

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

Aljoša KRAMBERGER

**RAZVOJ MLADJA V PRAGOZDU PEČKA OD LETA  
1963**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2012

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

Aljoša KRAMBERGER

**RAZVOJ MLADJA V PRAGOZDU PEČKA OD LETA 1963**

DIPLOMSKO DELO  
Univerzitetni študij

**DEVELOPMENT OF REGENERATION IN VIRGIN FOREST PEČKA  
FROM YEAR 1963**

GRADUATION THESIS  
University studies

Ljubljana, 2012

Diplomsko delo je zaključek Univerzitetnega študija gozdarstva. Opravljeno je bilo na katedri za Gojenje gozdov Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete v Univerze v Ljubljani. Meritve so bile izvedene v pragozdu Pečka.

Študijska komisija Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire je za mentorja imenovala prof. dr. Jurija Diacija in za recenzenta doc. dr. Davida Hladnika.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

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

Aljoša Kramberger

**KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA**

- ŠD Dn
- DK GDK 231:228.81(043.2)=163.6
- KG pragozdovi/pomlajevanje/jelka/poškodovanost/svetloba/  
KK
- AV KRAMBERGER, Aljoša
- 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 2012
- IN RAZVOJ MLADJA V PRAGOZDU PEČKA OD LETA 1963
- TD Diplomsko delo (univerzitetni študij)
- OP VIII, 48 str., 5 pregl., 24 sl., 0 pril., 25 vir.
- IJ sl
- JI sl/en
- AI

Namen raziskave je bil preučevanje naravnega pomlajevanja drevesnih vrst in osnovnih ekoloških dejavnikov na vzorčnih ploskvah v pragozdu Pečka. Na 164 sistematično določenih vzorčnih ploskvah velikosti 2 x 2 m so bile izmerjene vrednosti direktne in difuzne svetlobe na različnih višinah, ocenjena zastrtost tal z zeliščno vegetacijo, mladjem in drevesnimi ostanki, v okolici ploskve so bili izmerjeni ekspozicija, nagib in temeljnica sestoja in določena razvojna faza pragozda. Povprečna vrednost difuzne svetlobe je bila 4,0 %, direktne pa 3,2 %. Skupna gostota mladja brez klic je znašala 19954 ha<sup>-1</sup>. V mladju je prevladovala bukev (94 %), sledila sta ji jelka (4 %) in gorski javor (2 %). Delež bukve se je z naraščajočo višino mladovja povečeval. Gostote jelovega mladja so bile nizke, jelke v višinskem razredu nad 20 cm nismo zabeležili. Delež jelke v temeljnici se je v obdobju od leta 1893 do leta 2007 znižal, delež bukve pa narasel. V mladju se je povečal delež delno in močno poškodovanih jelk. Prevladovale so razvojne faze s pomladkom. Ugotovljena je bila pozitivna povezava med difuzno svetlobo in povprečnim prirastkom bukovih poganjkov ter med bukvijo v razredu nad 20 cm in difuzno svetlobo. Ugotovljen je bila tudi negativna odvisnost med zastiranjem pritalne vegetacije in zastiranjem pomladka drevesnih vrst.

**KEY WORDS DOCUMENTATION**

DN Dn

DC FDC 231:228.81(043.2)=163.6

CX virgin forests/regeneration/silver fir/damage/light

CC

AU KRAMBERGER, Aljoša

AA DIACI, Jurij (supervisor)

PP 1000-Ljubljana, Večna pot 83

PB University of Ljubljana, Biotechnical faculty, Department of forestry and renewable forest resources

PY 2012

TI DEVELOPMENT OF REGENERATION IN VIRGIN FOREST PEČKA FROM YEAR 1963

DT Graduation thesis (University studies)

NO VIII, 48 p., 5 tab., 24 fig., 0 ann., 25 ref.

LA sl

AL sl/en

AB

The purpose of this study was the examination of natural regeneration of tree species and basic ecological factors in sample plots in the virgin forest Pečka. In 164 systematically defined, 2 by 2 meter large plots, direct and diffuse light values were measured on different heights, ground coverage with herb vegetation, young trees and tree debris was estimated. In the vicinity of the plots we measured hill exposure, inclination and the stand basal area as well as the development phase of the forest. The average value of diffuse light was 4.0 %; the average value of direct light was 3.2 %. The overall density of young trees not counting one-year-old seedlings was 19954 ha<sup>-1</sup>, where beech (94 %) dominated, followed by silver fir (4 %) and sycamore maple (2 %). The share of beech increased with the height of the young trees. The density of young silver firs was low, we did not find any in the height class above 20 cm. The share of silver fir in the stand basal area had decreased in the years from 1893 till 2007, while the share of beech increased. The share of moderately and heavily damaged young silver firs has increased. The virgin forest was dominated by development phases of young trees. A positive correlation between diffuse light and average length increment and also between beech higher than 20 cm and diffuse light was determined. The correlation between ground vegetation coverage and tree regeneration was also determined.

**KAZALO**

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA.....	III
KEY WORDS DOCUMENTATION .....	IV
KAZALO PREGLEDNIC.....	VII
KAZALO SLIK.....	VIII
1 UVOD.....	1
2 PREGLED OBJAV .....	2
3 NAMEN NALOGE, CILJI IN HIPOTEZE .....	10
3.1 NAMEN IN CILJI NALOGE .....	10
3.2 DELOVNE HIPOTEZE IN RAZISKOVALNA VPRAŠANJA .....	10
4 OBJEKT RAZISKAVE IN METODOLOGIJA DELA.....	11
4.1 OBJEKT RAZISKAVE .....	11
4.1.1 Pragozd Pečka .....	11
4.1.1.1 Lega.....	11
4.1.1.2 Zgodovina in pretekle raziskave.....	11
4.1.1.3 Podnebje, geološka podlaga in tla, vegetacija .....	12
4.2 METODE DE LA .....	12
5 REZULTATI.....	16
5.1 SPLOŠNE EKOLOŠKE RAZMERE NA PLOSKVAH .....	16
5.1.1 Svetloba.....	17
5.1.2 Temeljnica in lesna zaloga .....	19
5.1.3 Razvojne faze .....	20
5.2 POMLAJEVANJE DREVESNIH VRST .....	22
5.2.1 Pomlajevanje bukve v letu 2007 .....	25
5.2.2 Izmerjene lastnosti dominantnih bukovih drevesc .....	25
5.2.3 Pomlajevanje jelke v letu 2007 .....	28
5.2.4 Poškodovanost jelk v letu 2007.....	29
5.2.5 Poškodovanost bukve v letu 2007 .....	29
5.3 ODVISNOST POMLAJEVANJA OD EKOLOŠKIH DEJAVNIKOV .....	30
5.3.1 Bivariatne primerjave.....	30
5.3.1.1 Spearmanova korelacija ranga.....	30

5.3.1.2 Logistična regresija .....	32
5.4 RAZVOJ JELK OD LETA 1963 DO LETA 2007 .....	33
5.4.1 Trendi poškodovanosti jelke .....	33
5.4.2 Gostote jelke po letih popisov .....	35
5.4.3 Delež jelke in bukve v lesni zalogi.....	36
6 DISKUSIJA.....	38
7 ZAKLJUČEK .....	44
8 POVZETEK .....	45
9 VIRI.....	47
ZAHVALA.....	49

## KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Osnovne statistične značilnosti merjenih lastnosti ploskev v pragozdnem rezervatu Pečka poleti 2007 .....	16
Preglednica 2: Osnovne statistične značilnosti o pomlajevanju drevesnih vrst na 164 vzorčnih ploskvah v letu 2007. Vse vrednosti so podane na m <sup>2</sup> .....	23
Preglednica 3: Izmerjene lastnosti dominantnih bukovih drevesc na vzorčnih ploskvah v pragozdu Pečka leta 2007. Vrednosti so podane v centimetrih.....	25
Preglednica 4: Spearmanova korelacija ranga z ugotovljenimi statistično značilnimi pari spremenljivk .....	31
Preglednica 5: Statistično značilni pari spremenljivk logistične regresije .....	33



**KAZALO SLIK**

Slika 1: Pragozd Pečka z vrisanimi transekti na katerih smo leta 2007 postavili vzorčne ploskve .....	13
Slika 2: Vzorčna ploskev v pragozdu Pečka (Foto: Kramberger, A., 9. 7. 2007) .....	15
Slika 3: Odstotki svetlobe na različnih višinah v pragozdu Pečka v poletju 2007 .....	17
Slika 4: Skupna svetloba na različnih višinah na ploskvah v pragozdu Pečka v letu 2007 .....	18
Slika 5: Raznolike svetlobne razmere v pragozdu Pečka (Foto: Kramberger, A., 12. 7. 2007) .....	19
Slika 6: Deleži drevesnih vrst v temeljnici z razponi vzorčnih napak v pragozdu Pečka leta 2007 .....	20
Slika 7: Deleži razvojnih faz pragozda Pečka, ocenjeni na 164 ploskvah v letu 2007 .....	21
Slika 8: Bukov debeljak v pragozdu Pečka (Foto: Kramberger, A., 12. 7. 2007) .....	22
Slika 9: Pomlajevanje jelke na drevesnih ostankih v pragozdu Pečka (Foto: Kramberger, A., 6. 7. 2007) .....	24
Slika 10: Osnovne statistične značilnosti o pomlajevanju drevesnih vrst na 164 vzorčnih ploskvah v pragozdu Pečka leta 2007 .....	24
Slika 11: Deleži dominantnih primerkov s pokončno, deformirano ali plagiotropno rastjo v pragozdu Pečka leta 2007 (N = 260) .....	26
Slika 12: Deleži dominantnih primerkov z enoosno, rogovilasto ali metlasto obliko rasti terminalnega poganjka v pragozdu Pečka leta 2007 (N = 261) .....	26
Slika 13: Deleži dominantnih bukev na ploskvi glede na število primerkov v pragozdu Pečka leta 2007 (N = 108) .....	27
Slika 14: Gostote jelke v pragozdu Pečka leta 2007 .....	28
Slika 15: Klica jelke v pragozdu Pečka (Foto: Kramberger, A., 10. 7. 2007) .....	28
Slika 16: Poškodovanost jelke v letu 2007 po starostnih kategorijah v pragozdu Pečka .....	29
Slika 17: Poškodovanost bukve v letu 2007 po višinskih razredih v pragozdu Pečka .....	30
Slika 18: Obilje bukovega pomladka v pragozdu Pečka (Foto: Kramberger, A., 18. 7. 2007) .....	32
Slika 19: Struktura jelovega mladja po letih popisa na vzorčnih ploskvah v pragozdu Pečka .....	34
Slika 20: Jelen na paši v bližini pragozda Pečka (Foto: Kramberger, A., 12. 7. 2007) .....	34
Slika 21: Gostote jelke po starosti od leta 1963 do leta 2007 v pragozdu Pečka .....	35
Slika 22: Primerjava hektarskih gostot jelk med letoma 1980 in 2007 v različnih kategorijah v pragozdu Pečka .....	36
Slika 23: Spreminjanje deleža jelke in bukve v lesni zalogi pragozda Pečka od leta 1893 do leta 2007 .....	37
Slika 24: Raznolike ekološke razmere v pragozdu Pečka (Foto: Kramberger, A., 11. 7. 2007) .....	37

## 1 UVOD

V gospodarskem gozdu so naravni razvojni procesi modificirani in usmerjeni h gozdnogospodarskim ciljem, ki morajo biti določeni v mejah homeostatskih sposobnosti gozda. Če jih človek prekorači, se začnejo v gozdu odvijati začasni ali trajni destruktivni procesi. Odkrivanje naravnih homeostatskih omejitev je za trajnostno usmerjeno gospodarjenje z gozdom osnovnega pomena in sodi med temeljne gozdarske naloge, preučevanje pa je učinkovito v naravnih sistemih, v katerih je direktna človekova aktivnost minimalna. Med takšne sisteme vsekakor sodijo pragozdovi, ki razpolagajo z evolucijsko izoblikovanimi in mnogokrat preizkušenimi varovalnimi mehanizmi, ki jih ščitijo pred razdiralno močjo nežive narave (Debeljak, 1997).

V pragozdovih se odvijajo procesi, na podlagi katerih lahko sklepamo na procese tudi v gospodarskih gozdovih. Eden takih kompleksnih procesov je tudi pomlajevanje. V preteklosti so bili za dinarske pragozdove značilni veliki deleži jelke, ki je skupaj z bukvijo, v manjšem delu pa tudi z gorskim javorjem in smreko, tvorila obsežne dinarske jelovo-bukove gozdove. Pomlajevanje vseh drevesnih vrst je bilo dokaj nemoteno. Zlasti po letu 1848, ko je začel veljati zakon o zemljiški odvezi, se je delež prostoživečih parkljarjev izrazito znižal, predvidoma celo na daleč najnižje ravni v vsej zgodovini. To je omogočalo nemoteno pomlajevanje jelke, ki je trajalo vsaj do 1. svetovne vojne. Delež jelke med drevesnimi vrstami je še v letu 1947 presegal 19,4 % (Diaci in sod., 2010). Kmalu po 2. svetovni vojni se je jelka ponekod začela sušiti, gostote rastlinojedov pa so se začele povečevati. Od takrat naprej je njen delež v lesni zalogi slovenskih gozdov začel padati, gozdarji pa so se pričeli spraševati o vzroku tega pojava. Začele so se intenzivne raziskave v pragozdovih, ki so poskušale dognati bistvene mehanizme pomlajevanja. Namen tega dela je bil spoznati pomlajevanje v pragozdu Pečka, ga primerjati s predhodnimi podatki in iz tega izluščiti nadaljnje trende.

## 2 PREGLED OBJAV

Mlinšek (1964) je skušal s podrobnim popisom jelovih sestojev z znaki sušenja na celotnem območju slovenskega areala ugotoviti vzroke in trend. Ugotovil je, da se jelka suši na okoli 10 % svojega areala (okoli 30.000 ha sestojev). Sušenje je bilo najintenzivnejše v sestojih, kjer je jelka prevladovala (delež jelke od 40 do 90 %) in na nadmorskih višinah od 400 do 800 metrov. Bolj se je sušila jelka na bazični kamninski podlagi, kot na kisli. Priporočil je, da jelke ne pospešujemo izven naravnega areala in da ne gradimo čistih jelovih sestojev ter da ne posegamo v zgradbo zelo mladih in starih jelovih sestojev, zaradi njihove zmanjšane vitalnosti.

Mlinšek (1967a) je proučeval značilnosti bukovega in jelovega mladovja v pragozdu na Rogu. Ugotovil je, da izmed nekaj sto tisoč osebkov bukve doživi starostno fazo le nekaj sto dreves. Pri jelki od 2000 do 3000 jelk v mladju doživi starostno fazo prav tako nekaj sto dreves. V optimalni fazi nastajajo bukovo – jelovi sestoji, kjer jelka nenadoma tvori šope in gnezda s prevladujočim deležem lesne zaloge. Debla jelk so debelovejnata, kar je dokaz, da se posamezniki samostojno prebijajo skozi krošnjo dominantnega sestoja. Pri jelki je skopo nasemenjevanje v primerjavi z bukvijo naraven pojav. Delno je možno povečati nasemenitev jelke s pripravo tal, kar je vidno v kmečkih gozdovih. Osrednja skrb je zavarovanje jelke pred divjadjo. Sestoj pomladimo tako, da onemogočimo nastanek pregostih, slabo vitalnih gošč. V gospodarskih gozdovih zaradi neučakanosti sekamo jelko ravno v času, ko najmočnejše prirašča in se naglo povečuje tudi njena lesna zaloga in tako dajemo prednost bukvi.

Mlinšek (1967b) je proučeval rast bukve v pragozdovih in njeno sposobnost reagiranja na spremenljive svetlobne razmere. Ugotovil je, da je priraščanje bukve zelo neenakomerno in odvisno od življenjskega okolja. Kljub večkratnemu pomanjkanju svetlobe, lahko bukev močno prirašča v višino, kar krepi njeno tekmovalno moč. Ugotovil je tudi, da osebki z dolgim zastiranjem in tisti brez utesnitve v mladosti ne dosežejo višin, ki jih dosežejo osebki z zmerno dolgo dobo zastiranja (100 do 150 let). Te ugotovitve so potrdile tudi meritve debelinskih prirastkov. Daljša kot je doba zastiranja v mladosti, dalj časa traja priraščanje v višino v višji starosti.

Mlinšek (1967c) je analiziral stržen 239 odraslih jelk. Na strženu so bile še vedno vidne poškodbe zaradi objedanja v mladostni fazi, iz prirastkov pa so lahko ugotovili tudi trajanje objedanja. Med intenzivnostjo objedanja in doseženo višino, starostjo in prsnim premerom ni bilo povezave. Od proučevanih jelk, je bilo kar 75 % srednje do močno objedenih. Te jelke so bile mlade v času, ko naj bi bile gostote jelenjadi nizke. 93 % dreves je bilo starih med 140 in 250 let, kar pomeni, da je bilo enakomerno in močno objedanje prisotno že v obdobju od leta 1700 do 1850. Večina poškodb je bila najdena v višini od 0,25 do 0,65 m, kar je dokaz, da jih je objedala jelenjad. Pri 52 % dreves je bil vršni poganjek odgriznjen do 5-krat, tretjina jelk pa je bila objedena 2 do 3-krat. Posamezni primerki so bili objedeni kar 30 do 35-krat. Ugotovili

so, da se je obseg objedanja povečeval. Delež nepoškodovanih jelk je nihal med 15 do 30 %. Ugotovili so, da lahko jelenjad kljub majhnim gostotam močno zavira mladostno rast jelk.

Turk in sodelavci (1985) so raziskovali pragozd Pečka in po Mlinškovi metodologiji podrobno analizirali vse okoljske lastnosti, zgodovino, drevesno sestavo, odmrlo drevje in mladje. Kartirali so razvojne faze pragozda, vzpostavili mrežo trajnih raziskovalnih ploskev in vzorčnih ploskev ter zbrali obilico podatkov, med drugim tudi podatke o razvoju mladja uporabljene v tej diplomski nalogi. Našli so kar 17-krat več jelovih mladice, kot ob popisu leta 1963, kljub temu pa njihova višina ne takrat, in ne leta 1985 ni presegala 50 cm in jelka je le slabo vraščala v prvo in drugo debelinsko stopnjo. Zanimivo je, da objedanja pri jelki skoraj niso opazili. Po številu dreves je prevladovala inicialna faza, s skoraj enakim deležem sta ji sledili prebiralna in terminalna faza, zadnja je bila optimalna faza. Po številu dreves je bukev s 67 % močno prevladovala nad jelko s 33 %. Po lesni masi je prevladovala terminalna faza, ki sta ji sledili optimalna in nato prebiralna faza. V lesni masi je z 58 % prevladovala bukev nad jelko z 42 %, kar je bil preobrat v primerjavi s Hufnaglovimi meritvami iz leta 1893, ko je jelka z 58 % prevladovala nad 42 % bukve. V zelo majhnem deležu so opazili tudi smreko, gorski javor in brest. Skupna lesna zaloga je znašala 810 m<sup>3</sup>/ha. Glede na rezultate preteklih meritev so zaznali staranje pragozda – upadal je delež jelke v srednjih debelinskih razredih in naraščal v najvišjih. Smrtnost jelke je bila višja od smrtnosti bukve – zaznali so odmiranje tako v najvišjih, kot tudi v srednjih debelinskih razredih. Površinsko je z 82 % močno prevladovala optimalna faza, ki ji je z 10 % sledila inicialna, tej z 8 % terminalna. Opazili so izrazito malopovršinsko raznolikost oz. spremenljivost razvojnih faz. Ugotovili so tudi površinsko enakomerno, vendar skromno pomlajevanje jelke, ki so ji pripisali izrazit individualen razvoj s sposobnostjo dolgotrajnega čakanja pod zastorom bukve in izrazit skupinski razvoj bukve. Gostota mladja je bila nekajkrat nižja od gostote mladja v gospodarskem gozdu.

Motta (1996) je proučeval učinke velikih rastlinojedov na pomlajevanje in drevesno sestavo na šestih območjih v zahodnih italijanskih Alpah. Ugotovil je, da so na pomladek najbolj vplivali jelenjad in srnjad, medtem ko drugi rastlinojedi - gams, muflon in divji prašič na mladje nimajo tako negativnega učinka. V gorskih območjih je zaradi pomanjkanja mladostnih faz in dolgotrajnega pomlajevanja negativen učinek še toliko večji. Večina poškodb je posledica zimskega lupljenja lubja - poškodovanih je bilo od 10,2 % do 79,8 % vseh dreves. Na vse poškodbe je bila najobčutljivejša jelka, šele nato pa listavci. Pogostost poškodb je bila v tesni povezavi z gostoto kopitarjev na ploskvi. Poškodbe zaradi lupljenja so pripisali jelenjadi (čas ruka), pri drgnjenju pa tudi srnjadi (v času prska in označevanja teritorija). Največ poškodb drevja zaradi jelenjadi se pojavlja na zgornji gozdni meji v času ruka od septembra do oktobra, poškodbe, ki so posledica objedanja srnjadi, so pogostejše v dveh obdobjih - v času označevanja teritorija in lupljenja rogovja (spomladi) in v času prska (pozno poleti) na vseh drevesnih vrstah. Smrtnost, kot posledica drgnjenja in lupljenja lubja je pogosto podcenjena, saj drevesa po tem skoraj neopazno propadejo. Smrtnost zaradi drgnjenja

je visoka tudi v območjih z relativno nizkimi koncentracijami parkljarjev. Pri povečanih gostotah parkljarjev se zaradi sočasno povečane gostote samcev in rivalstva med njimi, poveča tudi obseg poškodb, ki so posledica drgnjenja. Tako obstaja večja verjetnost, da bo isto drevo spet odrgnjeno v naslednjih letih, obenem pa se lahko zaradi intraspecifične kompeticije (rivalstva) poveča obseg drgnjenja v gozdu na splošno. Na drugi strani se kaže, da poškodbe zaradi objedanja v območjih z nizkimi koncentracijami parkljarjev niso smrtne in se začnejo pojavljati šele, ko koncentracija parkljarjev preseže neko mejo. Povečana koncentracija ne vpliva samo na večjo gostoto poškodb, ampak tudi na jakost poškodb na posameznih drevesih. Jelkino mladje je vsako leto znova objedeno, dokler ni poškodovana skoraj celotna krošnja, posledica pa je odmrtnost drevesa. Pri iglavcih se objedanje še poveča, ker imajo na novo zrasli poganjki višjo hranilno vrednost, obenem pa nižjo koncentracijo monoterpenov kot neobjedeni, prvotni poganjki. Opazili so, da so tudi sicer priljubljene drevesne vrste, v gozdovih z nizkimi koncentracijami parkljarjev in dobro razvito grmovno in zeliščno plastjo, komaj kaj poškodovane.

Koncentracije divjadi so lahko napačno ocenjene, ponavadi so podcenjene. Ploskve so se razlikovale v drevesni sestavi in deležu grmovne in zeliščne plasti ter mladja. Razlike so bile tudi v različni sezonski zasedenosti zaradi divjadi. Poškodbe zaradi drgnjenja so bile razporejene na vseh drevesnih vrstah in jih lahko ocenimo kot nevarne šele ob izjemnih gostotah parkljarjev (vendar postanejo v tem primeru podrejene objedanju). Lupljenje lubja predstavlja vir hrane v izjemnih primerih in nastopi tam, kjer so gostote jelenjadi zelo visoke in kjer visok sneg ovira gibanje na večje razdalje. Čeprav je lupljenje lubja zelo selektiven tip poškodbe, ne ogroža preživetja dreves, razen kjer imajo sestoji močno proizvodno in varovalno funkcijo. Objedanje je najnevarnejši tip poškodb, saj je zelo selektivno in pogosto v sestojih z visokimi gostotami parkljarjev. V določenih obdobjih zime mladje predstavlja edino hrano, vendar v razmerah z nizkimi koncentracijami prisotnost grmovja omili pritisk na mladje. V sestojih s slabšo prehransko ponudbo, kjer so bile visoke gostote parkljarjev, so bile nekatere drevesne vrste objedene intenzivno in sistematično, nekatere pa tako močno, da so skoraj izginile iz habitata. Objedanje se tako odraža v selektivnem izginjanju nekaterih drevesnih vrst in v izjemnih primerih celo v popolnem uničenju mladja. Vključno z drugimi spremenljivkami je lahko smrtnost dreves zaradi objedanja pokazatelj prevelikih koncentracij parkljarjev. Smrtnost je namreč posledica intenzivnega in ponavljajočega se objedanja, ki pa se pojavi šele nad določeno koncentracijo parkljarjev.

Debeljak (1997) je s pomočjo preteklih vzorčenj mladja proučil pomlajevanje jelke v pragozdu Pečka v letih od 1963 do 1995. Ugotovil je, da je bilo pomlajevanje jelke problematično zaradi slabega zdravstvenega stanja jelk in močnih izločevalnih dejavnikov okolja, kar se je kazalo tudi v starostni strukturi, saj so jelke stare do 3 leta v vseh popisih močno prevladovale, starejših pa je bila le še četrtnina. Močno so prevladovale jelke višine do 10 cm (81 %), precej manj je bilo visokih 10 do 20 cm (16 %), le peščica (3 %) je bila visoka 20 do 30 cm, jelk višjih od 30 cm sploh ni bilo. Ugotovil je tudi močno značilno zvezo med

višino in zdravstvenim stanjem jelk, saj so bile jelke nepoškodovane le do višine 10 cm, višje pa so bile delno ali močno poškodovane, kar je pojasnilo izginotje jelk, višjih od 30 cm. Izredno močno je bilo izločanje jelk med posameznimi višinskimi razredi, saj je v obdobju med dvema popisoma preživelo le do 15 % jelk.

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

Roženberger (1999) je v pragozdnih ostankih Rajhenavski Rog in Pečka analiziral polno izmero dreves na celotnem območju. Na stalnih raziskovalnih ploskvah so drevesom ocenili še prirastke (za oceno razvojne tendence), vitalnost in skupno lesno zalogo sestoja, zdravstveno stanje in slojevitost, na eni od raziskovalnih ploskev pa so vsakemu drevesu izmerili višino in velikost krošnje. S pomočjo letalskih posnetkov in kart razvojnih faz so opravili tudi analizo horizontalne strukture. Ugotovili so, da se je v pragozdu Pečka zelo zmanjšal delež jelke in s tem skupna lesna zaloga, znatno pa se je spremenila tudi horizontalna struktura. Povečalo se je tako število kot tudi velikost vrzeli, na celotni površini pa je vidno tudi veliko površinsko pomlajevanje bukve. Kar 77 % merjenih jelk je bilo srednje ali slabe vitalnosti. Manj je bilo tankega ter zelo debelega drevja, več pa srednje debelega drevja. Značilen je bil tudi veliko površinski razpad sklepa in povečevanje razvojnih faz staranja, optimalne faze s pomlajevanjem in inicialne faze pod zastorom na račun optimalne in inicialne faze. Analize so pokazale, da se je vertikalna in horizontalna struktura sestojev obeh pragozdnih ostankov intenzivno spreminjala, vendar so kljub temu med njima ostale velike strukturne razlike.

Diaci (2002) je na ograjenih in neograjenih površinah v smrekovih nasadih na jelovo-bukovih rastiščih v slovenskih Alpah ugotavljal, kakšna je najugodnejša kombinacija rastiščnih dejavnikov za razvoj mladja v vrzelih različnih velikosti in starosti. Med letoma 1993 in 1995 je meril delež difuzne in neposredne svetlobe, zastiranje zeliščne plasti tal, debelino humusnih horizontov, objedanje in razvoj lesnatih klic in sadik. V prvih letih je opazil uspešen razvoj smreke, gorskega javorja in pogostih listavcev. Pomlajevanje jelke in bukve je bilo zaradi pomanjkanja semenskih dreves nezadostno. Klice smreke so bile najpogostejše tam, kjer so bile visoke količine difuzne svetlobe in nizke neposredne svetlobe, klice gorskega javorja pa v razmerah z visokimi količinami difuzne in neposredne svetlobe. Po 5 letih je največji delež

dosegla smreka, nato jelka, sledili pa so listavci. Izkazalo se je, da talna vegetacija lahko zelo zavira razvoj drevesnega pomladka, na kar je sklepal iz negativnega vpliva, ki so ga imela zelišča na razvoj smrekovih klic, vendar pri jelovih klicah tovrstnega vpliva ni zaznal. Za uspeh pomlajevanja se je kot pomembna izkazala tudi asimetričnost sončnega obsevanja v smeri sever-jug. Dobljeni rezultati kažejo, da se da na uspeh naravnega pomlajevanja uspešno vplivati s pravilnim odmerjanjem svetlobe v povezavi z geometrijo vrzeli (oblika, velikost in orientacija).

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

Senn in Suter (2003) sta raziskovala objedanje jelke v švicarskih Alpah in proučila poročila o motenem pomlajevanju jelke kot posledici močnega objedanja. Ugotovila sta, da je znanstveno preverljivih kvantitativnih podatkov o vplivu objedanja na populacijsko dinamiko jelke malo in da so učinki objedanja le malo povezani z velikostjo populacije rastlinojedov. Objedanje sta razumela le kot enega izmed številnih v spletu dejavnikov, ki vplivajo na kalitev in rast jelovega mladja, ne pa tudi kot odločilnega, saj sta priznala, da je odmiranje objedenih jelk zelo težko izmeriti. Ugotovila sta, da bi bilo treba v lovno-gospodarskem načrtovanju opustiti preprečevanje močnih populacijskih nihanj, saj je tudi pomlajevanje jelke zelo spremenljiv, nereden, a tudi premalo raziskan proces, njune ugotovitve pa kažejo, da je bilo pomlajevanje jelke najintenzivnejše ravno v času nenaravno nizkih populacij rastlinojedov, ki jih je z odstrelom povzročil človek. Tako je po njunem mnenju vprašljivo tudi gospodarjenje, ki je podprto s tovrstnimi podatki.

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

Paluch (2005a in 2005b) je skušal v poljskih jelovih gozdovih v Zahodnih Karpatih ugotoviti, ali je razporeditev pomladka v raznodobnih jelovih gozdovih povezana s prostorsko

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

Heuzejeva s sodelavci (2005a in 2005b) je proučevala posledice povečanega zimskega objedanja na pomlajevanje jelke in smreke v južnih Vogezih. Proučevali so, kako na pomlajevanje jelke in smreke vplivajo ekspozicija, nadmorska višina, gostota in sestava podrasti ter sestava sestoja.

Divjad je jelko najintenzivneje objedala na južnih pobočjih, kar je izkoristila smreka. Jelka se je bolje od smreke odrezala le v sestojih s podstojnim drevjem, ki je omejevalo razvoj smreke in omejilo objedanje jelke. V drugem delu raziskave ugotavljajo, da naraščanje gostote smreke ni neposredno povezano z objedanjem jelke, ampak s preveč intenzivnim gospodarjenjem v preteklosti. Gostota jelke se bo na območjih, kjer pred objedanjem ni bila zaščitena z grmovno plastjo, še naprej zmanjševala. Zaključili so, da bi bile za boljše razumevanje medsebojnih povezav med pomlajevanjem jelke, širjenjem smreke in gostotami jelenjadi, potrebne nadaljnje raziskave.

Szymura (2005) je raziskoval zgradbo in vitalnost jelovega mladja v vrzeli na njenem netipičnem rastišču v rezervatu na zahodu Poljske in ugotovil, da je bila rast jelk ob manjši količini svetlobe slabša, mlade jelke pa so tvorile bolj zbito krošnjo, kar pa ni vplivalo na njihovo smrtnost. Ugotovil je tudi, da starost mladih jelk ni bila povezana z višino osebkov, z rastjo in zgradbo krošnje. Odkril je povezavo med višinskim prirastkom ter relativno dolžino krošnje in velikostjo mladih jelk in tudi, da bi lahko bila relativna dolžina krošnje objektivni kazalec trenutne rasti jelke, ki ni odvisen od starosti in ga je obenem moč tudi izmeriti. Vrednost razmerja apikalne dominacije bi lahko odražala svetlobne razmere pod zastorom krošenj, vendar je odvisna od višine mladja.

Klopčič s sodelavci (2010) je proučeval učinek jelenjadi na pomlajevanje in preraščanje jelke in dinamiko debelinske strukture in vrstne sestave v zadnjih dveh stoletjih na območju GGE Leskova dolina. V raziskavi so uporabili trenutne podatke o gozdnih sestojih, arhivske podatke iz preteklih gozdnogospodarskih načrtov iz obdobja od leta 1789 do 2004 in podatke o odstrelu jelenjadi iz obdobja od leta 1907 do 2006. Med opazovanim obdobjem se je populacija jelke postarala, bukev in jelka pa sta se tudi izmenjali v prevladi. Raziskava je razkrila močan učinek jelenjadi na sestavo in preraščanje drevesnega pomladka, še posebej na pomlajevanje jelke. Analiza debelinske strukture je jasno pokazala konstantno padanje števila tanjših dreves in naraščanje števila srednje debelih in zelo debelih dreves. Rezultati kažejo trajno staranje populacije jelke z nezadostnim preraščanjem mladih jelk v streho sestoja. Na ograjenih površinah je bila gostota jelk 4,8 krat višja od tiste izven ograje. V višinskem



razredu do 20 cm ni bilo najdenih razlik, v višinskem razredu med 20 in 49 cm, pa je bilo na ograjenih površinah kar 50- krat več klic znotraj kot izven ograd. Povezava med stopnjo objedenosti pri celotnem številu jelovih klic in gostoto jelenjadi je bila statistično značilna. Čeprav je gostota jelenjadi dosegala okoli leta 1974 kar 5,8 os. /ha in sedaj znaša okoli 3,0 os. /ha, je to gostota, ki zavira pomlajevanje jelke. Tako velika objedenost mladja je verjetno tudi posledica zelo visoke gozdnatosti (94 %), ki negativno vpliva na pestrost prehranske ponudbe.

Diaci s sodelavci (2010) je primerjal pomlajevanje jelke v Sloveniji in v različnih pragozdnih ostankih na Balkanu. Ugotovil je, da se gostota jelovega mladja v Sloveniji v primerjavi z območjem Balkana izrazito hitro zmanjšuje, saj je tam jelovega mladja, ki je ključno za njeno ohranitev, bistveno več, razvija pa se tudi v skupinah. Jelka se tudi v Sloveniji na silikatnih rastiščih zadovoljivo pomlajuje, medtem ko je njeno pomlajevanje na apnenčasti podlagi zaradi porušene starostne strukture sestojev izrazito oteženo. Za nazadovanje jelke sta ključna onesnaženje zraka in objedanje divjadi.

Nagel s sodelavci (2010) je v pragozdu Perućica v Bosni in Hercegovini ocenjeval vpliv motenj, ki povzročajo tvorbo majhnih vrzeli, na razvoj sestoja in soobstoj drevesnih vrst v jelovo–bukovem pragozdu. Zgradba in sestava pomladka v vrzelih in v gozdu je bila podobna. Povezave med skupno gostoto mladja in velikostjo vrzeli ni bilo, kar je kazalo na to, da je večina osebkov rasla na mestu še pred nastankom vrzeli. Izračunane verjetnosti prehoda iz števila klic so pokazale, da bi v večini vrzeli prevladala bukev, čeprav je še v stopnji letvenjaka kazalo, da bi se ohranili tako jelka kot bukev. Ugotovili so, da imajo vrzeli bistveno vlogo pri uravnavanju zmesi rastočega pomladka in da je soobstoj jelke in bukve verjetno bolj povezan z njuno sencoizdržnostjo, kot pa z ločevanjem glede na velikost vrzeli. Izračunali so kar 75 do 94 % možnosti prevlade bukve, medtem ko je bila verjetnost prevlade jelke le 2 do 7 %. Gostota jelovih in javorjevih klic je naraščala z velikostjo vrzeli, čeprav se je jelov pomladek pojavljal le v maloštevilnih vrzelih. Prevlada mladja sencoizdržnih drevesnih vrst, ki je značilna za Perućico, je pogosta tudi v drugih jelovo–bukovih gozdovih srednje in jugovzhodne Evrope, kot tudi v številnih tropskih in gozdovih zmernege pasu, ki se pomlajujejo v manjših vrzelih. Gostota prevladujočih drevesnih vrst je ostala podobna v vseh življenjskih fazah (klica, mladica, letvenjak) tako v vrzelih, kot tudi v gozdu kot v celoti, čeprav so v fazi letvenjaka pričakovali večjo gostoto v vrzelih, saj je tam več svetlobe. Gostota bukovega letvenjaka je naraščala z velikostjo vrzeli, kar je kazalo na to, da je preraščanje uspešnejše v večjih vrzelih. Uspešna rast jelke v bolj razvitih fazah (letvenjak in naprej) bi lahko kazala na njeno sposobnost, da preživi daljše obdobje zasenčenosti od bukve, saj v vrzelih prevlada. Druga razlaga je bila, da jelov letvenjak izvira iz časov, ko so bile razmere za pomlajevanje ugodnejše (pred nastankom vrzeli), kar pa je težko potrditi brez podatkov o starosti dreves. Obstajajo dokazi, da prevlada bukve v mladju ni samo začasen pojav. Tudi starejše raziskave v Perućici so odkrile bujen bukov pomladek in le skromnega jelovega. Jelenjad so iztrebili, gostoti srnjadi in gamsa pa sta bili prenizki, da bi lahko vplivali na pomlajevanje in razvoj jelke in bukve. Kljub temu je Nagel domneval, da se jelka ni

pomlajevala nekaj desetletij. Bukev raste hitreje od jelke v večini svetlobnih pogojev, še posebej na rastiščih z veliko svetlobe. Jelki bolj ugajajo obdobja med redkimi motnjami nizke intenzivnosti, saj lahko brez težav prenaša dolgotrajno utesnjenost in senco, medtem ko obdobja intenzivnih motenj pospešijo rast bukke, ki hitro prevlada zaradi boljše prilagojenosti na obilje svetlobe.

Diaci s sodelavci (2011) je proučeval strukturno dinamiko in vzroke za nazadovanje jelke v 15 pragozdovih Slovaške, Slovenije, Hrvaške in Bosne in Hercegovine. Ugotavljali so tudi vzroke za obliko porazdelitev prsnih premerov in ugotovili, da je bila večina porazdelitev v obliki obrnjene sigmoidne oblike, kar so pojasnili z razlikami v rasti in smrtnosti v različnih debelinskih razredih, predvsem pa z zgodovino intenzivnih motenj, saj so upoštevali tudi te. Antropogene in naravne motnje lahko značilno vplivajo na obliko porazdelitev prsnih premerov. Kljub motnjam so ostale lesne zaloge dolgoročno stabilne, saj so odmiranje jelke preostala drevesa kompenzirala s pospešeno rastjo. Ugotovili so, da antropogene motnje zlasti v Sloveniji in na Slovaškem vplivajo na soobstoj jelke in bukke. V danem primeru je šlo za onesnaženo ozračje (emisije SO<sub>2</sub>) in prekomerno objedanje jelovega pomladka jelenjadi, viden pa je bil tudi vpliv naravnih motenj - šlo je predvsem za vetrolome in prenamnožitve podlubnikov. Spremembe v zmesi obeh drevesnih vrst so postale sočasne in velikopovršinske. Zaradi motenj so bili najmanj prizadeti pragozdovi na Hrvaškem in v BiH. V Sloveniji so odkrili zaporedno zmanjševanje števila klic, v nekaterih pragozdovih (poleg Slovenije tudi na Slovaškem) pa so bile popolnoma odsotne tudi jelove mladice. Ugotovili so, da je v pragozdovih s prekomernim objedanjem jelke le-to že zmanjšalo delež jelke. Zanimivo je, da se v pragozdovih z najnižje ocenjenimi gostotami jelenjadi prav tako ni povečal delež jelke. Po 21 in več letih je bilo okoli 75 % opazovanih porazdelitev že znatno drugačnih od prvotnih. Kljub radikalnemu zmanjševanju emisij SO<sub>2</sub> v regiji (Stern, 2006 cit. po Diaci in sod., 2011), zadnji trendi v Sloveniji kažejo, da se bo izginjanje jelke zaradi pomanjkanja pomlajevanja nadaljevalo. Zdi se, da so na pragozdove vzhodne in jugovzhodne Evrope naravne in antropogene motnje vplivale bolj, kot so mislili v preteklosti. Rezultati kažejo, da bi za povečano pomlajevanje v pragozdovih bilo treba pomembno zmanjšati gostoto jelenjadi in srnjadi, jo prenehati krmiti in daljši čas ohranjati njuno populacijo nizko. Zaradi podobnih procesov v pragozdovih in gospodarskih gozdovih, bi bilo za pospeševanje jelke potrebno tudi gospodarjenje prilagoditi njenim ekološkim zahtevam. To bi dosegli z ohranjanjem visoke lesne zaloge, daljšimi obhodnjami in pomladitvenimi dobami, večjimi ciljnim premeri in posebnimi režimi pomlajevanja.

### 3 NAMEN NALOGE, CILJI IN HIPOTEZE

#### 3.1 NAMEN IN CILJI NALOGE

V nalogi želimo na podlagi rezultatov popisa vzorčnih ploskev ovrednotiti vpliv svetlobe, zastiranja, drevesne sestave in drugih okoljskih dejavnikov na razvoj mladja v pragozdu Pečka in ugotoviti, kateri od teh dejavnikov odločilno vpliva na dogajanje. Rezultate želimo primerjati z rezultati popisov iz preteklosti in ugotoviti, kakšni so trenutni trendi razvoja mladja.

#### 3.2 DELOVNE HIPOTEZE IN RAZISKOVALNA VPRAŠANJA

Z raziskavo smo poskušali odgovoriti na naslednja raziskovalna vprašanja:

Kakšna sta trenutna delež jelke in bukve v lesni zalogi in kako se bo njuno razmerje razvijalo v prihodnje?

Kakšne so gostote mladja bukve, jelke, gorskega javorja in smreke?

Kakšna je poškodovanost mladja in v katerih višinah je objedanje najmočnejše?

Kakšne so najugodnejše svetlobne razmere za razvoj jelke, bukve, smreke in gorskega javorja?

Pred izvedbo popisa smo si postavili naslednje delovne hipoteze:

Deleži posameznih drevesnih vrst v mladju so se z leti spremenili in se bodo še spreminjali.

Svetloba je glavni dejavnik, ki vpliva na pojavljanje nekaterih drevesnih vrst v mladju.

Razvoj mladja je odvisen od razvojne faze pragozda.

Na razvoj mladja vpliva pritalna vegetacija.

Delež jelke se je od zadnjega popisa zmanjšal, delež bukve pa narasel.

## 4 OBJEKT RAZISKAVE IN METODOLOGIJA DELA

### 4.1 OBJEKT RAZISKAVE

#### 4.1.1 Pragozd Pečka

Pragozdni ostanek Pečka je dinarski jelovo–bukov pragozd, ki s površino 60,2 ha sodi med večje pragozdne ostanke v Sloveniji. V zaokroženi obliki spada v oddelek 37; gozdno gospodarske enote Novo Mesto, revir Soteska.

Za to področje so značilni manjši vodni viri - kali, ki so sicer na tem kraškem terenu redki: Veliki in Mali studenec ob južnem robu pragozda sta dala tudi krajevni ledinski imeni. Od tod tudi staro krajevno ime Bečka v Hufnaglovem elaboratu in na starih kartah, saj izraz »beč« pomeni vodnjak ali studenec, izvir v kotanji (Slovenski pravopis – 1950 cit. po Turk in sod., 1985).

##### 4.1.1.1 Lega

Pragozd ali pragozdni ostanek Pečka leži na kraški planoti na SV obrobju Kočevskega Roga na 800 do 910 metrih nadmorske višine. Rog je gozdnato kraško višavje med dolino Krke na vzhodni ter Kočevskim poljem na zahodni strani. Na severu prehaja v Suho krajino, na jugu pa strmo pada proti globoko pod njim ležeči Beli krajini. Leta 1980 je znašala povprečna lesna zaloga 810 m<sup>3</sup>/ha, od tega je 42 % predstavljala jelka in 58 % bukev. Ostale drevesne vrste (predvsem smreka in gorski javor) so bile prisotne le v minimalnem deležu (Turk in sod., 1985). Nima prevladujoče ekspozicije, saj so prisotne vse lege (Roženberger, 1999).

##### 4.1.1.2 Zgodovina in pretekle raziskave

Prvič so začeli z izkoriščanjem lesa na območju Pečke in Roškega pogorja v obdobju srednjeveške kolonizacije, intenzivno pa šele ob koncu 18. stoletja. Oglje, ki so ga pridobivali iz lesa so večinoma uporabljali v železarnah, iz lesa pa so pridobivali tudi pepeliko, pomembno surovino v glažutah pri izdelavi stekla, prodajali pa so tudi žagan les. Z izgradnjo dolenjske in kočevske železniške proge, se je ponudila možnost industrijskega izkoriščanja gozdov na Roškem pogorju in s tem namenom so od leta 1894 do 1932 zgradili žage na Rogu. Takratni upravitelj teh gozdov, Leopold Hufnagel je med letoma 1891 in 1893 ob izdelavi gozdnogospodarskega načrta za tamkajšnje območje iz gospodarjenja izločil tudi 305,63 ha gozdnih rezervatov, sestavljenih iz posameznih manjših oddelkov. Ti so se nespremenjeni ohranili do druge svetovne vojne, kasneje pa so v nekaterih delih tudi sekali, kar pomeni, da so se do danes ohranili le precej okrnjeni deli. Po površini in številu večji del zaščitenih

pragozdnih predelov sodi med prvotno neizločene rezervate. Med drugo svetovno vojno so v Pečka potekali boji o čemer pričajo tudi ostanki (Turk in sod., 1985).

Raziskave v pragozdu Pečka so se začele že leta 1962. Takrat je bil zasnovan tudi raziskovalni program z dvojnimi namenoma: osnovni namen je bil proučevanje razvoja in nekaterih ekoloških značilnosti v pragozdu, kot druga naloga pa je bilo predvideno preučevanje splošnih značilnosti tega pragozdnega ostanka, merjenje reliefa in nekaterih sestojnih posebnosti. V letih 1962/1963 so izvedli raziskave o pomlajevanju in razvojnih značilnostih bukovega in jelovega mladovja (Mlinšek, 1964), o enoletni rasti vršnih mladik v bukovi gošči (Mlinšek, 1974) in o dinamiki višinske rasti bukve in jelke (Mlinšek b, 1967). Izdelali so tudi reliefno karto z vsemi podrobnostmi kraškega reliefa (Turk in sod., 1985). Kasneje so proučili tudi razvojne faze pragozda, analizirali zgradbo gozdnih sestojev in njihove razvojne trende (Turk in sod., 1985).

#### 4.1.1.3 Podnebje, geološka podlaga in tla, vegetacija

Najbližja meteorološka postaja je v Novem mestu (220 m n.m.v.), kjer je bila izmerjena povprečna letna temperatura 14,3 °C, letna količina padavin pa 1220 mm (Turk in sod., 1985). Pragozd leži višje, zato znašajo ocene za povprečno letno temperaturo 6-7 °C, za povprečno letno količino padavin pa 1500 mm (Diaci in sod., 2011).

Pragozd Pečka leži na valoviti kraški planoti. Za relief so značilne oblike visokega krasa - vrtače, kotanje v vseh nagibih do 35°. Matična podlaga je apnenec, ki v obliki skal močneje izstopa po vsej površini, tla so rjava pokarbonatna, od plitvih do globokih na dnu vrtač. Pri matični podlagi gre za kredne apnenice (Roženberger, 1999).

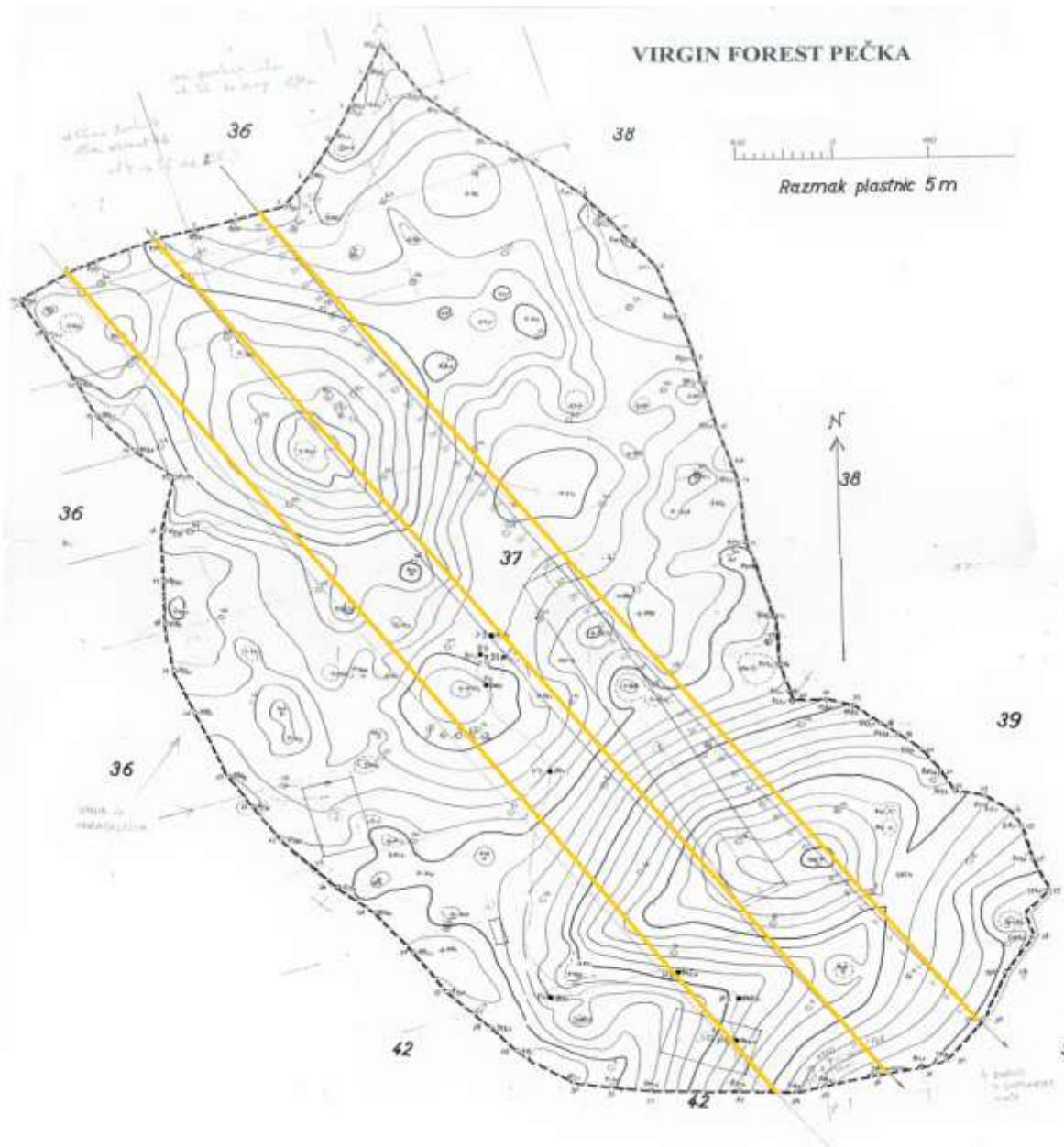
Prevladuje asociacija *Omphalodo-Fagetum* var. geogr. *Calamintha grandiflora* z naslednjimi subasociacijami: *Omphalodo-Fagetum typicum*, *Omphalodo-Fagetum galiotosum odorati*, *Omphalodo-Fagetum festucetosum altissimae* in *Omphalodo-Fagetum phyllitidetosum* (Marinček in Marinšek, 2004). Po stari klasifikaciji so jo uvrščali v združbo *Abieti-Fagetum dinaricum* (Turk in sod., 1985).

Po vojni so roški gozdovi veliko prispevali k izgradnji Jugoslavije, saj je les predstavljal plačilno sredstvo za obnovo. Delovne brigade so posegle tudi v ohranjene pragozdne ostanke in jih precej okrnile (Turk in sod., 1985).

## 4.2 METODE DELA

Mladje v pragozdu Pečka so že pri preteklih merjenjih analizirali v raziskovalnih ploskvicah, ki so sistematično razporejene v treh transektih. Prvi transekt se je začel pri označbi meje s

številko 30. Transekt je potekal v smeri azimuta  $321^\circ$ . Začetek drugega transektja je bila označba meje s številko 36. Tudi ta je potekal po enakem azimutu (Turk in sod., 1985). Tretji transekt se je začel blizu označbe meje s številko 34. Razdalja med dvema transektoma je 100 m. Razdalje med vzorčnimi ploskvami v predhodnih popisih so bile večje kot leta 2007. Turk s sodelavci (1985) je uporabljal 50 metrsko razdaljo.



**Slika 1: Pragozd Pečka z vrisanimi transekti na katerih smo leta 2007 postavili vzorčne ploskve**

Na transektih smo postavili 164 vzorčnih ploskev. Vsaka vzorčna ploskev je merila  $4 \text{ m}^2$  ( $2 \times 2 \text{ m}$ ). Razdalja med njimi je znašala 21 metrov, v primeru neravnega terena pa smo upoštevali

korekcijo razdalje zaradi nagiba terena. Ploskve smo ogradili s trakom, ki je bil na vsakem oglišču v zemljo pritrjen s po enim železnim klinom. Ploskve smo postavili v smeri transekta.

Na vsaki ploskvi smo ugotavljali zastiranje pritalne vegetacije po treh višinskih pasovih: do višine 20 cm, od višine 21 do 50 cm in od višine 51 do 130 cm. Zastrtost smo izražali z odstotki: 0,1; 0,5; 1; 2; 3; 4; 5; 10; 20; 30; 40; 50; 60; 70; 80; 90 in 100 %. K pritalni vegetaciji smo uvrstili tudi mahovno plast.

Ugotavljali smo tudi zastrtost z drevesnimi vrstami. To so bile večinoma bukev (*Fagus sylvatica* L.), jelka (*Abies alba* Mill.) in gorski javor (*Acer pseudoplatanus* L.). Tudi te smo po višinskih pasovih razvrstili enako kot pritalno vegetacijo. Ocenili smo tudi zastiranje vseh morebitnih drugih drevesnih vrst. Pokrovnost smo ocenjevali tudi klicam. Ocenili smo zastiranje dreves v strehi sestoja. Površinsko skalovitost smo ocenili v odstotkih površine zemljišča. V primeru, da so bile skale prekrite z mahom, smo površino ocenili kot površino s pritalno vegetacijo. Kot skalo smo tako upoštevali le del skale, ki ni bil pokrit z mahom.

Na ploskvi smo ocenili tudi pokrovnost z ostanki odmrlih dreves (*coarse woody debris*), ki smo ga razvrstili v 6 različnih kategorij glede na razgrajenost. Merili smo samo les debel 10 ali več cm. Na ploskvi smo ocenili tudi pokrovnost živega drevja in živih korenin. Če jih je preraščal mah, smo površino šteli kot pritalno vegetacijo. Pri ocenjevanju pokrovnosti smo si pomagali z lesenim kvadratom dolžin 20 x 20 cm, ki je predstavljal 1 % ploskve.

Nagib ploskve smo merili v stopinjah z naklonomerom Suunto. S kompasom Suunto smo izmerili tudi ekspozicijo - po principu določanja smeri v kateri najlažje odteče voda. Rezultat smo podali v stopinjah.

V višinske pasove smo razvrstili vse drevje, ki je raslo na ploskvi. Razvrščali smo v naslednje višinske razrede: 1) nasemenitev (klice do starosti 3 let), 2) mladje (do 20 cm višine), 3) mladje (od 21 cm do 50 cm), 4) mladje (od 51 cm do 130 cm), 5) mladje (od 131 cm do 250 cm), 6) mladje (višje od 250 cm in v premeru manjše od 5 cm). Za bukev in jelko velja še podrobnejša razdelitev nasemenitve na starost 1, 2, 3 leta.

Poškodovanost skupin mladja smo ocenjevali po naslednji metodi:

- 1-nepoškodovano (manj kot 10 %, nepoškodovan terminalni poganjek),
- 2-delno poškodovano (poškodovanih 10 % do 50 % osebkov - tudi terminalni poganjki),
- 3-močno poškodovano (poškodovanih nad 50 % - terminalni in stranski poganjki).

Izmerili smo tudi razrast treh dominantnih bukev na ploskvi. Upoštevali smo samo nepoškodovana drevesa, visoka vsaj 20 cm in do 250 cm, čeprav smo merili tudi višja. Izmerili smo jim dolžino do krošnje (višina od tal do prve žive veje), prvih 5 višinskih

prirastkov (prvi prirastek na vrhu), 2 maksimalni širini krošnje (pravokotno ena na drugo), celotno dolžino drevesa (od tal do konca vršnega poganjka - merjeno z merskim trakom ob deblu), celotno višino drevesa (od tal do vrha drevesa (stoječe drevo) in obliko poganjka (1- vzravnani, 2- rahlo polegeli ali nagnjeni na stran, 3- polegeli ali plagiotropni). Enako bi morali storiti za jelko, vendar dovolj visokih nepoškodovanih primerkov nismo našli.

S stojišča na sredini vsake ploskve smo ocenjevali temeljnico sestoja po Bitterlichovi kotnoštevni metodi. Pri tem smo uporabili kotnoštevni faktor 2.

Za snemanje svetlobnih razmer na vzorčnih ploskvah je bil uporabljen digitalni fotoaparati Nikon Coolpix E4500 s skrajno širokokotnim objektivom »ribje oko« FC- E8. Fotoaparati z objektivom je bil nameščen na stojalo, ki so ga razvili v podjetju Regent`s Instruments v Kanadi in ima vgrajen elektronski kompas, ki zaznava magnetni sever. Parametra, ki smo jih ocenjevali iz fotografij hemisfere, sta bila delež direktnega sončnega obsevanja (Direct Site Factor- DSF) in delež indirektnega (difuznega) sončnega sevanja (Indirect Site Factor- ISF) (Ferlan, 2006, cit. po Adamič 2008). Iz obeh vrednosti smo ocenili delež skupnega svetlobnega sevanja ali TSF (Total Site Factor), ki je matematični poskus prikaza obeh deležev svetlobe skupaj.



**Slika 2: Vzorčna ploskev v pragozdu Pečka (Foto: Kramberger, A., 9. 7. 2007)**



## 5 REZULTATI

### 5.1 SPLOŠNE EKOLOŠKE RAZMERE NA PLOSKVAH

Zaradi boljše preglednosti so osnovni podatki o ploskvah povzeti v obliki preglednice (preglednica 1). Vključenih je tudi nekaj osnovnih statističnih podatkov.

**Preglednica 1: Osnovne statistične značilnosti merjenih lastnosti ploskev v pragozdnem rezervatu Pečka poletu 2007**

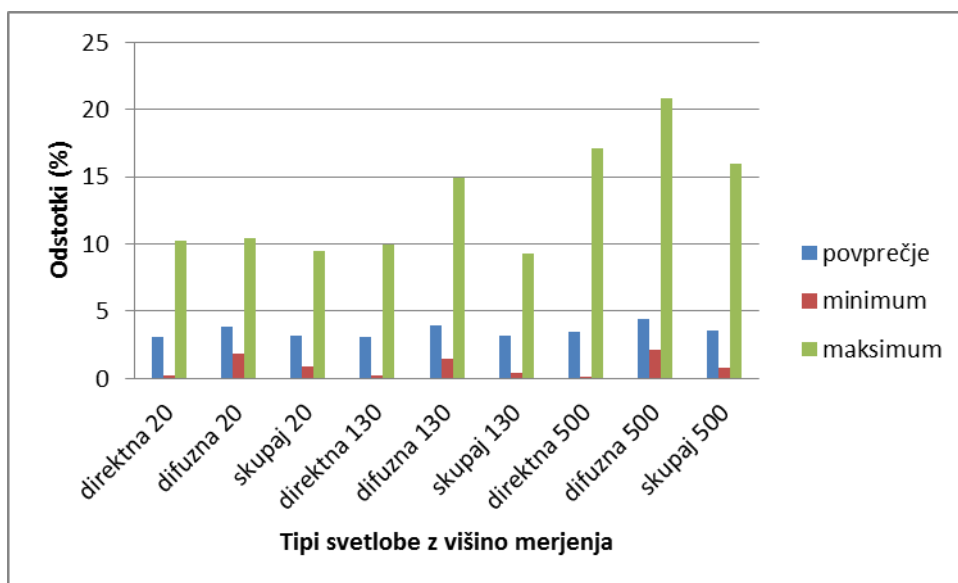
Spremenljivka	Število meritev	Povprečje	Minimum	Maksimum	Standardni odklon	Mediana	Vzorčna napaka
Direktna svetloba na 20 cm (%)	164	3,1	0,2	10,2	1,9	2,8	/
Difuzna svetloba na 20 cm (%)	164	3,8	1,8	10,4	1,2	3,6	/
Direktna svetloba na 130 cm (%)	164	3,1	0,2	9,9	1,8	2,7	/
Difuzna svetloba na 130 cm (%)	164	3,9	1,5	14,9	1,5	3,7	/
Zeliščna plast na 20 cm (%)	164	14,5	0	90,0	13,7	10,0	/
Zeliščna plast na 130 cm (%)	164	1,4	0	50,0	5,9	0	/
Skale (%)	164	6,6	0	55,0	9,8	3,0	/
Korenine (%)	164	1,8	0	35,0	6,0	0	/
Drevesni ostanki skupaj (%)	164	8,4	0	65,0	11,6	3,3	/
Nagib (°)	164	12,3	0	32,0	8,5	13,0	/
Temeljnica (m <sup>2</sup> /ha)	164	32,0	10,4	54,1	8,7	31,1	4,2%

V preglednici 1 so predstavljene srednje vrednosti in mere variabilnosti pomembnejših ekoloških dejavnikov, ki v soodvisnosti tvorijo različne ekološke razmere. Z nadaljnjimi analizami smo skušali preveriti vpliv ekoloških dejavnikov na pomlajevanje in na splošno podobo pragozda Pečka. Na ploskvah smo izmerili najnižje vrednosti pri direktni svetlobi na višinah 20 in 130 cm. Vrednosti za difuzno svetlobo na istih višinah so bile višje. Večje so bile tudi razlike pri maksimalnih doseženih vrednostih. Najvišje vrednosti zastiranja zelišč so bile dosežene na višini 20 cm. Skale so se pojavljale le na manjšem delu ploskev, kljub temu pa so na nekaterih ploskvah prekrivale precejšen del površine. Če so bile prekrivane z mahom, smo jih upoštevali kot pritalno vegetacijo, sicer bi bil njihov delež še višji. Drevesni ostanki so se pojavljali na večini ploskev v relativno visokem deležu, ponekod pa so dosegali tudi precejšnje vrednosti zastiranja. Nagib je bil precej spremenljiv, kar je posledica močno

razgibanega terena. Temeljnica je bila relativno nizka, vendar pri tem ni bila upoštevana velika masa odmrlega drevja.

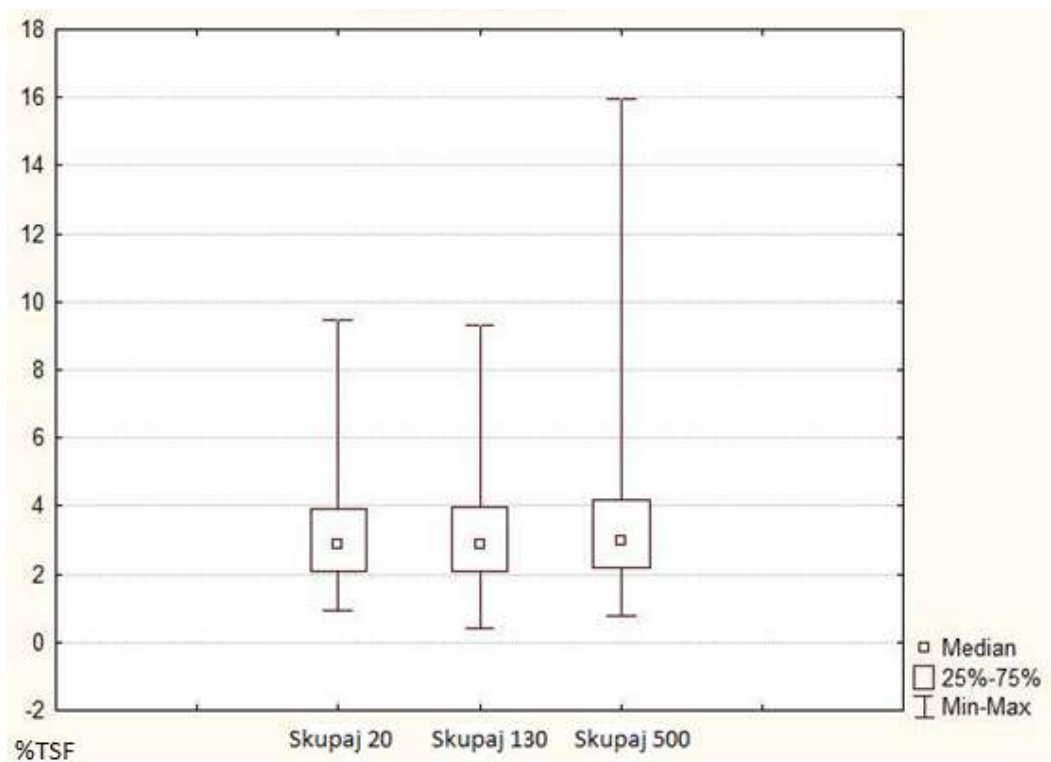
### 5.1.1 Svetloba

Povprečne izmerjene vrednosti svetlobe na višini 20 cm so bile razmeroma nizke in so bile le rahlo povečane na višini 130 in 500 cm. Skladno z višino se je povečal tudi standardni odklon, kar kaže na to, da so svetlobne razmere z višino bolj spremenljive.



**Slika 3: Odstotki svetlobe na različnih višinah v pragozdu Pečka v poletju 2007**

Slika 3 prikazuje odstotke direktne, difuzne in skupne svetlobe izmerjene na različnih višinah. Iz slike je razvidno, da so se začele z višino, na kateri so bile opravljene meritve svetlobe, povečevati tudi razlike med minimalnimi in maksimalnimi vrednostmi. Povprečne vrednosti se, ne glede na višino merjenja, niso bistveno spremenile.



**Slika 4: Skupna svetloba na različnih višinah na ploskvah v pragozdu Pečka v letu 2007**

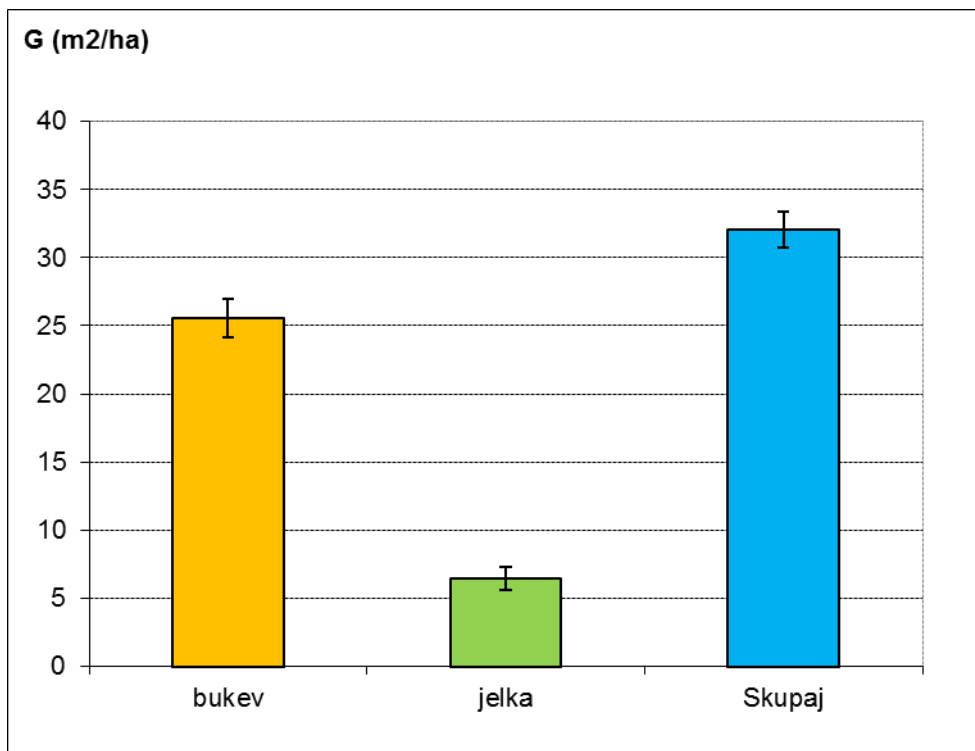
Slika 4 prikazuje mediano in maksimalen razpon izmerjenih vrednosti svetlobe na ploskvah. Po pričakovanjih je razpon naraščal z višino merjenja svetlobe.



**Slika 5: Raznolike svetlobne razmere v pragozdu Pečka (Foto: Kramberger, A., 12. 7. 2007)**

### **5.1.2 Temeljnica in lesna zaloga**

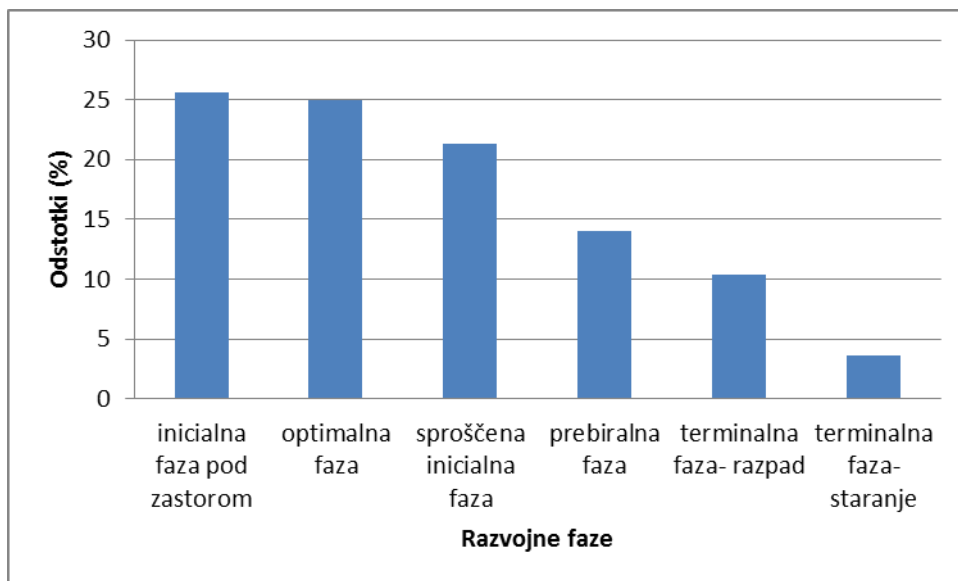
Temeljnica sestojja ocenjena po Bitterlichovi kotnoštevni metodi (slika 6) se je gibala med 10,4 in 54,1 m<sup>2</sup>/ha. Povprečna višina temeljnice je bila 32,04 m<sup>2</sup>/ha. V temeljnici je s skoraj 80 % prevladovala bukev, z 20 %, ji je sledila jelka, z le neznatnimi deleži (skupno manj kot odstotek temeljnice) pa so se pojavljali še gorski javor, smreka in drobnica.



Slika 6: Temeljnice drevesnih vrst z razponi vzorčnih napak v pragozdu Pečka leta 2007

### 5.1.3 Razvojne faze

Na vsaki izmed ploskev smo določili razvojno fazo sestoja, ki je obdajal ploskev (slika 7). Pri tem smo se odločali med sedmimi razvojnimi fazami: optimalno, optimalno s pomladkom, prebiralno, terminalno s podfazama staranje in razpad, inicialno pod zastorom in sproščeno inicialno.



**Slika 7: Deleži razvojnih faz pragozda Pečka, ocenjeni na 164 ploskvah v letu 2007**

Na sliki 7 je razvidna prevlada inicialne faze pod zastorom in optimalne faze. Obe skupaj sta dosegli skoraj polovični delež. Z dokaj visokim deležem jima je sledila sproščena inicialna faza, v manjših deležih so bile prisotne še prebiralna faza in terminalna faza s podfazama- staranje in razpad. Na podlagi večinskega pojavljanja razvojnih faz z mladjem lahko sklepamo, da je pragozd Pečka sredi intenzivnega pomlajevanja, kjer močno prevladuje bukev, življenjska moč jelke pa upada.



**Slika 8: Bukov debeljak v pragozdu Pečka (Foto: Kramberger, A., 12. 7. 2007)**

## 5.2 POMLAJEVANJE DREVESNIH VRST

Bistvena naloga, ki smo si jo zadali, je bilo spremljanje pomlajevanja (preglednica 2). Jelka je bila v mladju precej manj pogosta kot bukev. Razen enega samega primera, ko se je na skoraj povsem razpadlem štoru pojavila v skupini 24 klic, je bila vedno prisotna posamično. Bukev je po navadi dosegala precejšnjo zastrtost ploskev, praviloma pa je bila prisotna v obliki manjših skupin. Na določenih mestih tudi v obliki večjih zaplat. Če jo je jelka nadvladala v številu klic, pa je bukev zlahka presegla njeno številčnost v razredu do 20 cm, nad to višino pa je bila njena dominanca še toliko bolj očitna, saj se jelka v tem razredu sploh ni pojavila. Zelo redko smo našli tudi kakšen gorski javor ali smreko. Še najbolj številčna sta bila v razredu do 20 cm, nad to višino pa smo našli le še po en osebek vsake vrste. Drugih drevesnih vrst nismo našli.

**Preglednica 2: Osnovne statistične značilnosti o pomlajevanju drevesnih vrst na 164 vzorčnih ploskvah v letu 2007. Vse vrednosti so podane na m<sup>2</sup>.**

Spremenljivka	Število meritev	Povprečje	Minimum	Maksimum	Standardni odklon	Mediana
Pomladek jelka 20 cm	164	0,01	0	0,50	0,06	0
Jelka klice	164	0,96	0	24,00	2,51	0
Jelka do 20 cm	164	0,14	0	3,00	0,47	0
Jelka 21-50 cm	164	0	0	0	0	0
Jelka 51-130 cm	164	0	0	0	0	0
Jelka 131-500 cm	164	0	0	0	0	0
Pomladek bukev 20 cm	164	3,82	0	35,00	5,56	2,00
Bukev klice	164	0,57	0	8,00	1,20	0
Bukev do 20 cm	164	2,02	0	25,00	3,79	1,00
Bukev 21-50 cm	164	2,25	0	19,00	3,17	1,00
Bukev 51-130 cm	164	1,89	0	17,00	2,87	1,00
Bukev 131-250 cm	164	0,87	0	11,00	1,87	0
Pomladek gorski javor 20 cm	164	0,02	0	0,50	0,10	0
Gorski javor klice	164	0,04	0	2,00	0,22	0
Gorski javor do 20 cm	164	0,20	0	6,00	0,73	0
Gorski javor 21-50 cm	164	0,01	0	1,00	0,08	0
Gorski javor 51-130 cm	164	0	0	0	0	0
Gorski javor 131-500 cm	164	0	0	0	0	0
Smreka klice	164	0,04	0	2,00	0,22	0
Smreka do 20 cm	164	0	0	0	0	0
Smreka 21-50 cm	164	0	0	0	0	0
Smreka 51-130 cm	164	0,01	0	1,00	0,08	0
Smreka 131-500 cm	164	0	0	0	0	0

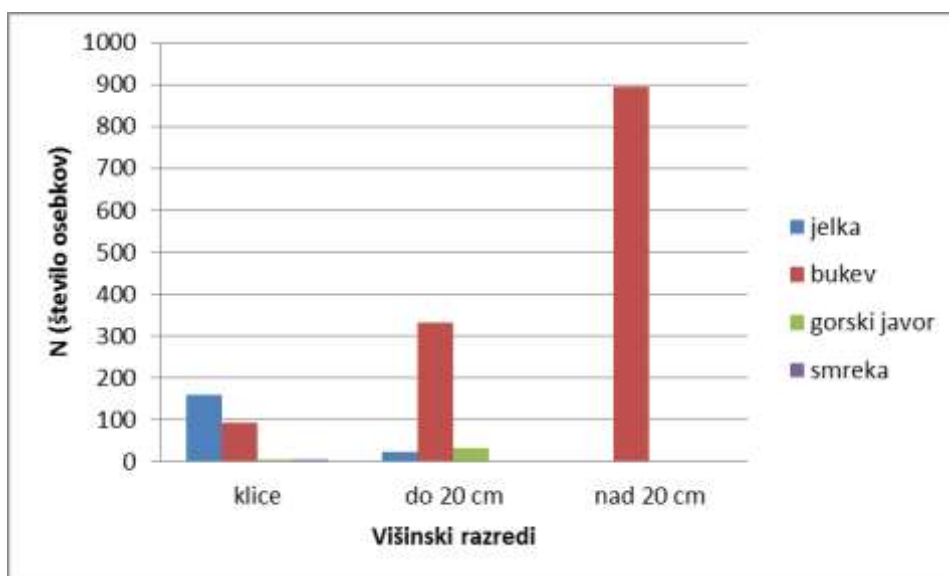
V preglednici 2 je prikazana številčnost drevesnih vrst na vzorčnih ploskvah. Razvidno je, da so se jelove klice pojavljale najpogosteje, sledila pa je bukev. Smreka in gorski javor sta bila prisotna v najmanjšem deležu. V razredu do 20 cm je začela bukev izrazito prevladovati, številčnost jelke pa je v tem razredu močno upadla. Gorski javor je bil v podrejenem položaju, smreka pa se v tem razredu sploh ni pojavila. Enako razmerje se je nadaljevalo tudi v višinskem razredu od 21 do 50 cm, kjer je bukev še naprej prevladovala, jelka in smreka pa sta popolnoma izginili, le posamično se je pojavljal gorski javor. V višinskem razredu nad 50 cm je bukev le še utrdila svojo vodilno vlogo, jelka, gorski javor in smreka pa so povsem izginili. Podobno kot pri v razredu do 20 cm je bilo tudi stanje v zastiranju pomladka, kjer je bila



bukev daleč najštevilčnejša, sledila pa sta ji gorski javor in jelka. Smreka je bila prisotna v premajhnem deležu, da bi lahko pokazali njeno prisotnost.



Slika 9: Pomlajevanje jelke na drevesnih ostankih v pragozdu Pečka (Foto: Kramberger, A., 6. 7. 2007)



Slika 10: Osnovne statistične značilnosti o pomlajevanju drevesnih vrst na 164 vzorčnih ploskvah v pragozdu Pečka leta 2007

Slika 10 kaže zgoščeno sliko pomlajevanja drevesnih vrst. Izstopa prevlada jelke v fazi klic, v obeh drugih razredih pa je očitna prevlada bukve. Gorski javor in smreka sta prisotna v neznatnem deležu.

### 5.2.1 Pomlajevanje bukve v letu 2007

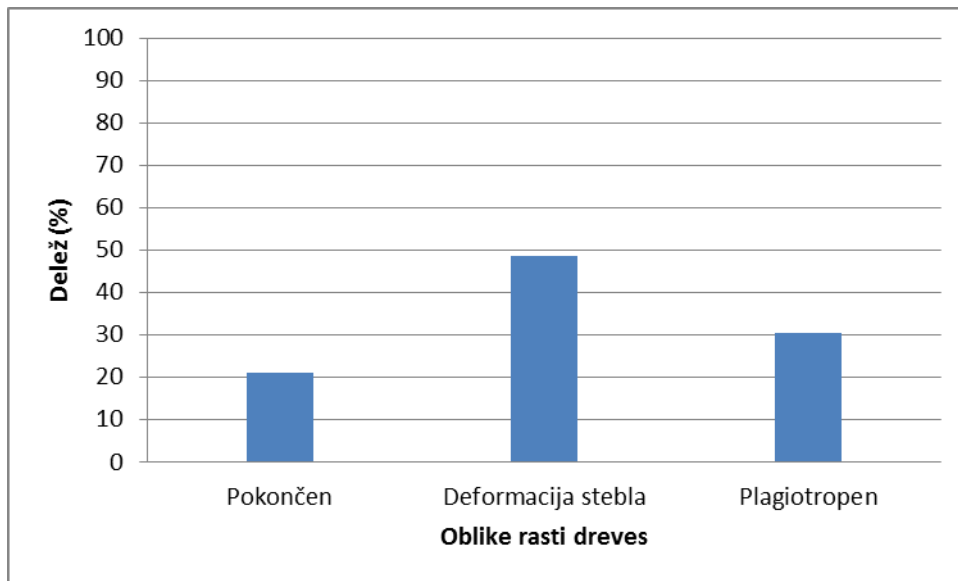
Bukev je bila prisotna v vseh višinskih razredih in je enakomerno preraščala v vse višinske razrede. Prevladovala je v zastiranju tal. Jelke je bilo v fazi klic še dovolj, kasneje pa je njena gostota upadla, dokler v višinskem razredu nad 20 cm ni popolnoma izginila. Gorski javor in smreka sta se pojavljala v manjših gostotah in sta z višino mladja zelo hitro izginjala.

### 5.2.2 Izmerjene lastnosti dominantnih bukovih drevesc

Na vsaki ploskvi smo izmerili dominantne osebke bukve (preglednica 3). Ugotovili smo, da so se višinski prirastki gibali med 4,9 in 5,9 cm. Prevladovala so drevesa z deformirano rastjo, poganjki pa so rasli vzravnano.

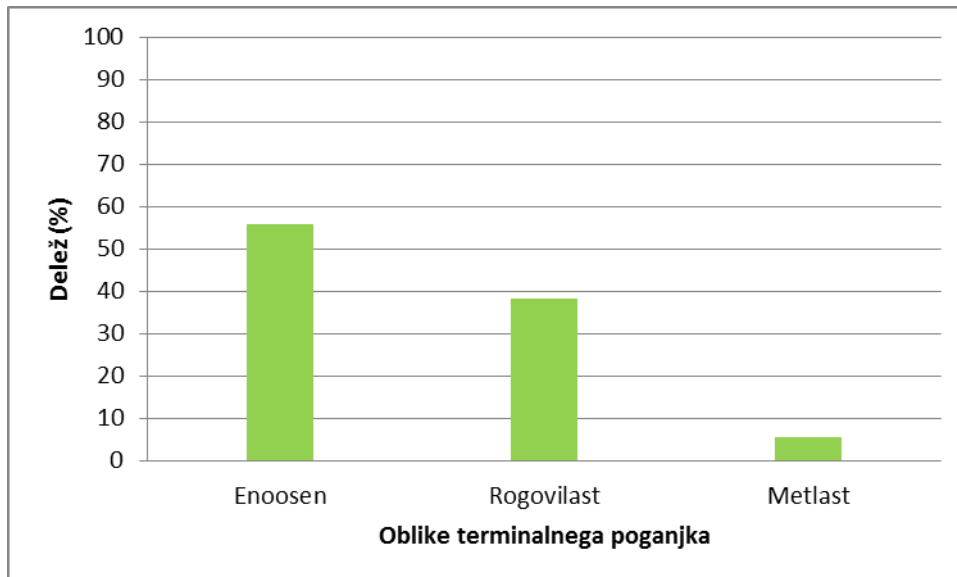
**Preglednica 3: Izmerjene lastnosti dominantnih bukovih drevesc na vzorčnih ploskvah v pragozdu Pečka leta 2007. Vrednosti so podane v centimetrih.**

Merjeno	Število meritev	Povprečje	Mediana	Minimum	Maksimum	Standardni odklon
Višina	260	83,0	24,5	0	944,0	141,4
Dolžina	260	96,3	29,5	0	705,0	151,4
Dolžina krošnje	260	25,6	7,0	0	427,0	55,3
Prirastek 1	260	4,9	0,5	0	39,0	8,1
Prirastek 2	260	5,1	0,5	0	42,0	7,8
Prirastek 3	260	4,9	0,5	0	62,0	7,6
Prirastek 4	260	5,5	0,5	0	60,0	8,6
Prirastek 5	260	5,9	0,5	0	49,0	9,2
Povprečje prirastkov	260	5,3	1,2	0	43,4	7,7
Širina krošnje 1	260	57,4	22,0	0	410,0	82,3
Širina krošnje 2	260	43,2	15,5	0	320,0	64,3



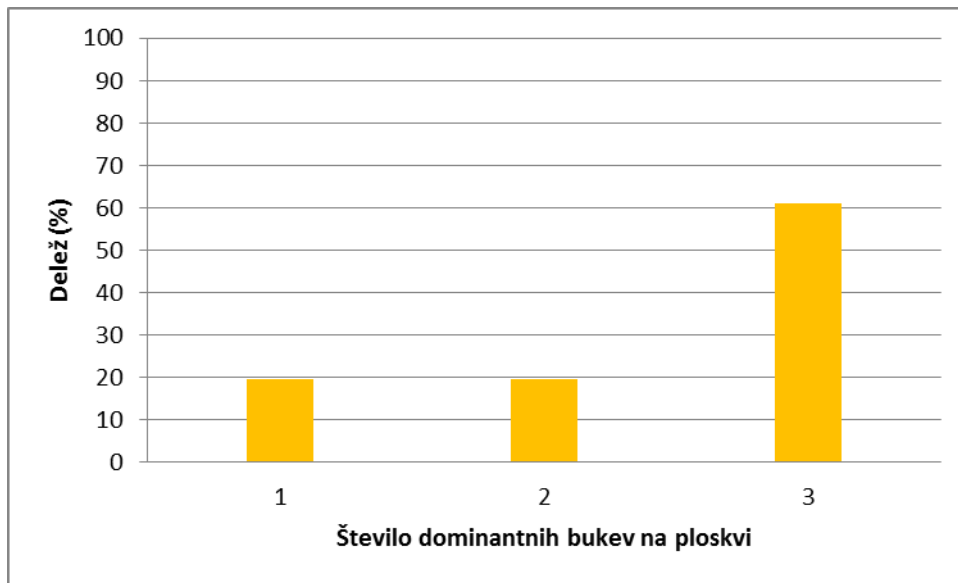
**Slika 11: Deleži dominantnih primerkov s pokončno, deformirano ali plagiotropno rastjo v pragozdu Pečka leta 2007 (N = 260)**

Slika 11 prikazuje deleže dominantnih osebkov bukve glede na obliko rasti dreves. Prevladovali so primerki z deformiranim stebлом, ki so vmesna oblika med pokončnimi in plagiotropnimi oz. poleglimi osebki. Sledili so jim primerki s plagiotropno obliko rasti, najmanj pa je bilo primerkov s pokončno rastjo.



**Slika 12: Deleži dominantnih primerkov z enoosno, rogovilasto ali metlasto obliko rasti terminalnega poganjka v pragozdu Pečka leta 2007 (N = 261)**

Iz slike 12 je razvidno, da so med dominantnimi osebki bukve prevladovali primerki z enoosno obliko rasti terminalnega poganjka. Sledili so jim primerki z rogovilasto rastjo terminalnega poganjka, najmanj pa je bilo primerkov z metlasto rastjo terminalnega poganjka.

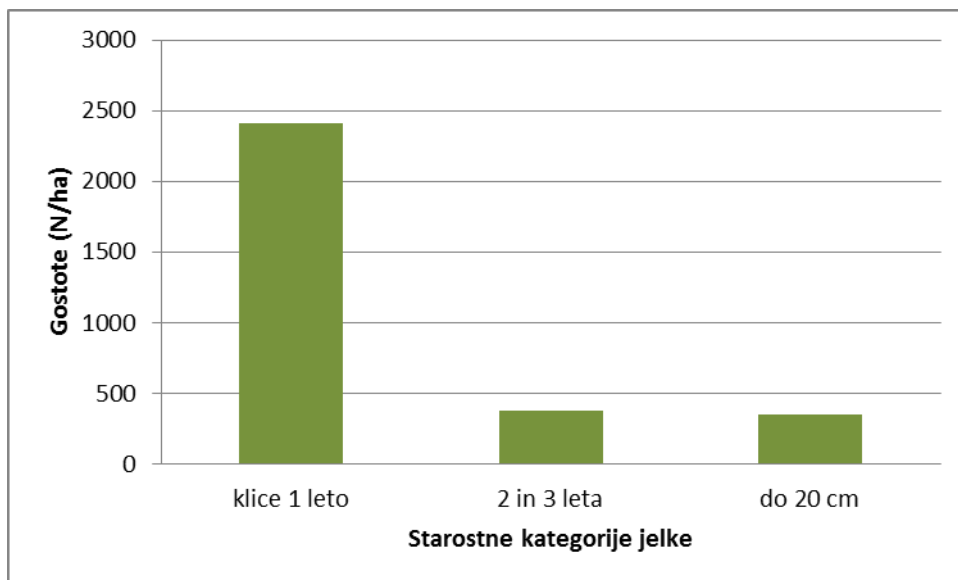


**Slika 13: Deleži dominantnih bukev na ploskvi glede na število primerkov v pragozdu Pečka leta 2007 (N = 108)**

S slike 13 je razvidno, da so na večini vzorčnih ploskev (N = 164) rasli po trije dominantni primerki bukve, enakovredno pa so bile zastopane ploskve s po enim ali dvema primerkoma.

### 5.2.3 Pomlajevanje jelke v letu 2007

Slika 14 prikazuje pomlajevanje jelke. Klice so se pojavile v zadostnem številu, vendar se je s starostjo število jelk zmanjševalo. Jelk višjih od 20 cm nismo našli.



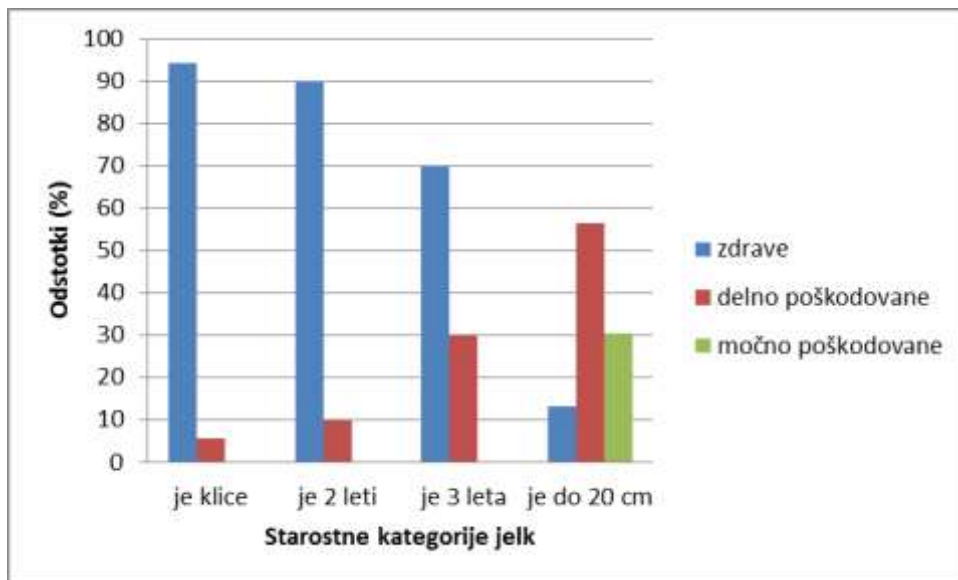
Slika 14: Gostote jelke v pragozdu Pečka leta 2007



Slika 15: Klica jelke v pragozdu Pečka (Foto: Kramberger, A., 10. 7. 2007)

### 5.2.4 Poškodovanost jelk v letu 2007

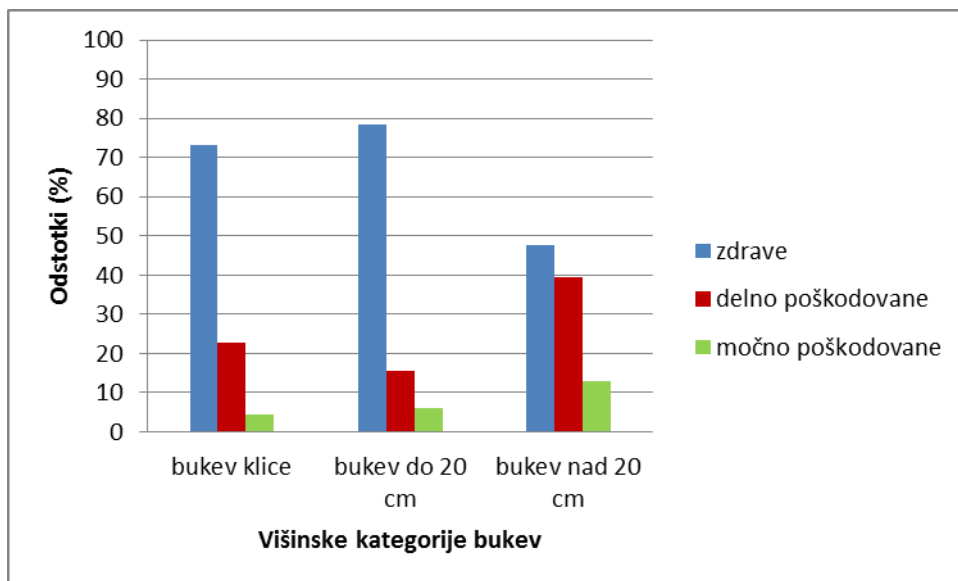
Iz slike 16 je razvidno, da so od faze klic do 3 letnih jelk močno prevladovali zdravi osebki, vendar je postopno začel naraščati delež delno poškodovanih jelk. Močno poškodovanih jelk v teh starostih še nismo zasledili. V višinskem razredu do 20 cm so prevladovali delno poškodovane in močno poškodovane jelke.



Slika 16: Poškodovanost jelke v letu 2007 po starostnih kategorijah v pragozdu Pečka

### 5.2.5 Poškodovanost bukve v letu 2007

Slika 17 prikazuje zdravstveno strukturo bukve. V vseh višinah so prevladovali zdravi osebki, vendar je bilo vidno postopno naraščanje deleža delno poškodovanih in močno poškodovanih bukev, ki so največji delež dosegli v višinskem razredu nad 20 cm.



Slika 17: Poškodovanost bukve v letu 2007 po višinskih razredih v pragozdu Pečka

### 5.3 ODVISNOST POMLAJEVANJA OD EKOLOŠKIH DEJAVNIKOV

#### 5.3.1 Bivariatne primerjave

##### 5.3.1.1 Spearmanova korelacija ranga

Analiza podatkov je pokazala, da se ne porazdeljujejo normalno. Za preverjanje značilnosti smo zato izbrali neparametrično statistično metodo - Spearmanovo korelacijo ranga (preglednica 4). Iskali smo povezave med spremenljivkami, ki so tudi sicer ekološko povezane. To je med pomladkom drevesnih vrst in zeliščno plastjo ter med svetlobo na različnih višinah.

**Preglednica 4: Spearmanova korelacija ranga z ugotovljenimi statistično značilnimi pari spremenljivk na 164 vzorčnih ploskvah v pragozdu Pečka leta 2007**

Spremenljivka 1	Spremenljivka 2	N	Spearmanov koeficient R	T(N-2)	P-vrednost
Difuzna svetloba na 20 cm (%)	Zeliščna plast na 20 cm (%)	164	0,3098*	4,1473	0,0001
Difuzna svetloba na 20 cm (%)	Bukev do 20 cm zastiranje (%)	164	0,2916*	3,8802	0,0002
Difuzna svetloba na 130 cm (%)	Bukev do 130 cm zastiranje (%)	164	0,2038*	2,6501	0,0088
Difuzna svetloba na 500 cm (%)	Bukev do 250 cm zastiranje (%)	164	0,1592*	2,0459	0,0424
Direktna svetloba na 20 cm (%)	Bukev do 20 cm skupaj (N/ha)	164	0,1877*	2,4321	0,0161
Skupna svetloba na 20 cm (%)	Bukev do 20 cm skupaj (N/ha)	164	0,2032*	2,6418	0,0091
Direktna svetloba na 130 cm (%)	Bukev do 20 cm skupaj (N/ha)	164	0,1945*	2,5244	0,0126
Skupna svetloba na 130 cm (%)	Bukev do 20 cm skupaj (N/ha)	164	0,2041*	2,6534	0,0088
Difuzna svetloba na 130-500 cm (%)	Bukev do 130 cm zastiranje (%)	164	0,2763*	3,6592	0,0003
Povprečni prirastek bukve (cm)	Difuzna svetloba na 20 cm (%)	164	0,1603*	2,0673	0,0403
Povprečni prirastek bukve (cm)	Difuzna svetloba na 500 cm (%)	164	0,1812*	2,3452	0,0202
Zeliščna plast na 20 cm (%)	Drevesni ostanki skupaj (%)	164	-0,1848*	-2,3928	0,0179
Zeliščna plast na 130 cm (%)	Bukev do 130 cm zastiranje (%)	164	-0,1776*	-2,2966	0,0229

V preglednici 4 so predstavljene le tiste spremenljivke, pri katerih smo ugotovili statistično povezavo (označeno z \*). Višji kot je Spearmanov koeficient R, močnejša je povezava med obema spremenljivkama. Pri zeliščni vegetaciji in bukovem pomladku je bila ugotovljena značilna pozitivna statistična povezava s količino difuzne svetlobe. Kot zelo značilna se je pokazala pozitivna povezava med povprečnim prirastkom bukve in difuzno svetlobo na višinah 20 cm in 500 cm nad tlemi. Značilna je bila tudi negativna povezava med vegetacijo



na višini 20 cm in skupno količino mrtvega lesa. Zanimiva je bila tudi negativna povezava med zastiranjem bukovega mladja do 130 cm in zastiranjem vegetacije na višini 130 cm.



**Slika 18: Obilje bukovega pomladka v pragozdu Pečka (Foto: Kramberger, A., 18. 7. 2007)**

#### 5.3.1.2 Logistična regresija

Da bi preverili, kakšne so verjetnosti za pojavljanje mladja, smo izvedli tudi logistično regresijo (preglednica 5). Proučevali smo povezave med spremenljivkami, pri katerih smo pričakovali ekološko povezavo; npr. med svetlobo in prisotnostjo pomladka drevesnih vrst. Logistična regresija je pokazala odvisnosti zgolj pri dveh proučevanih parih spremenljivk (preglednica 5). Z eno zvezdico je označena povezava, kjer je verjetnost pogoška 5%, z dvema pa tista, kjer je verjetnost pogoška 1%. To sta bili gostota bukve nad 20 cm in difuzna svetloba na 20 cm ter gostota jelke do 20 cm in difuzna svetloba na 500 cm. Pri povezavi med gostoto jelke do 20 cm in difuzno svetlobo na 500 cm je šlo za negativno odvisnost, medtem ko je bila odvisnost med gostoto bukve nad 20 cm in difuzno svetlobo na 20 cm pozitivna. To pomeni, da se gostota jelke v razredu do 20 cm z naraščanjem deleža difuzne svetlobe na višini 500 cm zmanjšuje. Pri bukvi je obratno, saj se je gostota bukve v razredu nad 20 cm z naraščanjem deleža difuzne svetlobe na višini 20 cm zvišala.

**Preglednica 5: Statistično značilni pari spremenljivk logistične regresije na 164 vzorčnih ploskvah v pragozdu Pečka leta 2007**

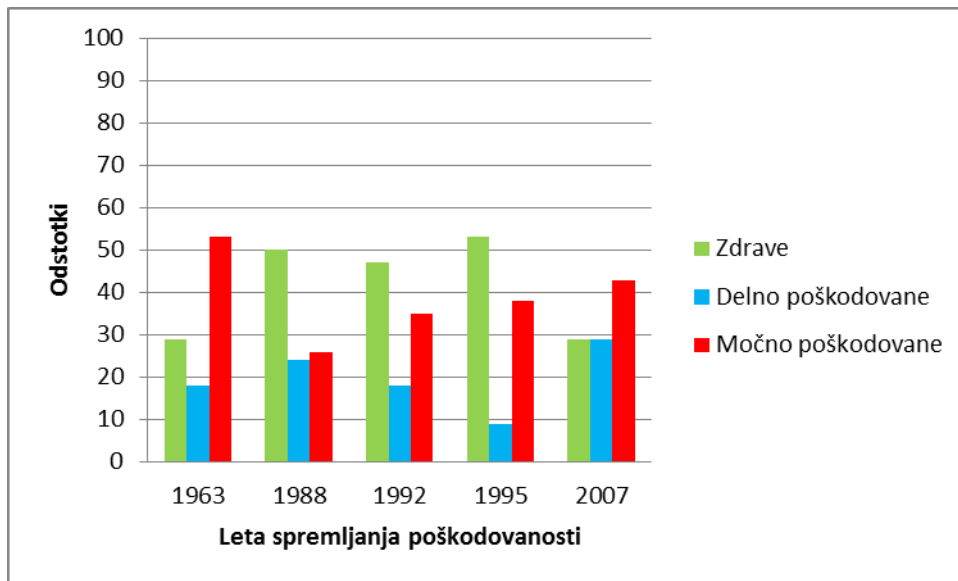
Odvisna spremenljivka	Neodvisna spremenljivka	P	Ocena parametra	Stand. napaka	Razmerje obetov
jelka do 20 cm	difuzna 500	0,0451*	-0,1484	0,5015	0,8621
bukev nad 20 cm	difuzna 20	0,0032**	0,6195	0,4308	1,8579

#### 5.4 RAZVOJ JELK OD LETA 1963 DO LETA 2007

Od leta 1963, ko so začeli podrobneje spremljati stanje pragozda Pečka do leta 2007, se je marsikaj spremenilo, zlasti intenzivni pa so bili procesi pri jelki. Spreminjali so se njen delež v lesni zalogi, gostota pomlajevanja in tudi poškodovanost mladja. Spreminjala in dopolnjevala se je tudi metodologija raziskav. Ker se je spreminjalo tudi število vzorčnih ploskev, smo, da bi lahko primerjali podatke s preteklimi popisi, upoštevali samo vrednosti s prvih 35 ploskev.

##### 5.4.1 Trendi poškodovanosti jelke

Mladje vseh drevesnih vrst smo glede na stopnjo poškodovanosti razvrstili v 3 razrede: nepoškodovano, delno poškodovano in močno poškodovano, kar je podrobneje opisano v metodah. Slika 19 prikazuje poškodovanost jelke od leta 1963 do leta 2007. Z nje je razvidno, da je delež poškodovanih jelk, z izjemo leta 1963, neprestano naraščal. Po upadanju v preteklih popisih, pa se je na najvišjo raven zvišal tudi delež delno poškodovanih jelk. Delež zdravih jelk je bil v letu 2007 najnižji izmed vseh popisov.



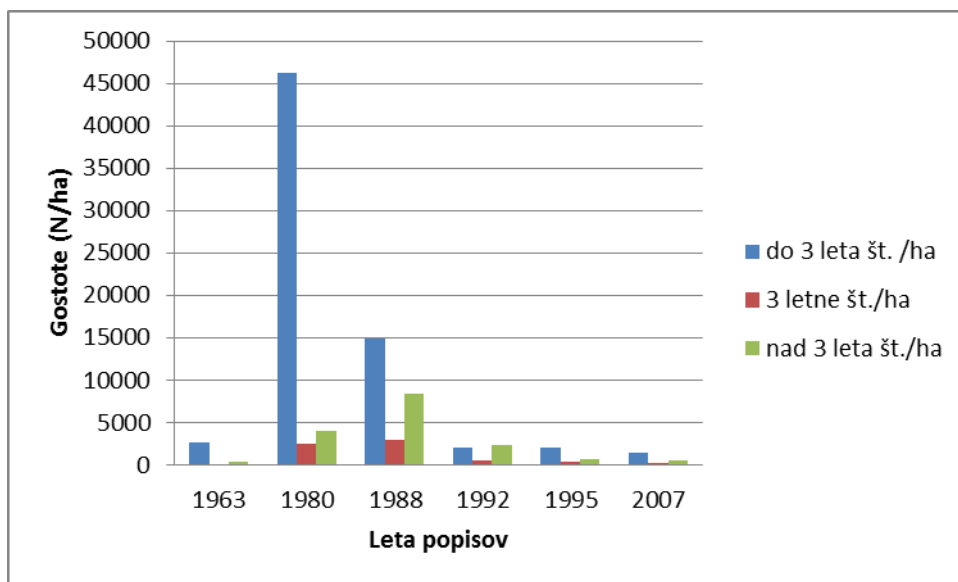
**Slika 19: Struktura jelovega mladja po letih popisa na vzorčnih ploskvah v pragozdu Pečka**



**Slika 20: Jelen na paši v bližini pragozda Pečka (Foto: Kramberger, A., 12. 7. 2007)**

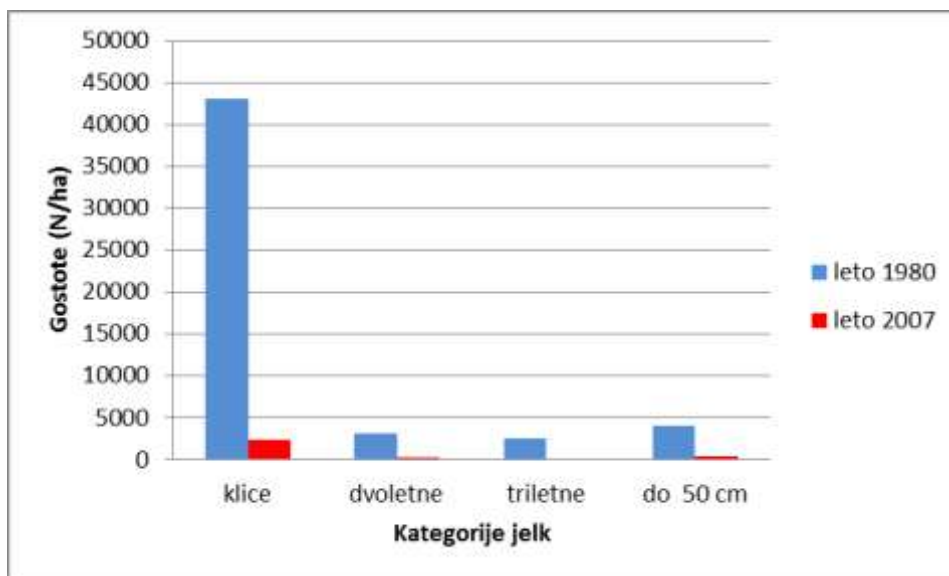
#### 5.4.2 Gostote jelke po letih popisov

Iz slike 21 je razvidno, da je po relativno nizkih gostotah jelke iz leta 1963 v popisu leta 1980 nastopilo izredno obilno pomlajevanje jelke. Od tega leta do leta 2007 so se gostote jelke neprestano zmanjševale.



Slika 21: Gostote jelke po starosti od leta 1963 do leta 2007 v pragozdu Pečka

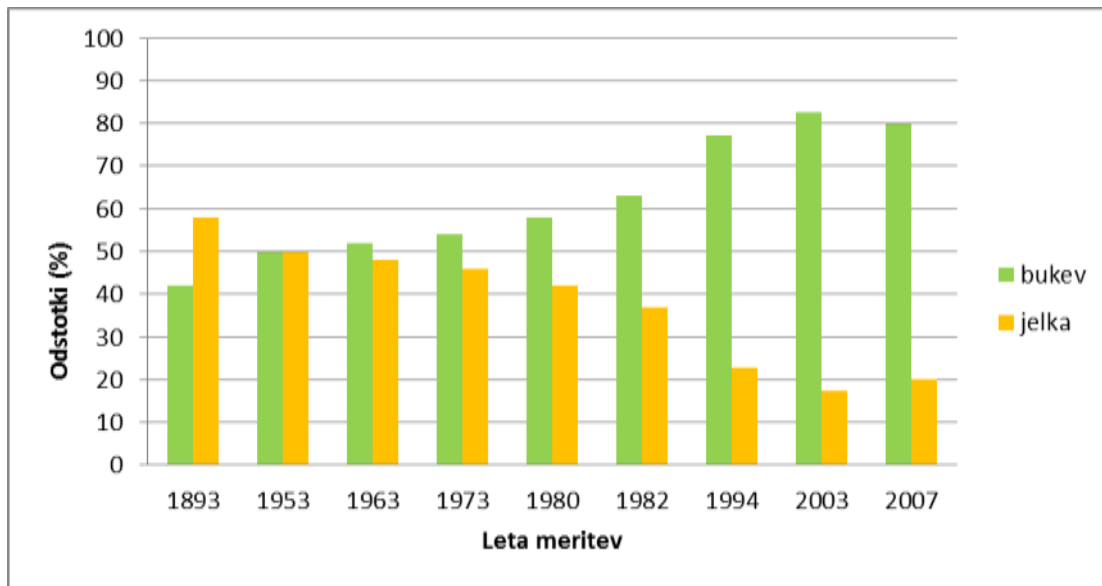
Na sliki 22 je v vseh kategorijah vidna izredna velika razlika v gostoti jelk v pomlajevanju med letoma 1980 in 2007. Zlasti izrazita je bila ta razlika v kategoriji klic, kjer je močno prevladovala gostota iz leta 1980. Da smo lahko podatke primerjali med seboj, smo združili razreda do 10 cm in od 10 do 50 cm.



**Slika 22: Primerjava hektarskih gostot jelk med letoma 1980 in 2007 v različnih kategorijah v pragozdu Pečka**

#### 5.4.3 Delež jelke in bukve v lesni zalogi

Slika 23 prikazuje delež jelke in bukve v lesni zalogi pragozda Pečka med letoma 1893 in 2007. Podatke označene z zvezdico smo pridobili z oceno temeljnice po Bitterlichovi kotnoštevni metodi (kотноštevni faktor  $k=2$ ) neposredno na vzorčnih ploskvah v letu 2007. Podatki preostalih popisov so bili pridobljeni s polno izmero dreves. Ob izmeri temeljnice je znašala skupna vzorčna napaka 4,2%. Razlike med izmerama leta 2003 in 2007 so bile manjše od vzorčne napake. Pri jelki je bila vzorčna napaka 13,3%, pri bukvi pa 5,6%. Izrazito je bilo zmanjševanje deleža jelke. Delež bukve je neprestano naraščal. Njen delež je z okoli 42 % lesne zaloge v letu 1893 (Turk in sod., 1985), do leta 2007 narasel na 80 %, medtem ko se je v enakem obdobju delež jelke zmanjšal z 58 % na zgolj 20%. Delež jelke leta 2007 je bil višji, kot ob polni izmeri leta 2003, vendar je bila razlika majhna. Tako lahko potrdimo hipotezo, da se je delež jelke med zadnjima popisoma lesne zaloge še zmanjšal, delež bukve pa povečal.



**Slika 23: Spreminjanje deleža jelke in bukve v lesni zalogi pragozda Pečka od leta 1893 do leta 2007**



**Slika 24: Raznolike ekološke razmere v pragozdu Pečka (Foto: Kramberger, A., 11. 7. 2007)**

## 6 DISKUSIJA

Tekmovalnost jelke pospešujejo čisto ozračje, skromne svetlobne razmere, vlažnejša in hladnejša rastišča, (včasih tudi bolj skalovita in sušna), posebna mikrorastišča in nizke gostote rastlinojedov (Eiberle, 1975 cit. po Diaci in sod., 2010). Uveljavlja se tudi z velikimi dimenzijami, ki jih doseže v visoki starosti (Diaci in sod., 2010). Jelko najbolj ogroža zračno onesnaževanje, pomanjkanje padavin (sušna obdobja) in previsoke gostote rastlinojedov (Diaci in sod., 2010).

Svetloba se je pričakovano izkazala kot zelo pomemben dejavnik, ki vpliva na pojavljanje nekaterih drevesnih vrst v mladju. Kot zelo pomembna se je izkazala pri bukvi, zlasti na višini do 20 cm, kjer je bukev že sposobna reakcije na povečan dotok svetlobe. Zelo velik je bil zlasti vpliv difuzne svetlobe na zastiranje bukovega pomladka. Z difuzno svetlobo je bil povezan tudi povprečni dolžinski prirastek bukovih poganjkov v višinskem razredu med 130 in 250 cm. Opazili smo močan vpliv difuzne svetlobe na zastiranje zeliščne plasti v višinskem razredu do 20 cm. Ugotovili smo tudi, da je bila zeliščna plast v negativni povezavi z zastiranjem bukve v višinskem razredu do 130 cm, kar nakazuje na kompeticijo med drugimi rastlinami in bukvi. Tako smo lahko potrdili tudi hipotezo, da je na razvoj mladja vplivala pritalna vegetacija.

Nismo odkrili nobene povezave med pomlajevanjem jelke in svetlobnimi razmerami. To si verjetno lahko pojasnimo z dejstvom, da je jelka izredno sencozadržna drevesna vrsta, ki je sposobna izrazito hitrega višinskega priraščanja, ko količina svetlobe naraste (Ferlin, 2002). Kot takšno je njeno mladje manj občutljivo na spremenljive svetlobne razmere.

V primerjavi s svetlobnimi razmerami v pragozdu Krokarc, so v Pečki povprečne izmerjene vrednosti nižje tako pri difuzni, kot pri direktni svetlobi (Bončina, 2011). Razponi med maksimalnimi vrednostmi so bili večji pri difuzni svetlobi kot pri direktni. Povprečne vrednosti difuzne svetlobe so bile višje od povprečnih vrednosti direktne svetlobe.

Jelka se pomlajuje posamično in ne pozna faz mladja, gošč in letvenjakov. Njeno pomlajevanje je skromno, odlikuje pa jo sposobnost izredno dolgega vztrajanja pri zelo skromnih svetlobnih razmerah. Bukve se pojavlja v obliki večjih ali manjših otokov, v šopih, gnezdih in le redko na do nekaj deset arov velikih površinah (Turk in sod., 1985). V pragozdovih se jelka živahno uveljavlja v predelih, kjer prevladujejo endogene motnje, oz. pomlajevanje poteka v majhnih vrzelih in pod zastorom (Leibundgut, 1982 cit. po Diaci in sod., 2010). Kljub vsemu pa to ne pomeni, da se ne more uveljaviti po velikopovršinskih motnjah.

Za lažjo analizo smo mladje razdelili v tri višinske razrede: klice, do 20 cm in nad 20 cm. Izkazalo se je, da je v fazi klic z več kot polovičnim delež prevladovala jelka, sledila ji je

bukev, le v neznatnem deležu pa sta se pojavljala še gorski javor in smreka. V višinskem razredu do 20 cm je močno prevladovala bukev, jelka pa je v gostoti prehitel tudi gorski javor. Smreka se v tem razredu ni pojavila. V razredu nad 20 cm je bukev popolnoma prevladala. Jelka je popolnoma izginila, v neznatnem deležu pa sta bila prisotna še gorski javor in smreka. Izkazalo se je, da je z višinsko rastjo začel naraščati delež bukve, ki je popolnoma prevladala nad vsemi drugimi drevesnimi vrstami.

Gostote jelovega mladja so bile v primerjavi z gostotami preteklih let zelo nizke in so bile podobne tistim iz leta 1963, čeprav ni bilo veliko boljše niti stanje v letih 1992 in 1995. Po letu 1963 je gostota jelovega mladja naraščala, vrh pa dosegla leta 1980, ko se je pomlajevala v gostotah, ki so današnje nekajkratno presegle. Od takrat je gostota jelovega mladja neprestano upadala, kar se je potrdilo tudi v letu 2007.

V primerjavi z ostalimi pragozdovi je bila gostota jelovih klic v Pečki podpovprečna, vendar je bila zelo podobna gostoti v Rajhenavskem Rogu. Gostote jelovih klic v pragozdu Peručica v Bosni in Čorkova uvala na Hrvaškem so bile celo nekajkrat večje od tistih v Pečki, še bolj očitna pa je bila razlika v razredu do 20 cm. V višinskem razredu nad 20 cm je jelka v Pečki popolnoma izginila, medtem ko se je v Peručici in Čorkovi uvali njen delež ustalil in omogočil vraščanje v višje debelinske razrede (Diaci in sod., 2010). V Peručici je jelka v drugi debelinski stopnji vrasla pod zastor bukve, v nižjih razvojnih stopnjah mladja pa je celo prevladala (Tajnikar, 2007 cit. po Diaci in sod., 2010). V primerjanih slovenskih gospodarskih gozdovih je delež jelke nad 20 cm začel hitro upadati, dokler ni popolnoma izginil, še preden je dosegel višino 130 cm. Po podatkih zbranih med letoma 1960 in 2010 je skoraj povsod upadla tudi hektarska gostota jelovega pomladka (Diaci in sod., 2011). V letu 2007 smo v primerjavi s preteklimi popisi v Pečki ugotovili rekordno nizke gostote jelke.

Izrazito razliko v pomlajevanju med letoma 1963 in 1980 so si tudi avtorji raziskave v Pečki, razlagali kot razliko v semenskih letih, vendar s to razliko, da so takrat našli vsaj jelke, ki so bile visoke do 50 cm (Turk in sod., 1985), saj že v letu 2007 nismo našli jelk višjih od 20 cm. Diaci (2010) je v primerjavi pomlajevanja jelke med pragozdovi in gospodarskimi gozdovi dokazal, da v Sloveniji jelovega mladja višjega od 50 cm sploh ni bilo najti, v pragozdovih pa je bilo stanje še slabše, saj jelka ni preseгла niti 20 cm višine. Zanimivo je, da je imela jelka v pragozdovih v začetku precej višje gostote od jelke v gospodarskem gozdu. V pragozdovih v tujini je bilo jelke dovolj za nemoteno vraščanje tudi v višini nad 50 cm.

Jelka se je v drugih evropskih pragozdnih ostankih pomlajevala pod mladovjem bukve v fazi letvenjaka (Diaci in sod., 2010), kar pa se ni dogajalo v Pečki, kjer je bila gostota jelovega mladja iz leta v leto manjša, obenem pa ni bila pod bukovim mladovjem jelka nič višja, kot drugje. Če se je jelka v fazi klic še pojavila v precejšnjem številu, pa se je situacija spremenila, ko je zrasla. Takrat se je zelo povečal delež močno poškodovanih osebkov, dokler ni jelka v višinskem razredu nad 20 cm popolnoma izginila. V slovenskih pragozdovih Pečka,



Rajhenavski Rog in Strmec je bilo pri jelki opazno izginjanje v vseh debelinskih stopnjah. Zaradi dolgotrajnega objedanja so izginjali tudi osebki v 3. in 4. debelinski stopnji, ki so najpomembnejši za vraščanje (Diaci in sod., 2010). Pri bukvi se to ni zgodilo, saj je bila enakomerno zastopana v vseh višinskih razredih. To priča o tem, da se bo delež jelke v Pečki verjetno še naprej zmanjševal, saj je bil njen delež v lesni zalogi zelo nizek, posledično pa je bila nižja tudi gostota semenskih dreves, kar se je odražalo v pomlajevanju. Do tega sklepa smo prišli z izmero temeljnice. Ugotovili smo, da je delež jelke ostal na enaki ravni oz. se je celo zmanjšal.

Kljub dokaj homogenim rastiščnim razmeram so se sestojne razmere naglo in pogosto spreminjale. Zato so bili sestoji izrazito malopovršinski, oziroma so se razvojne faze prekrivale in postopoma prehajale ena v drugo. Tako je bila večkrat otežena tudi opredelitev določene faze (Turk in sod., 1985). Čeprav smo tudi sami večkrat oklevali med izbiro razvojne faze so popisi na vzorčnih ploskvah nedvomno potrdili prevlado razvojnih faz s pomlajevanjem. Sklepali smo, da je bil pragozd Pečka sredi intenzivnega pomlajevanja, kjer je močno prevladovala bukev. To je bilo lepo razvidno tudi v deležu razvojnih faz, kjer so skupaj s skoraj 70 % prevladovala inicialna faza pod zastorom, optimalna faza in sproščena inicialna faza.

Jelova populacija kot celota, se je zadnjič obnovila okoli leta 1830, najbrž še pred prevlado jelke, ki so jo zabeležili v sklopu prvega načrta- leta 1893. Splošno razmerje drevesnih vrst na Rogu je bilo močno nagnjeno v korist bukve, zato je bil prevladujoč delež jelke v času ob koncu 19. stoletja, presenetljiv. Lesna zaloga bukve od leta 1893 do leta 1982 je ostala konstantna, medtem ko se je lesna zaloga jelke od takrat neprestano zmanjševala (Turk in sod., 1985). Posledično se je zniževala tudi lesna zaloga stoječega drevja. Lesna zaloga se je od 1893 do 2003 zmanjšala z 942 m<sup>3</sup>/ha na 707 m<sup>3</sup>/ha, delež jelke pa z 58,0 % na 17,5 %. V letu 2007 smo ocenjevali temeljnico sestoja po Bitterlichovi kotnoštevni metodi in ugotovili, da je delež jelke 20 %, delež bukve pa 80 %. Upravičeno smo sklepali, da ni prišlo do naraščanja deleža jelke, ampak do njenega padca, saj je razlika med izmerama v letih 2003 in 2007, manjša od vzorčne napake iz leta 2007. Če smo gibanje deleža jelke primerjali z drugimi pragozdovi v regiji, smo lahko videli, da je bil v Pečki ta padeč najbolj strm. Zgolj z redkimi izjemami, se je delež jelke zmanjševal tudi drugod v Evropi, vendar precej počasneje (Diaci in sod., 2011).

Lesna zaloga ni dober pokazatelj sprememb v pragozdu, saj lahko dolgo časa ostane nespremenjena (Bončina, 1998 cit. po Roženberger, 1999). Zlasti je to vidno v skupni lesni zalogi, ki vključuje tudi odmrta drevesa. Ta je v Pečki leta 1999 še vedno presegala 1000 m<sup>3</sup>/ha (Roženberger, 1999), čeprav se je skupna lesna zaloga zmanjšala (Turk in sod., 1985). To se je dogajalo predvsem zaradi izrazitega odmiranja jelke in zmanjševanja njenega deleža v skupni lesni zalogi, ki so ga opazili že leta 1984, čeprav se je njen delež zlagoma zniževal že od leta 1893 (Turk in sod., 1985). Posledično se je zelo spremenila tudi tekstura Pečke, kjer se

je izrazito povečalo število vrzeli, povečala pa se je tudi njihova površina (Roženberger, 1999). V nastalih vrzelih se je obilno pomladila bukev, ki skuša nadomestiti jelko. Leta 1963 sušenja jelke v Pečki še ni bilo opaziti, prav tako ne v gospodarskih gozdovih na Dolenjskem (Mlinšek, 1964a). Leta 1980 se je sušilo 19 % vseh jelk, umiralo pa 9 %, čeprav v analizo ni bila zajeta terminalna faza, kjer je bilo sušenje še močnejše (Turk in sod., 1985). Vitalnost jelke v pragozdu Pečka je bila slabša kot npr. v Rajhenavskem rogu, večji pa je bil tudi vpliv abiotских motenj (Roženberger, 1999). Vitalnosti jelke nismo ocenjevali, iz njenega deleža v temeljnici pa je bilo mogoče sklepati, da jelka v Pečki ni bila najbolj vitalna, saj se je njen delež zmanjšal. Spremenilo se je tudi število dreves. Naraslo je število srednje debelega drevja, upadlo pa število tanjših in zelo debelih dreves, kar je posledica razpadanja sestoja, faze, ki sledi fazi staranja. Zaradi intenzivnega pomlajevanja se bo delež tanjših dreves spet povečal, saj je pomladek ponekod že v fazi letvenjaka (Roženberger, 1999). Že polni premerbi v letih 1994 in 2003 sta te napovedi potrdili, saj se je število bukev, ki so prestopile meritveni prag (tretja debelinska stopnja) močno povečalo, medtem ko se je število jelk v času med obema meritvama zmanjšalo. Tega sicer nismo mogli potrditi, saj nismo izvedli polne premerbe, glede na vitalnost bukovega pomladka in razširjenost inicialne faze, pa je bilo to zelo verjetno.

Jelka ima z vidika interakcij z rastlinojedci več neugodnih lastnosti: je zelo priljubljena hrana, je občutljiva za objedanje (Häsler in sod., 2008 cit. po Diaci in sod., 2010) in ima počasno rast (Diaci in sod., 2010). Podatki o pomanjkanju jelovega mladja višjega od 20 oz. 50 cm se skladajo s podatki o gostoti rastlinojede divjadi. Ocene gostote srnjadi so bile 0,9 osebka na 100 ha v okolici Rajhenavskega roga, jelenjadi pa 6,6 osebka na 100 ha (Jerina, 2006 cit. po Diaci in sod., 2010). V primerjalnih pragozdovih v Čorkovi uvali na Hrvaškem in Perućici v Bosni, kjer se je jelka pomlajevala nemoteno, so bile gostote srnjadi podobne (Anonymous, 2007 cit. po Diaci in sod., 2010), nekajkrat nižje pa so bile gostote jelenjadi (okoli 0,2 osebka na 100 ha) (Anonymous, 2004 cit. po Diaci in sod., 2010).

Ob prvem popisu leta 1963 je bilo opaziti veliko obžrtih dreves (Mlinšek, 1967). Veliko smrtnost so v Pečki opazili tudi med jelovimi čakalci, ki je bila predvsem posledica odrgnjenosti s strani jelenjadi, medtem ko pri mladju objedanja skoraj ni bilo opaziti. To so si razlagali z zaščitenostjo mladja s snežno odejo in sklepali, da jelenjad na pomlajevanje jelke v takratnem času ni neposredno vplivala (Turk in sod., 1985). Vse kaže, da je nadomestna strategija jelke v primeru večjih motenj z nasemenitvijo pod bukovo mladovje pri nas motena zaradi divjadi (Diaci in sod., 2010).

Od leta 1988 je bilo vidno izrazito naraščanje deleža močno poškodovanih osebkov, ki je bilo največje v višinskem razredu do 20 cm, obenem pa je delež delno poškodovanih jelk padal. Potrebno je poudariti, da je bil delež močno poškodovanih jelk v letu 1963 največji, vendar se je v letu 2007 povečal tudi delež delno poškodovanih jelk, medtem ko je bil delež zdravih jelk primerljiv s tistim iz leta 1963.

O vplivu rastlinojedov na pomlajevanje obstaja veliko različnih mnenj. Jelka se je najobilneje pomlajevala v času izredno nizkih populacij rastlinojedov, zato je gospodarjenje z jelko, ki temelji na teh podatkih vprašljivo (Senn in Suter, 2003). Klopčič s sodelavci (2010) je ugotovil, da ima jelenjad močan učinek na sestavo in preraščanje drevesnega pomladka, še posebej na pomlajevanje jelke. Analiza debelinske strukture je jasno pokazala konstantno padanje števila tanjših dreves in naraščanje števila srednje debelih in zelo debelih dreves, kar kaže na staranje populacije jelke in moteno preraščanje mladih jelk v streho sestoja. To so dokazali tudi s primerjavo gostot jelke na ograjenih površinah in na prostem. Jelke v ogradi so imele kar nekajkrat višje gostote od tistih na prostem. Zlasti očitne so bile te razlike v višinskem razredu nad 20 cm, kjer so bile gostote jelke v ogradah kar 50-krat višje kot izven ograd. Kot statistično značilna se je pokazala tudi povezava med stopnjo objedenosti jelke v vseh višinskih razredih in med gostoto jelenjadi. Čeprav se je gostota jelenjadi v zadnjih 40 letih skoraj prepolovila, je njena gostota leta 2010 še vedno zavirala pomlajevanje jelke. Tako veliko objedenost so razložili tudi z zelo visoko gozdnatostjo, saj je ta negativno vplivala na prehransko ponudbo. Zaradi tega, ker je bila jelenjad na območje raziskave naseljena umetno, je bila vedno pod nadzorom in tako so podatki o njeni gostoti skozi zgodovino sorazmerno kakovostni. Na gostoto ni mogel vplivati krivolov, saj je bilo območje vedno pod nadzorom poklicnih lovcev (Klopčič in sod., 2010).

Na drugi strani švicarska raziskovalca Senn in Suter (2003) sicer priznavata, da prevladujejo dokazi o močnem vplivu velikih rastlinojedov, vendar primanjkuje preverljivih kvantitativnih podatkov o tem, kako rastlinojedi vplivajo na dinamiko jelke. Vpliv rastlinojedov na jelke je največji v fazi mladja, učinki tega pa so prostorsko in časovno razporejeni in pogosto malo povezani z velikostjo populacije rastlinojedov in povezani s kasnejšo smrtnostjo jelk, ki je posledica kompeticije s preostalimi drevesi. Trdita tudi, da spremljanja objedenosti mladja dajejo podatke, ki slabo napovedujejo prihodnji razvoj in dolgoročno dinamiko gozdnih sestojev. Glede na to, da je pomlajevanje nereden proces in da je jelka odvisna od redkih »oken« v pomlajevanju, priporočata, da tudi v lovnogospodarskem načrtovanju opustimo preprečevanje močnih populacijskih gibanj v populacijah rastlinojedov. Pri tem se naslanjata na ugotovitve tujih raziskovalcev, ki dokazujejo, da pomlajevanje ni redno in zvezno, ampak se pojavlja le v valovih in v zaplatah. Raziskave v pragozdovih so pokazale na velike razlike v prisotnosti jelovega mladja tako na ploskvah, kot tudi med njimi. Ponovljene raziskave so pokazale, da so skupine mladja sčasoma večinoma propadle tudi tam, kjer ni bilo močnega pritiska rastlinojedov. Priznavata, da so valovi pomlajevanja jelke ponavadi skladni z zmanjšanjem populacije rastlinojedov in da kljub temu, da se takšni dogodki pojavijo šele na vsakih nekaj desetletij, zadostujejo za ohranjanje funkcionalne zgradbe gozdov. Kot primer navajata sestoj New Forest v Angliji, kjer se je jelka pomlajevala šele tedaj, ko so močno zmanjšali populacijo jelenjadi. V današnjem času še vedno ne vemo, kako pogosto in stalno se pojavlja pomladek pri jelki, zato za razkritje vzorcev pomlajevanja predlagata demografske

analize jelke, ki spremljajo populacije jelke od klice do odraslih dreves v raznolikih rastnih pogojih in s spremenljivim pritiskom rastlinojedov.

Rešitev te težave se morda ponuja kar sama, saj tudi lovski upravljalci stremijo h kar najbolj stabilnim populacijam rastlinojedov. Tako je verjetno najbolj smiselna dovolj velika populacija velikih zveri, ki bi s stalnim pritiskom preprečevala prevelika nihanja v populacijah rastlinojedov, zlasti v zimskem času, tako pa bi prispevala tudi k zmanjšanju škod. Zanimiva je ugotovitev Heuzejeve (2005b) s sodelavci, ki je ugotovila, da jelenjad v Vogezih najraje prezimuje na površinah, ki so z drevjem redko poraščene in imajo južno lego.

Veliko vlogo pri propadanju jelke v Sloveniji je odigralo tudi onesnaževanje ozračja. Jelki nenaklonjene podnebne spremembe (visoke temperature, suše), onesnaževanje ozračja in gojitvene napake so delovale vzajemno (Levanič, 1997 cit. po Diaci in sod., 2010), vendar so novejšje študije opozarjale na vplivno moč onesnaženja (Elling in sod., 2009 cit. po Diaci in sod., 2010). To so potrdili tudi izsledki primerjalne analize debelinskega priraščanja vladajočih jelovih in smrekovih dreves v prebiralnem gozdu (Diaci in sod., 2008a cit. po Diaci in sod., 2010), v Zgornji Savinjski dolini v obdobju med letoma 1940 in 2007. Domnevajo, da sta dve zaporedni suši v petdesetih letih prejšnjega stoletja v povezavi z onesnaženim zrakom iz termoelektrarne Šoštanj sprožili prvo večje propadanje jelovih gozdov v Sloveniji. Najhujše je bilo obdobje med letoma 1978, ko so zgradili 360 metrski dimnik v Trbovljah in 1995, ko so zgradili čistilno napravo na bloku 4, s čimer se je zaustavilo akutno propadanje jelke (Diaci in sod., 2010). Propadanje jelke je bilo najizrazitejše v Sloveniji in na Slovaškem, kjer je bilo izrazito onesnaževanje z žveplovim dioksidom, višje kot v ostalih državah pa so bile tudi gostote rastlinojedov. V obeh deželah je zaradi prekomernega objedanja pogosto manjkalo razred mladih jelk (Diaci in sod., 2011).

## 7 ZAKLJUČEK

Svetloba se je pričakovano izkazala kot zelo pomemben dejavnik, ki vpliva na pojavljanje nekaterih drevesnih vrst v mladju. Kot zelo pomembna se je izkazala pri bukvi, zlasti na višini do 20 cm, kjer je bukev že sposobna reakcije na povečan dotok svetlobe. Zelo velik je bil zlasti vpliv difuzne svetlobe na zastiranje bukovega pomladka. Z difuzno svetlobo je bil pozitivno povezan tudi povprečni višinski prirastek bukovih poganjkov v višinskem razredu med 130 in 250 cm. Opazili smo močan vpliv difuzne svetlobe na zastiranje zeliščne plasti v višinskem razredu do 20 cm. Ugotovili smo tudi, da je zeliščna plast v negativni povezavi z zastiranjem bukve v višinskem razredu do 130 cm, kar nakazuje na kompeticijo med drugimi rastlinami in bukvijo. Tako smo lahko potrdili tudi hipotezo, da je na razvoj mladja vplivala tudi pritalna vegetacija.

Nismo odkrili nobene povezave med pomlajevanjem jelke in svetlobnimi razmerami. To si verjetno lahko pojasnimo z dejstvom, da je jelka izredno sencoždržna drevesna vrsta, ki je sposobna izrazito hitrega višinskega priraščanja, ko količina svetlobe naraste (Ferlin, 2002). Kot takšno je njeno mladje manj občutljivo na spremenljive svetlobne razmere.

Gostote jelovega mladja so bile v primerjavi z gostotami preteklih let zelo nizke in so bile podobne tistim iz leta 1963. Čeprav ni bilo veliko boljše niti stanje v letih 1992 in 1995. Po letu 1963 je gostota jelovega mladja naraščala, vrh pa je dosegla leta 1980, ko se je pomlajevala v gostotah, ki so današnje nekajkratno presegle. Od takrat je gostota jelovega mladja neprestano upadala.

Od leta 1988 je bilo vidno tudi izrazito naraščanje deleža močno poškodovanih osebkov, ki je bilo največje v višinskem razredu do 20 cm, obenem pa je delež delno poškodovanih jelk padal. Potrebno je poudariti, da je bil delež močno poškodovanih jelk v letu 1963 največji, vendar se je v letu 2007 povečal tudi delež delno poškodovanih jelk, medtem ko je delež zdravih jelk primerljiv s tistim iz leta 1963.

## 8 POVZETEK

Objekt raziskave je bil pragozdni ostanek Pečka v jugovzhodnem delu Slovenije v bližini Dolenjskih toplic, s površino 60,2 ha. Sestavljali so ga dinarski jelovo-bukovi gozdovi, ki so jih sestavljale bukev, jelka, gorski javor in smreka. V drevesni zalogi je prevladovala bukev nad jelko. Jelka se je večinoma pomlajevala posamično, bukev pa na večjih površinah in skupinsko. Pragozd Pečka spada v GGE Novo mesto, revir Soteska.

V raziskavi smo preverjali, kako se je pomlajevala jelka in ali je bilo pomlajevanje kaj bolj obilno, kot pred leti, sicer pa smo želeli preveriti tudi spremembe ostalih ekoloških dejavnikov. Raziskava je potekala leta 2007. Na treh transektih, ki potekajo skozi pragozd smo na 164 sistematično določenih vzorčnih ploskvah (velikost posamezne ploskve 2 x 2 m) ocenili različne ekološke značilnosti: zastiranje zelišč in drevesnih vrst, skalovitost, ekspozicijo, nagib, drevesne ostanke. Na vsaki ploskvi smo popisali mladje vseh drevesnih vrst, evidentirali njegovo starost in poškodovanost ter izmerili tudi 3 dominantne osebke dreves do višine 250 cm. Podrobno smo jih premerili (oblika poganjkov in rasti, letni prirastki, višina in širina), izmerili pa smo tudi svetlobo na različnih višinah. Z Bitterlichovo kotnoštevno metodo smo na vseh 164 stojiščih (središčih vzorčnih ploskev) ocenili temeljnico sestoja in določili razvojno fazo pragozda v okolici ploskve. Količino neposredne (direktne) in razpršene (difuzne) svetlobe smo merili s fotoaparatom Nikon Coolpix E4500 in širokokotnim objektivom FC-E8.

Povprečna vrednost difuzne svetlobe na vseh višinah je bila 4,0 %, povprečna vrednost direktne pa 3,2 %. Svetloba je dosegala podobne vrednosti kot v drugih pragozdovih- količina difuzne svetlobe je bila praviloma večja od deleža direktne svetlobe. Količina svetlobe se je z višino merjenja povečevala. V analizi s Spearmanovo korelacijo ranga smo odkrili pozitivne povezave med zastiranjem bukve in deležem difuzne svetlobe, v razredu do 20 cm pa tudi med gostoto bukve in deležem direktne in skupne svetlobe. Pozitivna je bila tudi povezava med zastiranjem zeliščne plasti in deležem difuzne svetlobe. Pokazala se je pozitivna povezava med deležem difuzne svetlobe in povprečnim prirastkom bukovih poganjkov. Ugotovili smo tudi negativno povezavo med zastiranjem zeliščne plasti na višini 130 cm in zastiranjem bukve na isti višini.

Z logistično regresijo smo ugotovili pozitivno povezavo med gostoto bukve v višinskem razredu nad 20 cm in deležem difuzne svetlobe na višini 20 cm. Ugotovili smo tudi negativno povezavo med gostoto jelke v višinskem razredu do 20 cm in deležem difuzne svetlobe na višini 500 cm.

Pri analizi gostote mladja drevesnih vrst smo v fazi klic ugotovili prevlado jelke. Sledila ji je bukev, v majhnem deležu pa še gorski javor in smreka. V višinskem razredu do 20 cm je bukev prevladala, sledila sta ji jelka in gorski javor, smreke v tem razredu nismo našli. V

višinskem razredu nad 20 cm je bukev popolnoma prevladala, v neznatnem deležu sta ji sledila gorski javor in smreka, jelka pa je popolnoma izginila. Povprečna ugotovljena skupna gostota mladja je znašala 19954 osebkov / ha. Delež bukve je z višino naraščal, delež jelke, gorskega javorja in smreke pa upadal.

V primerjavi s preteklimi popisi smo ugotovili, da se je jelka pomlajevala s podpovprečnimi gostotami, čeprav so bile te primerljive z gostotami iz leta 1992 in 1995. V primerjavi s gostotami jelke iz leta 1980, ko se je jelka pomlajevala najbolj številčno, so bile gostote jelovega pomladka v letu 2007 nekajkrat manjše. Moteno je bilo preraščanje jelke v višje debelinske razrede, saj jelk višjih od 20 cm ni bilo. Analiza poškodovanosti je pokazala, da se je v višinskem razredu do 20 cm povečal delež delno in močno poškodovanih jelk. V tem in v razredu nad 20 cm je bilo objedanje rastlinojedov največje.

Pri analizi prirastkov dominantnih osebkov bukovega mladovja (do višine 250 cm) smo ugotovili, da so v povprečju dolgi 5,3 cm.

Povprečna izmerjena temeljnica v letu 2007 je znašala 32,0 m<sup>2</sup>/ha. V temeljnici je s skoraj 80 % prevladala bukev, sledila ji je jelka z 20 %, preostanek sta zasedala gorski javor in smreka. Iz primerjave deležev drevesnih vrst smo lahko sklepali, da je delež jelke ostal enak kot ob polni izmeri v letu 2003 oz. je celo upadel. Pretekli popisi so pokazali tudi padanje lesne zaloge.

Ugotovili smo prevlado razvojnih faz s pomlajevanjem, kar pomeni, da v pragozdu Pečka poteka intenzivno pomlajevanje. V pomladku je že na prvi pogled prevladovala bukev.

Delež jelke v lesni zalogi se bo verjetno še naprej zmanjševal, naraščal pa bo delež bukve. Zaradi motenega preraščanja v višje debelinske razrede se je populacija jelke starala, nezadostno pa je bilo tudi pomlajevanje. Za oboje je bila zelo verjetno kriva visoka gostota rastlinojede divjadi in močno onesnaževanje zraka v preteklosti, ki je sprožilo sušenje jelke.

## 9 VIRI

- Adamič M. 2008. Zakonitosti pomlajevanja gozdov sladkornega javora (*Acer saccharum* Marsch.) in rumene breze (*Betula alleghaniensis* Britt.) v Quebecu, Kanada. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 59 str.
- Bončina Ž. 2011. Vpliv svetlobnih razmer na pomlajevanje v pragozdnem rezervatu Krokar. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 34 str.
- Debeljak M. 1997. Jelka (*Abies alba* Mill.) v pomladku pragozda Pečka v zadnjih tridesetih letih. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 53: 29-48.
- Diaci J., Roženberger D., Nagel T.A. 2010. Sobivanje jelke in bukve v Dinaridih: usmeritve za ohranitveno gospodarjenje z jelko. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 91: 59-74.
- Diaci J., Roženberger D., Anić I., Mikac S., Saniga M., Kucbel S., Višnjić C., Ballian D., 2011. Structural dynamics and synchronous silver fir decline in mixed old-growth mountain forests in Eastern and Southeastern Europe. *Forestry*, 84, 5: 479-491.
- Diaci J. 2002. Regeneration dynamics in a Norway spruce plantation on a silver fir-beech forest site in the slovenian Alps. *Forest Ecology and management*, 161: 27-38.
- Dobrowolska D. 1998. Structure of silver fir (*Abies alba* Mill.) natural regeneration in the »Jata« reserve in Poland. *Forest Ecology and Management*, 110: 237-247.
- Ferlin F. 2002. The growth potential of understorey silver fir and Norway spruce for uneven-aged forest management in Slovenia. *Forestry*, 75: 375-383.
- Heuze P., Schnitzler A., Klein F. 2005a. Is browsing the major factor of silver fir decline in the Vosges Mountains of France. *Forest Ecology and Management*, 217: 219-228.
- Heuze P., Schnitzler A., Klein F. 2005b. Consequences of increased deer browsing winter on silver fir and spruce regeneration in the Southern Vosges mountains: Implications for forest management, *Annals of Forest Science*, 62: 175-181.
- Klopčič M., Jerina K., Bončina A. 2010. Long-term changes of structure and tree species composition in Dinaric uneven-aged forests: are red deer an important factor?. *European Journal of Forest Research*, 129: 277-288.
- Marinček L., Marinšek A., 2004. Vegetation of the Pečka virgin forest remnant. *Hacquetia*, 3/2: 5-27.
- Mlinšek D. 1964. Sušenje jelke v Sloveniji - prvi izsledki. *Gozdarski vestnik*, 5/6: 145-159.



- Mlinšek D. 1967a. Pomlajevanje in nekatere razvojne značilnosti bukovega in jelovega mladja v pragozdu na Rogu= Verjüngung und Entwicklung der Dickungen im Tannen-Buchen Urwald »Rog« (Slovenien). Zbornik Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani 15: 7-32.
- Mlinšek D., 1967b. Rast in sposobnost reagiranja pragozdne bukve. Zbornik Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani 15: 64-79
- Mlinšek D., 1967c. Waldschadenuntersuchungen am Stammkern von erwachsenen Tannen im dinarischen Tannen- Buchen- Wald. Wald. Forstwissenschaftliches Centralblatt, 88: 193–199.
- Motta R. 1996. Impact of wild ungulates on forest regeneration and tree composition of mountain forests in the Western Italian Alps. *Forest Ecology and Management*, 88: 93-98.
- Nagel A. T., Svoboda M., Rugani T., Diaci J. 2010. Gap regeneration and replacement patterns in an old-growth *Fagus-Abies* forest of Bosnia-Herzegovina. *Plant Ecology*, 208: 307-318.
- Paluch J. 2005. The influence of the spatial pattern of trees on forest floor vegetation and silver fir (*Abies alba* Mill.) regeneration in uneven-aged forests. *Forest Ecology and Management*, 205, 1/3: 283-298.
- Paluch J. 2005. Spatial distribution of regeneration in West- Carpathian uneven-aged silver fir forests. *European Journal of Forest Research*, 124: 47-54.
- Robakowski P., Montpied P., Dreyer E. 2003. Plasticity of morphological and physiological traits in response to different levels of irradiance in seedlings of silver fir (*Abies alba* Mill.). *Trees- structure and function*, 17, 5: 431-441.
- Roženbergar D. 1999. Razvojne značilnosti sestojev v pragozdovih Pečka in Rajhenavski Rog: diplomsko delo (Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljivegozdne vire). Ljubljana, samozal.: 77str.
- Senn J., Suter W. 2003. Ungulate browsing on silver fir (*Abies alba*) in the Swiss Alps: beliefs in search of supporting data. *Forest Ecology and Management*, 181: 151-164.
- Szymura H. T. 2005. Silver fir sapling bank in seminatural stand: Individuals architecture and vitality. *Forest Ecology and Management*, 212: 101-108.
- Turk V., Kastelic A., Hartman T., Ambrožič P., Zupančič M. 1985. Gozdni rezervati Slovenije: Pragozd Pečka NM 01. (Strokovna in znanstvena dela 81). Ljubljana, Biotehniška fakulteta: 75str.

## ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujem prof. dr. Juriju Diaciju za potrpežljivost in napotke pri izdelavi diplomske naloge, dr. Dušanu Roženbergarju za premnoge koristne nasvete, tehničnemu sodelavcu g. Urošu Kolarju za pomoč pri zbiranju podatkov in gdč. Charlotte Charmetant za pomoč pri zbiranju podatkov in dobro voljo. Zahvaljujem se tudi recenzentu, doc. dr. Davidu Hladniku za pregled naloge in preverbo metodologije.

Zahvaljujem se staršem, ki so mi omogočili študij in mi niso dali miru, dokler ga ne dokončam, čeprav sem se sam vztrajno držal reka: »Tudi počasi se daleč pride.«

Iskreno se zahvaljujem družini Šalamun, ki mi je nudila potrebne pogoje za dokončanje diplomske naloge, še posebej moji Mateji, ki me je vzpodbujala, ko je bilo najtežje. Hvala za vso pomoč in podporo tudi družinama Štular in Ličen in nečakoma, ki sta mi bila v času nastajanja naloge v veliko veselje in navdih, še posebej Lidiji Ličen za jezikovni pregled naloge in Jaku Ličnu za pomoč pri urejanju besedila. Zahvala gre tudi vsem ostalim, ki so mi kakorkoli pomagali pri nastanku pričujočega dela in v času študija.