pomladka lipovca. Pričakovano smo ugotovili, da je gostota smreke v bližini ohranjenega matičnega sestoja značilno večja. V prihodnje pričakujemo velik vpliv že obstoječih bukovih semenjakov.

Dopolnilna sadnja smreke ni imela velikega vpliva na naravno nasemenitev, saj smo ugotovili zgolj ugoden vpliv na razvoj breze. Ugotovili smo, da je skupna zastrtost zelišč značilno negativno vplivala na pomladek smreke, medtem ko je imel *Rubus* negativen vpliv na pomladek pionirjev in na pojavljanje grmovnih vrst. Skalovitost je imela značilno negativen vpliv na gostoto smreke in pionirjev.

7 POVZETEK

Problem prenamnožitve velikega smrekovega lubadarja (*Ips typhographus*) je značilen za celotno Srednjo Evropo (Janášová in Prach, 2004). Tudi v Sloveniji so prenamnožitve podlubnikov poglavitni vzrok za sanitarno sečnjo. Med vsemi GGO ima največji delež sanitarne sečnje zaradi gradacije podlubnikov prav Kočevsko GGO (Poročilo ZGS, 2013). Namen naloge je bil proučiti stanje in razvoj pomladka na površinah, ki so nastale zaradi gradacije podlubnikov. Poleg tega smo želeli ugotoviti dinamiko razvoja pomladka, glavne vplivne dejavnike ter smotrnost sadnje in ograditve vrzeli.

Raziskovalni objekti ležijo v jugovzhodnem delu GGE Vrbovec. Povprečna letna temperatura za Kočevje, ki je v neposredni bližini, znaša 8,3 °C, povprečna letna količina padavin pa je 1.523 mm. Raziskovalni objekti se nahajajo v RGR Zasmrečeni nižinski jelovo-bukovi gozdovi. Velik del tega razreda predstavljajo danes velikopovršinska sanirana žarišča velikega smrekovega lubadarja (*Ips typhographus*), ki so v večini nastala v letih od 2003 do 2006. V tem RGR močno prevladuje (82,9 %) rastišče dinarsko jelovo bukovje s srobotom (*Omphalodo-Fagetum clematidetosum*), prav tu pa se nahajajo tudi raziskovalni objekti. Talni tip na proučevanem območju so rjava pokarbonatna tla na svetlem apnencu in rjava pokarbonatna tla, sprana in skalovita.

Z namenom, da bi ugotovili razvoj pomladka, smo prevzeli metodologijo Bitorajca (2005) in jo nekoliko izpopolnili. Zakoličili smo 120 ploskev na neograjenih vrzelih in 120 ploskev na ograjenih vrzelih. Polovico ploskev na neograjenih in na ograjenih vrzelih smo postavili na plato in jih enakomerno razporedili v središče in na rob vrzeli. Drugo polovico ploskev smo postavili v vrtače in jih prav tako enakomerno razporedili v središče in na rob vrzeli. Velikost ploskve je znašala 1,5 x 1,5 m. Na raziskovalnih ploskvah smo popisali vse lesnate rastline, ki smo jih razdelili v starostne (klice, enoletne, dvo- ali večletne primerke) in višinske razrede (do 20 cm; od 21 do 50 cm; od 51 do 130 cm; od 131 do 250 cm in od 251 cm do 5 cm prsnega premera). Poleg zabeležene gostote smo za vsako lesnato vrsto posebej ocenili absolutno zastrtost vrste (v %). Na 150 ploskvah smo opravili popoln popis absolutne zastrtosti (v %) zeliščne plasti. Na preostalih 90 ploskvah smo ocenili le delež prevladujoče zeliščne vrste, na vseh ploskvah pa smo ocenili skupno zastrtost zeliščne

plasti. Z namenom, da bi ugotovili vpliv semenskih dreves na pomladek, smo v pasu 80 m od ploskev z GPS-om posneli vsa semenska drevesa. S pomočjo koordinat ploskev in ortofoto posnetkov smo določili minimalno razdaljo do roba ohranjenega matičnega sestoja.

Za analiziranje odvisnosti gostot in zastrtosti pomladka od različnih dejavnikov smo uporabili neparametrični test dveh neodvisnih vzorcev (Mann-Whitney). Povezanost pomladka z ostalimi vplivnimi spremenljivkami smo ugotavljali s Spearmanovo korelacijo rangov. Za ugotavljanje spremenljivk, ki najmočneje vplivajo na gostote in zastrtost pomladka smreke in pionirjev, smo uporabili generalizirane linearne mešane modele z negativno binomsko porazdelitvijo. Na podlagi popisa zeliščne plasti smo z metodo PCO pripravili ordinacijo.

Z analizo podatkov smo ugotovili, da je povprečna gostota pomladka znašala 4 primerke/m². Drevesne vrste smo uvrstili v skupine drevesnih vrst in ugotovili, da med pionirji prevladuje jerebika. Delež jerebike se je v zadnjem obdobju zmanjšal, medtem ko se je med pionirji znatno povečal delež breze. V skupini plemenitih listavcev smo zaznali izrazito povečanje deleža gorskega javorja in zmanjšanje deleža lipovca. Med trdimi listavci je narastel delež mokovca, padel pa je delež gradna in breka. Med grmovnimi vrstami je imela večinski delež leska. V drevesni sestavi je sicer močno prevladovala smreka (65 %), vendar se je njen delež v zadnjih osmih letih zmanjšal (za 11 %). Delež preostalih skupin drevesnih vrst se je povečal, najizrazitejše pa je bilo povečanje deleža pionirjev (8%). Delež bukve in jelke je bil skorajda nezaznaven. Z analizo višinske strukture pomladka smo ugotovili, da se večina pomladka uvršča v višinska razreda od 21 cm do 130 cm. V zeliščnem sloju sta tako po obilju kot po pojavljanju na ploskvah prevladovala spomladanska torilnica (*Omphalodes verna*) in malinjak (*Rubus idaeus*). Ugotovili smo, da je imela ograjenost vrzeli značilno ugoden vpliv na gostoto smreke in pionirjev ter na zastrtost pionirjev in plemenitih listavcev. Delež smreke se je izraziteje zmanjšal na neograjenih vrzelih. Tudi delež gradna in gorskega javorja se je izrazito zmanjšal na neograjenih vrzelih, medtem ko se je delež obeh vrst na ograjenih vrzelih povečal. Neograjene vrzeli so bile ugodne za razvoj breze in mokovca. Objedanje pomladka ima očiten vpliv na višinsko strukturo pomladka, saj smo ugotovili višje gostote

pomladka do višine 50 cm na neograjenih vrzelih, medtem ko je bil pomladek v višjih višinskih razredih številčneje zastopan na ograjenih vrzelih.

Središče vrzeli je bilo pričakovano ugodnejše za razvoj pionirjev in plemenitih listavcev. Zastrtost smreke je bila značilno večja v vrtačah. Delež smreke se je izraziteje zmanjšal na platoju in v središču vrzeli. Ugotovili smo pozitivno povezanost pomladka lipovca s prisotnostjo semenjakov lipovca. Oddaljenost od roba ohranjenega matičnega sestoja je imela velik vpliv na gostoto smreke, saj je bila gostota večja v bližini ohranjenega sestoja. Zastrtost zeliščnega sloja je negativno vplivala na gostoto smrekovega pomladka, rod *Rubus* pa je imel značilno negativen vpliv na pionirje. Sajena smreka kot predkultura je pozitivno vplivala na razvoj breze. Skalovitost je značilno negativno vplivala na gostoto smreke in pionirjev. Z rezultati fitoindikacije smo v veliki meri prišli do podobnih ugotovitev.

V primerjavi z drugimi raziskavami smo zabeležili veliko vrstno pestrost lesnatih rastlin (19 drevesnih vrst, 12 grmovnih vrst), kar je posledica nizke nadmorske višine in bližnjih sestojev v zaraščanju. Skupna gostota pomladka (43.000 primerkov/ha) je zadovoljiva. Prevladujoč delež smreke in uveljavljanje vse večjega deleža listavcev so v splošnem razvojne poti obnove gozdov po gradacijah podlubnikov. Skladno z drugimi raziskavami smo ugotovili, da rastlinojeda divjad ohranja ugodne razmere za nasemenitev in hkrati onemogoča višinski razvoj pomladka ter vpliva na vrstno sestavo pomladka.

Ugotavljamo, da dodatna sadnja ni potrebna. V prihodnjem desetletju ob ustrezni negi pričakujemo razvoj bukve v spodnjem sloju pionirjev. Glede na razlike med neograjenimi in ograjenimi vrzelmi ugotavljamo, da imajo ograje in posledično rastlinojeda divjad še vedno značilen vpliv na pomladek. Platoji v središču vrzeli so se izkazali za neprimerne za razvoj smreke. Oddaljenost od roba ohranjenega sestoja in semenska drevesa značilno vplivata na vrstno strukturo pomladka in na čas obnove gozda.

8 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: 43-53
- Batič F., Wraber T., Turk B. 2003. Pregled rastlinskega sistema s seznamom rastlin in navodil za pripravo študentskega herbarija: za študente gozdarstva in krajinske arhitekture. Ljubljana, UL, BF, Oddelek za agronomijo: 160 str.
- Bitorajc Z. 2005. Analiza pomlajevanja v GE Vrbovec: strokovna naloga. Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Kočevje. Kočevje, samozaložba: 49 str.
- Boggs K., Sturdy M., Rinella D. J., Rinella M. J. 2008. White spruce regeneration following a major spruce beetle outbreak in forests on the Kenai Peninsula, Alaska. *Forest Ecology and Management*, 255: 3571-3579
- Bončina A. 1996. Vpliv jelenjadi in srnjadi na potek gozdne sukcesije v gozdnem rezervatu Pugled-Žiben. *Gozdarski vestnik*, 54, 1: 57-65
- Bončina A. 2009. Urejanje gozdov - upravljanje gozdnih ekosistemov: učbenik za študente univerzitetnega študija gozdarstva. Ljubljana, UL, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 359 str.
- Boucher T. V., Mead B. R. 2006. Vegetation change and forest regeneration on the Kenai Peninsula, Alaska following a spruce beetle outbreak, 1987-2000. *Forest Ecology and Management*, 227: 233-246
- Božič G. 2005. Genetski vidik naravne obnove smrekovega sestoja na stalni raziskovalni ploskvi Šijec na Pokljuki. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 77: 43-60
- Brus R. 2008. Dendrologija za gozdarje: univerzitetni učbenik. UL, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 408 str.
- Dai X. 1996. Influence of light conditions in canopy gaps on forest regeneration: a new gap light index and its application in a boreal forest in east-central Sweden. *Forest Ecology and Management*, 84: 187-197
- Dufrene M., Legendre P. 1997. Species Assemblages and Indicator Species: The Need for a Flexible Asymmetrical Approach. *Ecological Monographs*, 67: 345-366
- Diaci J. 2000. Naravno pomlajevanje v nasadih smreke (*Picea abies*(L.) Karst.) na Krašici. V: Nova znanja v gozdarstvu - prispevek visokega šolstva: zbornik referatov

- študijskih dni, Kranjska Gora, 11.-12. maj. 2000. Potočnik I. (ur.). Ljubljana, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 89-104
- Diaci J. 2006. Gojenje gozdov: pragozdovi, sestoji, zvrsti, načrtovanje, izbrana poglavja: učbenik za študente univerzitetnega študija gozdarstva. Ljubljana, UL, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 348 str.
- Diaci J., Kutnar L., Rupel M., Smolej I., Urbančič M., Kraigher H. 2000. Interactions of Ecological Factors and Natural Regeneration in an Altimontane Norway Spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) Stand. *Phyton* (Horn, Austria), 40, 4: 17-26
- Diaci J., Pisek R., Bončina A. 2005. Regeneration in experimental gaps of subalpine *Picea abies* forest in the Slovenian Alps. *European Journal of Forest Research*, 124; 1: 29-36
- Ferenc M. 1993. Kočevska: Izgubljena kulturna dediščina kočevskih Nemcev. Ljubljana, Ministrstvo za kulturo – Zavod Republike Slovenije za varstvo naravne in kulturne dediščine: 112 str.
- Goodman L. F., Hungate B. A. 2006. Managing forests infested by spruce beetles in south-central Alaska: Effects on nitrogen availability, understory biomass, and spruce regeneration. *Forest Ecology and Management*, 227: 267-274
- Gorše K. 2001. Naravno pomlajevanje v smrekovih nasadih na Rogu: diplomsko delo. UL, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire. Ljubljana, samozaložba: 55 str.
- Gozdnogospodarski načrt Gozdnogospodarske enote Vrbovec 2001-2010. 2003. Kočevje, Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Kočevje: 131 str.
- Gozdnogospodarski načrt Gozdnogospodarske enote Vrbovec 2011-2020. 2011a. Kočevje, Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Kočevje: 140 str.
- Gozdnogospodarski načrt Gozdnogospodarske enote Vrbovec 2011-2020: opisi sestojev, oddelki 1-51. 2011b. Kočevje, Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Kočevje: 113 str.
- Hanssen K. H. 2003. Natural regeneration of *Picea abies* on small clear-cuts in SE Norway. *Forest Ecology and Management*, 180: 199-213
- Heurich M. 2009. Progress of forest regeneration after a large-scale *Ips typographus* outbreak in the subalpine *Picea abies* forests of the Bavarian Forest National Park. *Silva Gabreta*, 15, 1: 49-66

- Honnay O., Bossuyt B., Verheyen K., Butaye J., Jacquemyn H., Hermy M. 2002. Ecological perspectives for the restoration of plant communities in European temperate forests. *Biodiversity and Conservation*, 11: 213-242
- Jarni K. 2001. Pregled ograjenih gozdnih površin za zaščito pred divjadjo na Kočevskem z analizo vegetacije na primeru ograje Trnovec: diplomsko delo. (UL, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozaložba: 59 str.
- Janášová M., Matějková I. 2007. Natural regeneration and vegetation changes in wet spruce forests after natural and artificial disturbances. *Canadian Journal of Forest Research*, 37: 1907-1914
- Janášová M., Prach K. 2004. Central-European mountain spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) forests: regeneration of tree species after a bark beetle outbreak. *Ecological Engineering*, 23: 15-27
- Janášová M., Prach K. 2008. The influence of bark beetles outbreak vs. salvage logging on ground layer vegetation in Central European mountain spruce forests. *Biological Conservation*, 141: 1525-1535
- Kelenc S. 2010. Primerjava različnih pristopov za prevzgojo izmenjanih in spremenjenih gozdov v srednji Evropi: diplomsko delo. (UL, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozaložba: 100 str.
- Klaužer S. 2012. Uspešnost naravne in umetne obnove vetrolomnih površin na širšem območju Bohorja: diplomsko delo. (UL, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozaložba: 34 str.
- Klemen K. 2012. Uspešnost sanacije vetrolomnih površin s setvijo na primeru GGE Kamnik: diplomsko delo. (UL, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozaložba: 40 str.
- Kupferschmid A. D., Brang P., Schönenberger W., Bugmann H. 2006. Predicting tree regeneration in *Picea abies* snag stands. *European Journal of Forest Research*, 125: 163-179
- Kupferschmid A.D., Schönenberger W., Wasem U. 2002. Tree regeneration in a Norway spruce snag stand after tree die-back caused by *Ips typographus*. *Forest Snow and Landscape Research*, 77, 1/2: 149-160
- Landolt E., Bäumler B., Erhardt A., Hegg O., Klötzli F., Lämmler W., Nobis M., Rudmann-Maurer K., Schweingruber F. H., Theurillat J.-P., Urmi E., Vust M.,

- Wohlgemuth T. 2010. Flora indicativa: Ecological Indicator Values and Biological Attributes of the Flora of Switzerland and the Alps. 2nd newly revised and expanded edition of Ökologische Zeigerwerte zur Flora der Schweiz (1977). Geneve, Haupt Verlag: 376 str.
- Mekinda-Majaron T. 1995. Klimatografija Slovenije. Temperatura zraka: obdobje 1961-1990. Ljubljana, Hidrometeorološki zavod Republike Slovenije: 356 str.
- Miklavžič J. 1954. Premena umetnih nižinskih smrekovih sestojev. Ljubljana, Inštitut za gozdarstvo in lesno industrijo LR Slovenije: 66 str.
- Oksanen J., Guillaume Blanchet F., Kindt R., Legendre P., Minchin P. R., O'Hara R. B., Simpson G. L., Solymos P., Stevens M. H. H., Wagner H. 2013. vegan: Community Ecology Package. R package version 2.0-10
<http://CRAN.R-project.org/package=vegan> (februar 2014)
- Papež J. 1970. Analiza nižinskih sestojev na bivših pašnih površinah. Kočevje, GG Kočevje, 83 str.
- Pisek R. 2000. Naravno pomlajevanje subalpinskega smrekovega gozda na Pokljuki: diplomsko delo. UL, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire. Ljubljana, samozaložba: 83 str.
- Poročilo Zavoda za gozdove Slovenije o gozdovih za leto 2012. 2013. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije, centralna enota: 85 str.
- Prelesnik A. 2013. "Izvor smreke v GGE Vrbovec". Upokojeni gozdar Zavoda za gozdove Slovenije (ustni vir: oktober 2013)
- Presečnik B. 2000. Pomlajevanje v odvisnosti od razvoja zeliščne podrasti in svetlobe: diplomsko delo. (UL, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozaložba: 84 str.
- R Core Team. 2014. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria
<http://www.R-project.org/> (februar 2014)
- Rozman E. 2005. Pomladitvena ekologija drugotnih visokogorskih smrekovih gozdov v Jelendolu: diplomsko delo. (UL, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozaložba: 72 str.

- Schmid J. M., Hinds T. E. 1974. Development of Spruce-Fir Stands Following Spruce Beetle Outbreaks. U.S. Dept. of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station. Fort Collins, Colorado: 16 str.
- Schönenberger W. 2002. Post windthrow stand regeneration in Swiss mountain forests: the first ten years after the 1990 storm Vivian. Forest Snow and Landscape Research, 77, 1/2: 61-80
- Stalne vzorčne ploskve za GGE Vrbovec (ploskve: 184, 211, 217, 481). 2010. Kočevje, Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Kočevje
- Svoboda M., Frawer S., Janda P., Bače R., Zenáhlíková J. 2010. Natural development and regeneration of a Central European montane spruce forest. Forest Ecology and Management, 260: 707-714
- Škvarč J. 2014. Sanacije v ujmah poškodovanih gozdnih sestojev v območni enoti Tolmin. magistrsko delo. (UL, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozaložba: 68 str.
- Tahovská K., Kopáček J., Šantrůčková H. 2010. Nitrogen availability in Norway spruce forest floor – the effect of forest defoliation induced by bark beetle infestation. Boreal Environment Research, 15: 553-564
- Tinner W., Lotter A. F. 2001. Central European vegetation response to abrupt climate change at 8.2 ka. Geology, 29: 551-554
- Vegetacijska in rastiščna analiza za gospodarsko enoto Stara Cerkev II.- Gozdno gospodarstvo Kočevje. 1971. Ljubljana, Inštitut za biologijo SAZU: 68 str
- Vidic D. 2009. Razvoj mladja v gozdnem rezervatu Smrečje po naravnih motnjah: diplomsko delo. (UL, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozaložba: 49 str.
- Wohlgemuth T., Kull P., Wüthrich H. 2002. Disturbance of microsites and early tree regeneration after windthrow in Swiss mountain forests due to the winter storm Vivian 1990. Forest Snow and Landscape Research, 77, 1/2: 17-47
- Zupančič B. 1995. Klimatografija Slovenije. Količina padavin: obdobje 1961-1990. Ljubljana, Hidrometeorološki zavod Republike Slovenije: 366 str.

ZAHVALA

Za skrbno vodenje pri pisanju magistrskega dela se zahvaljujem mentorju prof. dr. Juriju Diaciju. Hvala Vam, da ste odgovarjali na nešteto mojih vprašanj.

Za pripravo ordinacije in razlikovalnih potencialov za posamezne vrste se zahvaljujem dr. Andreju Rozmanu. Dr. Dušanu Roženbergarju se zahvaljujem za pomoč pri statističnih zagatah.

Večina terenskih dni je z mano opravil Jernej Javornik, za kar se mu najlepše zahvaljujem. Hvala, da si mi pomagal pri določevanju rastlin zeliščne plasti in z mano vztrajal na žgočem soncu. Za pomoč na terenu se zahvaljujem tudi očetu, Klari in Galu Fideju.

Avtorju strokovne naloge Zoranu Bitorajcu se zahvaljujem za vse podatke, terenske ogledе, debate, spodbude in za pomoč pri izdelavi karte. Hvala ti, da si me kot neznanca sprejel in da sva postala dobra kolega.

Posebej se zahvaljujem tudi recenzentu prof. dr. Andreju Bončini, ki je hitro in podrobno pregledal nalogo. Mag. Maji Peteh se zahvaljujem za tehnični pregled naloge, za lektoriranje naloge pa Dragici Gornik.

Posebna zahvala gre tudi kolegu Janezu Šubicu, ki mi je tekom študija omogočil praktično izpopolnjevanje.

Za konec se zahvaljujem vsem domačim, ki so me neutrudno podpirali skozi celoten študij.