

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

Klemen KAMENIK

**RAZVOJNA DINAMIKA V PRAGOZDOVIH ŠUMIK
IN KROKAR**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2013

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

Klemen KAMENIK

RAZVOJNA DINAMIKA V PRAGOZDOVIH ŠUMIK IN KROKAR
DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

DYNAMICS IN ŠUMIK AND KROKAR OLD – GROWTH FORESTS

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2013

Kamenik K. Razvojna dinamika v pragozdovih Šumik in Krokar.

Dipl. delo. Ljubljana. Univ. v Ljubljani, BF, Odd. za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 2013

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija gozdarstva in obnovljivih gozdnih virov na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Študijska komisija Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire je dne 20. 8. 2013 za mentorja imenovala doc. dr. Thomasa A. Nagel-a in za recenzenta prof. dr. Jurija Diacija.

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.

Klemen Kamenik

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Dn
- DK GDK 228.81(043.2)=163.6
- KG Krokar/Šumik/pragozdovi/smrtnost/vrast/bukev/*Fagus Sylvatica*/jelka/*Abies alba*
- AV KAMENIK, Klemen
- SA NAGEL, Thomas Andrew (mentor)
- KZ SI – 1000 Ljubljana, Večna pot 83
- ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire
- LI 2013
- IN RAZVOJNA DINAMIKA V PRAGOZDOVIH ŠUMIK IN KROKAR
- TD Diplomsko delo (univerzitetni študij)
- OP VIII, 63 str., 33 sl., 42 vir.
- IJ sl
- JI sl/en
- AI Na trajnih vzorčnih ploskvah v pragozdovih Krokar in Šumik se je leta 2012 izvedla ponovitev polne premerbe drevja na ploskvi. V pragozdu Krokar je bila to druga zaporedna premerba po 27 letih. Ničelno stanje je bilo na dveh vzpostavljenih ploskvah posneto leta 1985, v pragozdu Šumik je bila prva premerba izvedena leta 1978, druga pa leta 1998. V okviru te naloge je bilo izvedeno tretje snemanje podatkov. Namen naloge je prikazati in primerjati rastno dinamiko v dinarskem, pretežno bukovem (Krokar) ter predalpskem jelovo – bukovem gozdu (Šumik). Vrstna sestava je tekom opazovanega obdobja na obeh objektih ostala praktično nespremenjena. Stopnja smrtnosti celotne populacije drevja je bila višja v Šumiku, kjer je med leti 78' in 98' znašala 1,7 %/leto, v obdobju 98' - 12' pa 1%/leto. V Krokarju je bila stopnja smrtnosti na obeh ploskvah tekom celotnega obdobja 0,8 %/letno. Stopnje smrtnosti za bukev in jelko na obeh objektih ne kažejo večjih razlik. Stopnje preraščanja populacije drevja med debelinskimi razredi, so bile nižje v Krokarju (0,2 – 0,3 %/leto), v Šumiku pa glede na zaporedna obdobja 0,4 %/letno in 0,7 %/letno. Proces preraščanja je bil najizrazitejši v višjih debelinskih razredih. Skupna temeljnica se je v Krokarju gibala med 42 m²/ha in 47 m²/ha, v Šumiku pa med 52 m²/ha in 56 m²/ha.

Kamenik K. Razvojna dinamika v pragozdovih Šumik in Krokar.

Dipl. delo. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, BF, Odd. za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 2013

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn

DC GDK 228.81(043.2)=163.6

CX Krokar/Šumik/old-growth forest/mortality/recruitment/beechness/*Fagus Sylvatica*/fir/*Abies alba*

AU KAMENIK, Klemen

AA NAGEL, Thomas Andrew (supervisor)

PP SI – 1000 Ljubljana, Večna pot 83

PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources.

PY 2013

TI DYNAMICS IN OLD-GROWTH FORESTS ŠUMIK AND KROKAR

DT Graduation thesis (University studies)

NO VIII, 63 p., 33 fig., 42 ref.

LA sl

AL sl/en

AB In 2012 a full repetition of measurements was carried out on permanent sample plots in the old-growth forests of Krokar and Šumik. In Krokar this was the first re-measurement following the initial establishment of plots in 1985. In Šumik this was a third measurement, after the establishment of plots in 1978 and second re-measurement in 1998. The goal of our research was to present and compare development dynamics in dinaric, beech dominated forest (Krokar) and pre-alpine, mixed beech - fir forest. Species composition was stable in both forests. The mortality rate for the whole population was higher in Šumik, with 1,7 %/year in the period between 78' and 98' and 1 %/year for a period between 98' and 12'. Both plots in Krokar had a mortality rate of 0,8 %/year. Species-specific mortality rates did not show large differences. Recruitment rates to larger diameter classes were lower in Krokar (0,2 %/year – 0,3 %/year) than in Šumik (0,4 %/year and 0,7 %/year). Recruitment rates were highest in the large diameter classes. Values of basal area in Krokar were between 42 m²/ha and 47 m²/ha and in Šumik between 52 m²/ha and 56 m²/ha.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA.....	III
KEY WORDS DOCUMENTATION.....	IV
KAZALO VSEBINE.....	V
KAZALO SLIK.....	VII
1 UVOD.....	1
1.1 OPREDELITEV PROBLEMA TER CILJI NALOGE	1
2 PREGLED OBJAV	3
2.1 PREGLED TUJIH OBJAV	3
2.2 DOSEDANJE RAZISKAVE NA OBJEKTIH	7
2.2.1 Šumik.....	7
2.2.2 Krokar.....	7
3 MATERIAL IN METODE.....	9
3.1 OBJEKTI RAZISKAVE	9
3.1.1 Krokar.....	9
3.1.1.1 Lega in relief.....	9
3.1.1.2 Podnebje	9
3.1.1.3 Geološka podlaga in tla	10
3.1.1.4 Vegetacija	10
3.1.1.5 Raziskovalna ploskev	11
3.1.2 Šumik.....	13
3.1.2.1 Lega in relief.....	13
3.1.2.2 Podnebje	13
3.1.2.3 Geološka podlaga in tla	14
3.1.2.4 Vegetacija	14
3.1.2.5 Raziskovalna ploskev	14
3.2 METODE DELO.....	16
3.2.1 Snemanje podatkov na vzorčnih ploskvah	16
3.2.1.1 Prsni premer.....	16
3.2.1.2 Status, tip odmrtnja, stopnja razpada.....	16

3.2.1.3 Socialni položaj	17
3.2.1.4 Položaj v vrzeli	17
3.2.1.5 Kartiranje novih dreves	17
3.2.2 Analiza podatkov	17
4 REZULTATI	19
4.1 KROKAR	19
4.1.1 Ploskev 1	19
4.1.1.1 Vrstna sestava	19
4.1.1.2 Gostota	19
4.1.1.3 Smrtnost	21
4.1.1.4 Vrast	24
4.1.1.5 Temeljnica	26
4.1.2 Ploskev 2	28
4.1.2.1 Vrstna sestava	28
4.1.2.2 Gostota	28
4.1.2.3 Smrtnost	30
4.1.2.5 Temeljnica	35
4.2 ŠUMIK	37
4.2.1.1 Vrstna sestava	37
4.2.1.2 Gostota	37
4.2.1.3 Smrtnost	40
4.2.1.4 Vrast	43
4.2.1.5 Temeljnica	46
5 RAZPRAVA	48
6 SKLEPI	55
7 POVZETEK	57
8 VIRI	59
ZAHVALA	64

KAZALO SLIK

Slika 1: Gostota dreves na ploskvi 1	20
Slika 2: Število listavcev po debelinskih razredih na ploskvi 1	20
Slika 3: Število jelk po debelinskih razredih na ploskvi 1	21
Slika 4: Stopnje smrtnosti celotne populacije na ploskvi 1	22
Slika 5: Stopnje smrtnosti listavcev na ploskvi 1	23
Slika 6: Stopnje smrtnosti jelke na ploskvi 1	23
Slika 7: Stopnje vrasti celotne populacije na ploskvi 1	24
Slika 8: Stopnje vrasti listavcev na ploskvi 1	25
Slika 9: Stopnje vrasti jelke na ploskvi 1	25
Slika 10: Temeljnica na ploskvi 1	26
Slika 11: Struktura temeljnice po debelinskih stopnjah na ploskvi 1	27
Slika 12: Gostota drevja na ploskvi 2	28
Slika 13: Število listavcev po debelinskih razredih na ploskvi 2	29
Slika 14: Število jelk po debelinskih razredih na ploskvi 2	30
Slika 15: Stopnja smrtnosti za celotno populacijo na ploskvi 2	31
Slika 16: Stopnja smrtnosti za listavce na ploskvi 2	32
Slika 17: Stopnja smrtnosti za jelko na ploskvi 2	32
Slika 18: Skupna stopnja vrasti za celotno populacijo na ploskvi 2	33
Slika 19: Stopnje vrasti listavcev na ploskvi 2	34
Slika 20: Stopnje vrasti jelke na ploskvi 2	34
Slika 21: Temeljnica na ploskvi 2	35
Slika 22: Struktura temeljnice po debelinskih stopnjah na ploskvi 2	36
Slika 23: Gostota drevja na ploskvi (Šumik)	38
Slika 24: Število bukev po debelinskih razredih (Šumik)	39
Slika 25: Število iglavcev po debelinskih razredih (Šumik)	40
Slika 26: Skupna stopnja smrtnosti (Šumik)	41
Slika 27: Stopnje smrtnosti bukve (Šumik)	42
Slika 28: Stopnje smrtnosti iglavcev (Šumik)	42
Slika 29: Skupne stopnje vrasti (Šumik)	43
Slika 30: Stopnje vrasti za bukev (Šumik)	44

Kamenik K. Razvojna dinamika v pragozdovih Šumik in Krokar.

Dipl. delo. Ljubljana. Univ. v Ljubljani, BF, Odd. za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 2013

Slika 31: Stopnje vrasti za iglavce (Šumik)	45
Slika 32: Temeljnica (Šumik).....	46
Slika 33: Struktura temeljnice po debelinskih stopnjah (Šumik)	47

1 UVOD

Razvojna dinamika pragozda je proces, ki se v času in prostoru odvija pod vplivom režima motenj, ki konstantno rušijo in razgrajujejo vzpostavljene strukture in odziva gozdnega ekosistema, ki pod na novo ustvarjenim kompleksom ekoloških pogojev ponovno teži proti vzpostavitvi stabilne in uravnotežene strukture (Franklin in sod., 2004). V ozadju tega procesa se odvija konstantno sinhrono usklajevanje in dopolnjevanje anabolnega in katabolnega momentuma, ki na eni strani meče sistem iz ravnovesja, na drugi pa teži ponovni vzpostavitvi le-tega. In prav v tej težnji po vzpostavitvi ravnovesnega stanja, lahko prepoznamo gonilno silo razvojnega procesa v gozdu.

Pragozd s svojo strukturo ciklično prehaja skozi različne faze, ki v osnovi odsevajo prej omenjeno dinamiko razgradnje in rasti. V svojem razvoju tako nenehno teče skozi sinusoido iniciacije nove generacije, ki teži k vzpostavitvi optimalne strukture. Ta je v končni fazi omejena s fiziološko starostjo, zunanjimi vplivi okolja ter dostopom do virov energije in hranil. Fiziološka starost tako determinira razgradnjo homogene generacijske razsežnosti. Obenem se znotraj uveljavljene generacije konstantno odvijajo enaki procesi, le da so v tem primeru gnani s strani zunanjih vplivov (Marinšek, Zupančič, 1985).

Vsaka motnja, ki poseže v strukturo pragozdnega sistema, s porušenjem uveljavljenega stanja sprosti energetski potencial. Novonastali pletež rastiščnih dejavnikov, ki je posledica porušenja ravnovesnega stanja, predstavlja novo matrico ekoloških pogojev, ki bo določala razvojne karakteristike inicialnega vzpona nove generacije. Preučevanje tega procesa ponuja uvid v enega temeljnih mehanizmov življenja pragozda, odmiranja in regeneracije.

1.1 OPREDELITEV PROBLEMA TER CILJI NALOGE

Na trajnih vzorčnih ploskvah v pragozdovih Krokar in Šumik smo leta 2012 izvedli ponovitev polne premerbe drevja na ploskvi. V pragozdu Krokar je bila to druga zaporedna premerba po 27 letih. Ničelno stanje je bilo na dveh vzpostavljenih ploskvah posneto leta 1985, v okviru širšega projekta vzpostavitve mreže gozdnih rezervatov, ki bi služila kot

osnova za preučevanje razvojnih procesov v gozdovih, ki so bili prepuščeni naravnemu razvoju (Mlinšek, 1985).

V pragozdu Šumik je bila prva premerba izvedena leta 1978 v okviru diplomske naloge (Cenčič, 1980), drugo snemanje pa je bilo izvedeno leta 1998 v okviru strokovne naloge (Vrecl in Kosjek, 1999). Dobljene podatke zadnjega snemanja smo analizirali in primerjali s prejšnjimi popisi.

Namen naloge je prikazati in primerjati rastno dinamiko v dinarskem, pretežno bukovem (Krokar) ter predalpskem jelovo – bukovem gozdu (Šumik). Razvoj rastne dinamike v preteklosti smo prikazali preko parametrov gostote, debelinske strukture, smrtnosti, vrasti ter temeljnice. Na podlagi dobljenih rezultatov smo sklepali na predviden razvoj preučevanih gozdov v prihodnosti.

Za potrebe raziskave smo tako postavili sledeče delovne hipoteze:

- delež iglavcev se na obeh objektih zmanjšuje,
- stopnje smrtnosti po debelinskih razredih nakazujejo U oblikovano razporeditev,
- proces preraščanja med debelinskimi razredi je močnejši v nižjih debelinskih razredih,
- razvojna dinamika med primerjanimi objekti se razlikuje zaradi različne vrstne sestave ter različnih ekoloških razmer.

2 PREGLED OBJAV

2.1 PREGLED TUJIH OBJAV

V osnovi ločimo dve izhodišči pri pojasnjevanju vpliva mortalitete na razvojno dinamiko v pragozdovih. Po prvem je gonilo dinamike odmrtnje posameznih osebkov oziroma manjših skupin osebkov in vrzeli, ki nastanejo v strehi krošnje po odmrtnju. Rezultat je izjemno heterogena prostorska in starostna struktura pragozdnega sestaja. Drugo izhodišče predpostavlja, da so pragozdni sestoji sestavljeni iz bolj kot ne enotnih velikopovršinskih zaplat, ki predstavljajo različne faze pragozdnega razvoja in odražajo strukturo velikopovršinskih motenj (t.i. ciklično - mozaični koncept). Proces smrti in vrasti sta usklajena znotraj površine teh zaplat, ki so zmeraj večje, kakor posamezne vrzeli povzročene s strani odmrtnja posameznih osebkov. Zanimivo je, da so z raziskavo, ki so jo izvedli Szwagrzyk in sodelavci (2001), pri čemer so preverjali ustreznost omenjenih modelov pri pojasnjevanju vpliva mortalitete na razvojno dinamiko, na neki način potrdili oba razvojna modela. Sinhroniziranega vzorca odmrtnja in vrasti ni bilo mogoče potrditi niti na razmeroma majhnih površinah, kar govori v prid malopovršinskega modela v vrzelih. Kakorkoli pa prisotnost in napredujoča težnja vraščajoče nove generacije podmladka, ki je prisotna po celotni površini ploskve, dopušča možnost, da sestoj na dolgi rok razvije bolj homogeno oziroma velikopovršinsko, mozaično strukturo.

Pragozdovi v svojih optimalnih stadijih izkazujejo izrazito kompleksno strukturo prostorske razporeditve. V primerjavi z mlajšimi razvojnimi stadiji, ki so strukturalno precej bolj homogeni, ima stari gozd izrazito heterogen značaj z malopovršinsko mozaično strukturo, ki se razvije in vzdržuje kot posledica kroničnih motenj. V mladem gozdu pa je glavno gonilo odmiranja drevja tekmovalnost med osebki, ki vzdržuje proces samoizločanja. Odmiranju so podvržena predvsem majhna zastrta drevesa, ki so zaostala v razvoju. V tej primarni sukcesiji je prostorska in časovna razporeditev dreves razmeroma enotna. S staranjem sestaja se proces samoizločanja umiri. Posamezni osebki so na tem mestu že uveljavljeni na svojih položajih, zato je vpliv tekmovalnosti manjši. Glavni dejavnik odmiranja, ki nadomesti vpliv konkurence na tem mestu, postanejo biotski dejavniki, kot so napadi insektov in gliv, bolezni ter klimatske motnje, kot so veter, sneg,

žled. Ti dejavniki povzročajo odmiranje dominantnega drevja, pri čemer je pogost pojav širjenje odmiranja v šopih in skupinah zaradi same nalezljivosti motnje. To malopovršinsko odmiranje posameznih dominantnih osebkov oziroma šopov ustvari v strehi sestoja vrzeli, kar bistveno vpliva na svetlobne razmere v nižjih slojih sestoja. Nastale svetlobne razmere omogočijo uveljavitev sencozdržnih vrst, v kolikor so le-te prisotne (Franklin in sod., 2004).

V malopovršinskih vrzelih je zaprtje nastale vrzeli posledica lateralne rasti krošenj sosednjih dreves, ki zapolnijo nastalo praznino. Pri srednje in velikopovršinskih vrzelih pa je glavni faktor dinamike zapolnitve vrzeli pospešena višinska rast pomladka in podstojnega drevja, torej procesa vraščanja (Kucbel in sod., 2010). Posamezne manjše vrzeli se lahko zapirajo in s tem zmanjšujejo, obratno pa se lahko tudi povečujejo z odmiranjem robnih dreves (Runkle, 1984). Večanje oziroma zmanjševanje nastale vrzeli je odvisno predvsem od vrstne zgradbe ter strukture sestoja v okolici vrzeli, zdravja in vitalnosti okoliških dreves kakor tudi reliefnih dejavnikov. Posamezne vrzeli se lahko ob dodatnih motnjah združujejo tudi v večje površine (Splechtna in sod., 2005).

Laarmann in sodelavci (2009) so na podlagi postavljenega modela, s katerim so ugotavljali vzroke za smrtnost, ugotovili, da relativni premer igra pomembno vlogo pri tem procesu. Raziskava je pokazala, da se z relativnim povečanjem premera poveča verjetnost, da je drevo odmrlo kot posledica vetra, poškodb, povzročene s strani divjadi, napada insektov in gliv. Pri tem se zmanjšuje verjetnost, da je drevo odmrlo zaradi vpliva tekmovalnosti med drevesi.

Raziskovalci se načeloma strinjajo, da starost ni dober napovedovalec smrtnosti. Za boljši kazalec se je izkazala dimenzija drevesa, pri čemer se s povečevanjem dimenzije in s tem transportne poti povečuje kompleksnost vaskularnega sistema. S tem se poveča tveganje za poškodbe, povzročene s strani vetra ter posledično povečanje možnosti za vdor patogenov skozi nastale rane. Tako oslABLJENO drevo nato tudi veliko težje kljubuje rušilni moči vetra (Holzwarth in sod., 2013).

V raziskavah je bil potrjen tudi vpliv topografske lege na gostoto, temeljnico, smrtnost, vrast ter povečevanje prsnega premera. Za praktično vse vrste ter vse opazovane parametre so ugotovili, da najvišje vrednosti dosegajo na konveksnih reliefih. Sledi raven ter nazadnje konkaven relief (Riyou in sod., 2006). Tudi razmere v tleh, močno vplivajo na morfologijo korenin in s tem na stabilnost drevja ter posledično povečujejo odpornost drevesa pred vetrolomi, predvsem izruvanjem drevesa (Kucbel in sod., 2010). Spremembe kemijskih lastnosti tal lahko vplivajo na procese preraščanja, v kolikor spremenjena kemijska kompozicija bolj ustreza določeni vrsti. Ta vrsta se v tem primeru odzove z višjimi stopnjami rasti (Woods, 2000).

Olano in sodelavci (2009) kot ključni faktor, ki vpliva na mortaliteto in prostorsko razporeditev odmrlega drevja, navajajo gostoto in vrstno sestavo v neposredni okolici odmrlih osebkov. Oba dejavnika vplivata na smrtnost z zaostrovanjem medvrstne in znotraj vrstne konkurence, pri čemer so stopnje smrtnosti mnogo višje pri konkurenčno šibkejših vrstah. Pri tem so velika odstopanja v stopnjah smrtnosti med posameznimi vrstami povezana predvsem z neposredno razporeditvijo vrst med seboj. Osebki, obdani s konkurenčno močnejšo vrsto, so izpostavljeni mnogo ostrejšim pogojem, kar ima za posledico višje stopnje odmiranja za to vrsto.

U oblikovano krivuljo, ki se najpogosteje povezuje z razporeditvijo stopenj smrtnosti v odvisnosti od dimenzij prsnih premerov, lahko pojasnimo kot posledico šestih različnih načinov odmrta dreves. Način odmrta je tesno povezan z razvojno fazo drevesa. Manjša drevesa odmrejo stoje, kot posledica konkurence okoliškega drevja ali pa so polomljena s strani večjega podrtega drevja. Drevje srednjih dimenzij ima zaradi svoje vitalnosti najvišje možnosti preživetja, zato je v srednjih debelinskih stopnjah krivulja v najnižji točki. Drevje velikih dimenzij pa ponovno kaže povišane stopnje smrtnosti, ki so predvsem posledica izruvanja ali preloma drevesa s strani vetra (Holzwald, 2013).

Na obliko razporeditve prsnih premerov vplivajo različni dejavniki, ki so odvisni od tipa motnje, naravnih vzorcev odmiranja, vrstno pogojenega vraščanja, stopnje vrasti in odmiranja ter velikosti rezervata in raziskovalne ploskve. Biološki razlogi za funkcijsko razporeditvijo so povezani s stopnjo odmiranja pri povečanju prsnega premera, pri čemer

se najpogosteje pojavljajo: negativna eksponentna funkcija (NE), negativna potenčna funkcija (NP), naraščajoča Q funkcija (IQ) ter funkcija rotiranega sigmoida (RS). IQ in RS lahko nakazujeta preteklo motnje oziroma gospodarjenje, unimodalna razporeditev pa nakazuje večje motnje oziroma sukcesijo. V raziskavi je bilo ugotovljeno, da se je razporeditev prsnih premerov najpogosteje prilegala funkciji rotiranega sigmoida. Razlog leži v intenzivni rasti drevja s premeri v sredini intervala prsnih premerov ter v nizkih stopnjah odmiranja teh dreves v primerjavi z mlajšim, kakor tudi s starejšim drevjem. V prid temu govorijo raziskave funkcijskih razporeditev mortalitete, ki nakazujejo funkcijo v obliki črke U. Večje motnje nakazuje UNI funkcija, ki s časom prehaja v RS. IQ oblika nakazuje odsotnost debelega drevja, kar je značilnost gospodarjenih gozdov, ter gozdov, ki so bili prizadeti z vetrolomom. Odmiranje jelke zaradi bolezní povzroči zmanjšanje razporeditve v srednjih razredih, medtem ko vetrolom povzroči nižje porazdelitve pri drevesih z večjimi premeri, saj so ti osebki načeloma bolj izpostavljeni vetrolomu. Na drugem mestu po pojavljanju sta bili v raziskavi NE ter IQ oblika razporeditve za jelko in bukev, pri čemer je pri jelki prevladovala NE, pri bukvi pa IQ oblika. Z biološkega vidika je to smiselno, saj konstantna padajoča oblika dobro odseva značilnosti jelke, ki je značilno sencozdržna ter dosega večje dimenzije ter pogosto tudi visoke starosti. IQ razporeditev, pri kateri se stopnja odmiranja povečuje s prsnim premerom, pa dobro odraža karakteristike bukve (Diaci in sod., 2011a).

Razvojna dinamika sestoja je močno odvisna tudi od razvojne dinamike posameznih vrst, ki tvorijo sestoj. Hurst in sodelavci (2012) so opazovali odzivnost mladega drevja v različnih svetlobnih razmerah. Pomladek sencozdržnih vrst ima v neugodnih svetlobnih razmerah nizko stopnjo smrtnosti ter zmeren odziv ob nastanku svetlobnih jaškov v strehi sestoja, medtem ko imajo svetloljubne vrste v manj ugodnih svetlobnih razmerah višjo stopnjo odmiranja, so pa ob izboljšanju svetlobnih pogojev sposobne hitrega odziva.

2.2 DOSEDANJE RAZISKAVE NA OBJEKTIH

2.2.1 Šumik

Cenčič (1980) v svoji diplomski nalogi navaja različne strukturne oblike znotraj posameznih razvojnih faz. V mlajši optimalni fazi je bil tako delež bukve izredno visok (70 %), delež jelke pa precej nizek (23 %). Obratno podobo je kazalo stanje v starejši optimalni fazi, kjer je bil delež jelke relativno visok (48 %), delež bukve pa nizek (43 %). Vzrok za takšno stanje pripisuje naravi pomlajevanja in poteku življenjskega ciklusa. Terminalna faza je imela za polovico znižano lesno zalogo, v primerjavi z optimalno fazo, ter zelo visok delež jelke v lesni zalogi, kar 80 %. Cenčič podaja tudi zanimivo ugotovitev glede smreke na ploskvi, katere število je na skalovitih površinah kar 4-krat večje kot na ostalem pobočju.

Vrecl in Kosjek (1999) sta 19 let kasneje pri ponovnem snemanju ploskve opazila dodatno povečanje bukve v lesni zalogi predvsem na račun jelke, kar kaže na konkurenčno premoč bukve in posledično pešanje jelke. Trditev je podkrepljena z analizo socialnega položaja, po kateri bukev dominira v vladajoči in sovladajoči socialni plasti. Vrecl in Kosjek (1998) izpostavljata tudi problematiko pomlajevanja na ploskvi, ki je izredno počasno ter pod močnim vplivom objedanja s strani divjadi. O tem priča dejstvo, da po 19 letih od zadnjega popisa na ploskev ni vraslo niti eno novo drevo, kakor tudi nizke gostote klic in mladja na ploskvi.

2.2.2 Krokar

V Krokarju prevladujejo vrzeli, nastale kot posledica odmrtnosti posameznih dreves. Te se pojavljajo precej pogosteje kot pa velike vrzeli, kar nakazuje na pomembnost posameznih motenj v razvojni dinamiki pragozdov. Velikosti vrzeli so sicer variirale od 6 do 833 m². Glavni povzročitelji odmiranja drevja so bili odmrtnosti drevja kot posledica vdora saprofitskih gliv ter veter. Močan veter je bil glavni razlog za nastanek večjih vrzeli (Zeibig in sod., 2005).

Več raziskav se je usmerilo v pojav izrazitega propadanja jelke (Diaci, 2011; Diaci in Roženberger, 2011), kot posledice povečanih koncentracij SO₂ od petdesetih let prejšnjega stoletja pa do osemdesetih, ko je vpliv onesnaženja na pojav propadanja jelke dosegel svoj višek. Jakost propadanja v tem času je bila tesno povezana s količinami emisij v zraku. Po tem obdobju se je proces propadanja z izboljševanjem kakovosti zraka umiril. V isti raziskavi je izpostavljena tudi problematika pomlajevanja jelke v dinarskih pragozdovih, saj je le-to zaradi močnega pritiska objedanja divjadi praktično prekinjeno.

Bončina (2011) je v svoji diplomski nalogi raziskovala vpliv svetlobnih razmer na pomlajevanje v gozdnem rezervatu Krokark. Ugotovila je relativno nizko gostoto pomladka v primerjavi z drugimi rezervati, vendar pa ta gostota še omogoča normalno pomlajevanje. Bukve in gorski javor se načeloma pomlajujeta na podobnih površinah, vendar pa z naraščajočo višino pomladka delež javorja močno upada. Nad 50 cm višine je delež bukke v pomladku 95 %. Jelke v pomladku niso našli. Tudi Grče (2010) je v svoji diplomski nalogi ugotovil postopno manjšanje gostote gorskega javorja, pri čemer kot glavne vzroke navaja objedanje s strani divjadi, nižjo toleranco na slabše svetlobne razmere ter tekmovanju z bukvijo in zelišči. Z vidika objedanja so pod največjim pritiskom drevesa med 20 in 50 cm višine. Svetlobne razmere v pritalni plasti so ugodne za razvoj bukke.

Diaci in sodelavci (2012) so opazovali vpliv prisotnosti čemaža (*Allium ursinum*) na pomlajevanje v Krokarkju. Gosta plast čemaža je negativno vplivala na razvoj klic bukke in javorja, kakor tudi na mladike, ki so že prerastle višino čemaža. To kaže na aleopatski efekt čemaža, ki z izločanjem fitotoksinov v zemeljsko plast zavira klitje in razvoj konkurenčne vegetacije. Predvidevajo tudi mehanske in fiziološke vplive tekmovalnosti čemaža, vendar ti še niso bili potrjeni. Prisotnost zelišč vpliva tudi na prostorsko razporeditev v vrzelih. Središče vrzeli tako zavzamejo svetloljubna zelišča, ki so rastno močnejša kot bukke, bukke pa zavzema predvsem robne položaje v vrzeli. Zanimiva je življenjska strategija javorja, ki kaže v mladosti sencozadržen značaj, kar mu omogoča uveljavitev v zeliščni plasti. Ko preraste mejno višino zelišč, pa postane izrazito svetloljuben, kar mu v ugodnih svetlobnih razmerah omogoči hitro višinsko rast. V tej fazi se tudi povečajo zahteve po hranilih. Ob prisotnosti bukke v manj ugodnih svetlobnih razmerah pa ima bukke z naraščajočo višino rastno premoč.

3 MATERIAL IN METODE

3.1 OBJEKTI RAZISKAVE

3.1.1 Krokcar

3.1.1.1 Lega in relief

Pragozd Krokcar, (imenovan tudi Ravenski gozd) je lociran na ovršnem delu gorskega masiva Borovška gora – Planina nad Kolpo. Razprostira se čez njegova severozahodna, severovzhodna in vzhodna pobočja ter planotasti del z izrazitimi jugozahodnimi pobočji med vrhoma Cerka (1188 m) in Krokcarja (1121 m), na nadmorski višini med 840 m do 1170 m. Pragozd spada pod KO Borovec in ima parcelno številko 1080/1. Leži v 81. oddelku gozdnega revirja Ravne (Hočevar, 1985), GGE Ravne. Zavzema površino 74,49 ha in velja za največji pragozdni rezervat v Sloveniji.

Relief pobočij na območju pragozda je močno skalovit in vrtačast. Na jugovzhodnem in južnem delu rezervata, v neposredni bližini prve raziskovalne ploskve, se nahajajo prepadne skalne pečine in ostenja, ki predstavljajo mejo rezervata. Skalnate strmine in ostenja so prisotna tudi v vzhodnem delu rezervata.

3.1.1.2 Podnebje

Podnebje Kočevske je zmerno vlažno z relativno veliko padavinami. Po dolini reke Kolpe prihaja vpliv celinskega podnebja. Letna povprečna količina padavin na območju (podatki iz meteorološke postaje Iskrba, v neposredni bližini rezervata) znaša med 1000 mm in 1800 mm (ARSO, 2013). Povprečna letna temperatura znaša 5 °C (Grce, 2010), z najhladnejšim mesecem v januarju in najtoplejšim v juliju. Zaradi višje nadmorske višine so podnebne razmere lahko zaostrene, temperaturni ekstremi lahko nihajo med -30 °C in +35 °C (Gozdnogospodarski načrt ..., 2007). Spremembe vremena so podvržene pogostim JZ vetrovom, ki vplivajo tudi na temperaturo. Jeseni in pozimi se na območju pogosto zadržujeta megla in nizka oblačnost, ki močno vplivata na zmanjšanje količine sončnega

sevanja in posledično znižanje temperature. Število dni s snežno odejo znaša med 40 – 100 dni, ki doseže tudi do 100 cm. Vegetacijska perioda znaša med 40 – 100 dni (Pisek, 2010).

3.1.1.3 Geološka podlaga in tla

V geološkem smislu pripada celotno območje Dinaridom. Matično podlago predstavljajo apnenci in dolomiti z vsemi značilnimi kraškimi elementi; kraške vrtače, doline, brezna, žlebovi, vodne in kapniške jame, kraška polja in požiralniki. V samem pragozdu je v severnem delu zastopan debelo-kristalast siv dolomit, južneje pa apnenec drobnozrnate strukture (Hočevar in sod., 1985).

Na apnencu se pojavljajo rjava pokarbonatna tla. V žepih in na dnu vrtač so ta tla globoka in dobro preskrbljena s hranili in vodo. Na dolomitu je površje gladko in bolj zaobljeno, brez površinske kamnitosti in z enakomerno globino tal. Na grebenih in strmih pobočjih so se razvila plitva tla rendzine, ki so sušna in manj ugodna za rast drevja. Na manjših nagibih in v vznožju pobočij se razvijejo globoka rjava pokarbonatna tla, ki so za rast gozda ugodna (Gozdnogospodarski načrt ..., 2007).

3.1.1.4 Vegetacija

Vegetacijsko se pragozd Krokari členi v preddinarski in dinarski del. Predinarskemu vegetacijskemu območju pripada večji del pragozda, z izjemo obrobni delov na vzhodu, zahodu in severu ter manjše območje v osrednjem delu (Hočevar, 1985).

Najpogostejša vrsta, ki prevladuje po vsej površini gozda, je bukev (*Fagus sylvatica*), s primesjo jelke (*Abies alba*). Delež jelke ponekod v dinarskem delu prevladuje. Mestoma se pojavlja tudi gorski javor (*Acer pseudoplatanus*), veliki jesen (*Fraxinus excelsior*) in gorski brest (*Ulmus glabra*) sta redka. Na skalnatih strminah, ki so sicer že izven meja rezervata, vendar pa v njegovi neposredni bližini lahko opazimo tudi posamezna drevesa črnega bora (*Pinus nigra*), ki so zavzeli ekstremna rastišča z južno ekspozicijo. Na južnem robu so prisotne tudi nekatere minoritetne vrste, kot je topokrpi javor (*Acer obtusatum*) in

mokovec (*Sorbus aria*) (Bončina, 2011), ki zaradi svojega toploljubnega in svetloljubnega značaja ne morejo konkurirati v sklenjenem sestoj.

Zaradi prepleta različnih matičnih podlag in fitogeografskih območij je raznolikost pragozdnega rastlinja zelo pestra. Znotraj samega rezervata se pojavlja pet fitocenotskih sintaksonov: jelovja *Omphalodo-Fagetum*, *Stellario montanae-Fagetum* s primešanim javorjem in čista bukova *Arunco-Fagetum*, *Lamio orvalae-Fagetum* in *Allio victorialis-Fagetum* (Accetto, 2002).

3.1.1.5 Raziskovalna ploskev

Stalne vzorčne ploskve v pragozdu Krokar so bile vzpostavljene leta 1985 v okviru projekta vzpostavitve mreže gozdnih rezervatov, katerega idejni vodja je bil prof. dr. Mlinšek (1985). Zakoličeni sta bili 2 stalni vzorčni ploskvi. Ploskve so zakoličili z jeklenimi klini.

Večja ploskev je locirana v južnem delu pragozda v optimalni bukovi fazi. V dolžino meri 275 m in v širino 40 m. Celotna velikost ploskve znaša 1,1 ha in je orientirana v smeri vzhod – zahod.

Druga ploskev se nahaja v osrednjem delu pragozda, orientirana je v smeri severozahod-jugovzhod. Večji del ploskve se nahaja v optimalni fazi, na južnem delu ploskve je pomladitveno jedro bukve. Dimenzije ploskve so 100 m v dolžino in 40 m v širino, s skupno površino 0,4 ha. Obe ploskvi se nahajata na dolomitni podlagi.

Pri popisu ničelnega stanja je bila uporabljena predvidena metoda za popis gozdnih rezervatov, ki jo je utemeljil prof. dr. Mlinšek (Mlinšek in Zupančič, 1985). Vsako drevo je bilo oštevilčeno in označeno z aluminijasto ploščico.

Vsakemu drevesu se je nato določilo:

- drevesno vrsto,
- prsni premer (na višini 1,3 m),

- višino drevesa,
- razvojno fazo (v kateri se drevo prostorsko nahaja),
- slojevitost,
- horizontalno razmeščenost osebkov glede na sestoj in vrsto,
- oceno vitalnosti,
- relativno dolžino krošnje,
- oceno zdravstvenega stanja,
- oceno kakovosti debla (z gospodarskih vidikov).

3.1.2 Šumik

3.1.2.1 Lega in relief

Rezervat je lociran na severnem pobočju vzhodnega Pohorja, natančneje ob kanjonski debri gorskega potoka Lobnica. Pobočja so precej strma ($35^{\circ} - 50^{\circ}$), težko prehodna in mestoma tudi prepadna. Ob Lobnici znaša nadmorska višina 680 m do 1020 m, na pobočju Gomile pa seže do višine 1150 m. Rezervat spada v upravljanje Zavoda za gozdove, OE Maribor, KE Ruše in obsega oddelke 33a, 78a, 78b in 29 b na desnem bregu Lobnice, na levem pa še oddelka 56c in 57 d. Odsek 29b (desni breg) je bil izključen iz gospodarjenja ter priključen rezervatu naknadno. Celotna površina rezervata znaša 75,77 ha (Uredba o varovalnih gozdovih, 2005), pri čemer osrednji del, v katerem lahko govorimo o pragozdnem značaju, meri 19, 24 ha (Gozdnogospodarski načrt ..., 2004). Ta številka je sicer stvar polemike, saj pragozd na njegovem zgornjem delu seka kamionska cesta, ki tako od glavnega kompleksa odreže 2,4 ha pragozda in s tem precej ruši celoto biocenoze (Cenčič, 1985). Na območju pragozda prevladuje pobočen relief s 16 % skalovitostjo (Cenčič, 1985).

3.1.2.2 Podnebje

Za območje, kjer leži rezervat, je značilna zmerno vlažna predalpska klima. Najbližja vremenska postaja je v Mariboru. Srednja temperatura v Mariboru je $9,5^{\circ}\text{C}$, z najtoplejšim mesecem julijem med 18°C in 20°C in najhladnejšim januarjem, med -2°C in 0°C . Na Pohorju so povprečne temperature nižje za približno $3 - 4^{\circ}\text{C}$. Pozimi se ob Dravi pojavi temperaturni obrat, ki znižuje razliko med višjimi in nižjimi legami (Gozdnogospodarski načrt ..., 2004).

V Mariboru pade povprečno 1045 mm, največ padavin pade med junijem in avgustom, 366 mm, najmanj pa pozimi med decembrom in februarjem, 159 mm. Z nadmorsko višino in v smeri proti zahodu narašča tako količina padavin kot tudi število deževnih in nevihtnih dni. (ocena za Ruše 310. m.n.v. – 1200 mm, Žigatov vrh 1346 m.n.v. – nad 1400 mm, Šumik 1469 mm.) Število dni s sneženjem je od 30 (nižina) – 40 (Pohorje). Sneg na Pohorju

obleži kot strnjena snežna odeja 120 – 150 dni. Veter najpogosteje piha iz SZ, redkeje iz JV in J (Gozdnogospodarski načrt ..., 2004).

3.1.2.3 Geološka podlaga in tla

Matična podlaga je oligocenski tonalit oz. granodiorit – silikatna prakamenina, na kateri so se razvila kislja rjava tla (Cenčič, 1985). V jarkih so se razvila koluvialna rjava tla, na grebenskih predelih pa najdemo tudi rankerje (Marinček, 1987).

3.1.2.4 Vegetacija

V rezervatu prevladuje gozdna združba *Luzulo albidae-Fagetum abietosum*, bukov gozd z belkasto bekico, oblika z jelko. Prevladujoči vrsti sta bukev in jelka, mestoma se pojavlja tudi smreka (*Picea abies*). Grmovja praktično ni. Po povirnih jamah in jarkih se nahaja združba *Abieti-Fagetum austroalpinum*, kjer je nekoliko več rastlinskih vrst. Ob Lobnici je ozek pas gozda gorskega javora in jesena, ki tvorijo gozdno združbo *Aceri-Fraxinetum illiricum*. Zaradi skalovitosti je površinska zarast neenakomerna, grmovni sloj pa je bujno razvit. V tej združbi ob Lobnici je tudi precej gorskega bresta.

3.1.2.5 Raziskovalna ploskev

Raziskovalna ploskev je bila vzpostavljena kot trajna vzorčna ploskev leta 1979, v okviru diplomske naloge (Cenčič, 1980), z namenom proučevanja razvoja pragozda in posameznih razvojnih faz. Velikost ploskve je 0,862 ha, v dolžino meri 203 m in v širino 42 m. Razteza se po pobočju med cesto, ki seka pragozd na zgornji strani in Lobnico, ki teče pod previsi na spodnji strani ploskve, na nadmorski višini med 917 m.n.v. – 1056 m.n.v. Pri izbiri in določitvi raziskovalne ploskve je bila pozornost namenjena čim boljši reprezentativnosti reliefnih oblik, ter razvojnih faz, ki so znotraj rezervata zelo pestre in v podobnem razmerju, kot v celotnem pragozdu. Pri izbiri lokacije so upoštevali tudi zadostno razdaljo do severne in južne meje pragozda z namenom odstranitve zunanjih vplivov, ki so precej izraziti (cesta, gospodarski gozd ...) (Cenčič, 1985).

Ploskev je locirana v smeri zahod – vzhod, na strmem pobočju s povprečnim naklonom $35^{\circ} - 40^{\circ}$.

V okviru snemanja stanja, ničelnega stanja, na ploskvi leta 1978 so bili zajeti sledeči parametri:

- vsakemu drevesu se je določilo prsni premer v okviru 5 cm debelinskih stopenj,
- drevesno višino po 5 merskih višinskih razredih,
- vitalnost drevja (rangirana od 1 do 3, pri čemer 1 predstavlja zelo dobro vitalnost, 3 pa slabo vitalnost).

Vsem drevesom so določili položaj na ploskvi, izdelana je bila tudi karta razvojnih faz celotnega pragozda. Vsako drevo so označili z lističem aluminijaste folije.

3.2 METODE DELA

3.2.1 Snemanje podatkov na vzorčnih ploskvah

3.2.1.1 Prsni premer

Vsakemu drevesu na ploskvi smo s tračnim metrom določili prsni premer. Merili smo na višini 1,3 m od tal, iz strani drevesa, ki gleda proti pobočju. V kolikor so bile na mestu merjenja debla napake, ki bi značilno vplivale na meritev (odebelitve, bule, razpoke...), smo meritev izvedli na najbližjem mestu, kjer napak ni bilo.

3.2.1.2 Status, tip odmrta, stopnja razpada

Živa drevesa smo kvalificirali s statusom 1, odmrta drevesa pa s statusom 2. Odmrlim drevesom smo nato določili še tip odmrta ter stopnjo razpada. Tip odmrta smo označili s sledečimi šiframi:

- 1 - drevo je bilo prelomljeno še živo,
- 2 – drevo je bilo prelomljeno potem, ko je že odmrlo,
- 3 – drevo je bilo prelomljeno z neznanim vzrokom,
- 4 – drevo je bilo izruvano s koreninami vred,
- 5 – odmrlo drevo še stoji,
- 6 – drevo je odlomljeno ali izruvano s strani drugega drevesa.

Stopnjo razpada pa:

- 1 – sveže odmrlo drevo (odmrlo v zadnjih nekaj letih),
- 2 – drevo še ima vse veje in skorjo,
- 3 – skorja mestoma odpada, les na posameznih delih debla že mehak,
- 4 – les že močno razpada, skorje več ni ali le malo,
- 5 – skoraj popolnoma razpadlo,
- 6 – drevesa več ni.

3.2.1.3 Socialni položaj

Vsem živim drevesom smo določili socialni položaj, ki je določen na osnovi relativnega položaja krošnje glede na ostala drevesa:

- 1 – vladajoče drevo; drevo s krošnjo tvori streho sestoja, krošnja je z vrha polno osvetljena,
- 2 – sovladajoče drevo; krošnja zapolnjuje rastni prostor med vladajočimi drevesi, je iz vrha osvetljena in zasenčena s strani,
- 3 – vmesno drevo; vrh krošnje sega do spodnjega dela strehe sestoja, krošnja je iz vrha osvetljena, s strani močno zasenčena,
- 4 – zastrto drevo; krošnja je popolnoma zastrta s strani ostalih dreves (Oliver in Larson, 1996).

3.2.1.4 Položaj v vrzeli

Drevesom v 3. in 4. socialnem položaju smo določili njihov položaj v vrzeli ter svetlobne razmere:

- 1 – drevo se nahaja v vrzeli, osvetljeno z vrha,
- 2 – drevo se nahaja na robu vrzeli, svetlobo dobiva s strani,
- 3 – drevo je zastrto s krošnjami drugih dreves.

3.2.1.5 Kartiranje novih dreves

Vsakemu drevesu, ki je preraslo merski prag 5 cm, smo poleg ostalih kriterijev določili še lokacijo na ploskvi, in sicer na podlagi azimuta in razdalje od najbližjega že kartiranega drevesa. Azimut smo izmerili z busolo, razdaljo pa s tračnim metrom.

3.2.2 Analiza podatkov

Za izračun letnih stopenj mortalitete in vrasti smo uporabili uveljavljeno metodo po sledeči formuli:

$$m = (\ln n_0 - \ln S_t) / t, \text{ za mortaliteto, ter} \quad \dots (1)$$

$$r = (\ln n_t - \ln S_t) / t, \text{ za vrast.} \quad \dots (2)$$

Pri tem je opazovani interval označen s t , velikost populacije pri času 0 in času t pa z n_0 in n_t . Število preživelih dreves pri času t je S_t , tako da je število vraščenih dreves enako $n_t - S_t$.

Analizirani podatki so prikazani v štirih združenih debelinskih razredih, z namenom zagotoviti večjo reprezentativnost podatkov:

- 1. debelinski razred: od 5 do pod 20 cm,
- 2. debelinski razred: od 20 do pod 40 cm,
- 3. debelinski razred od 40 do pod 70 cm,
- 4. debelinski razred: nad 70 cm.

Temeljnico smo izračunali po formuli za ploščino kroga s polmerom debla. V grafikonih (slika 10, slika 11, slika 21, slika 22, slika 33, slika 34) so prikazani podatki za stanje temeljnice na začetku in koncu opazovanega obdobja.

4 REZULTATI

4.1 KROKAR

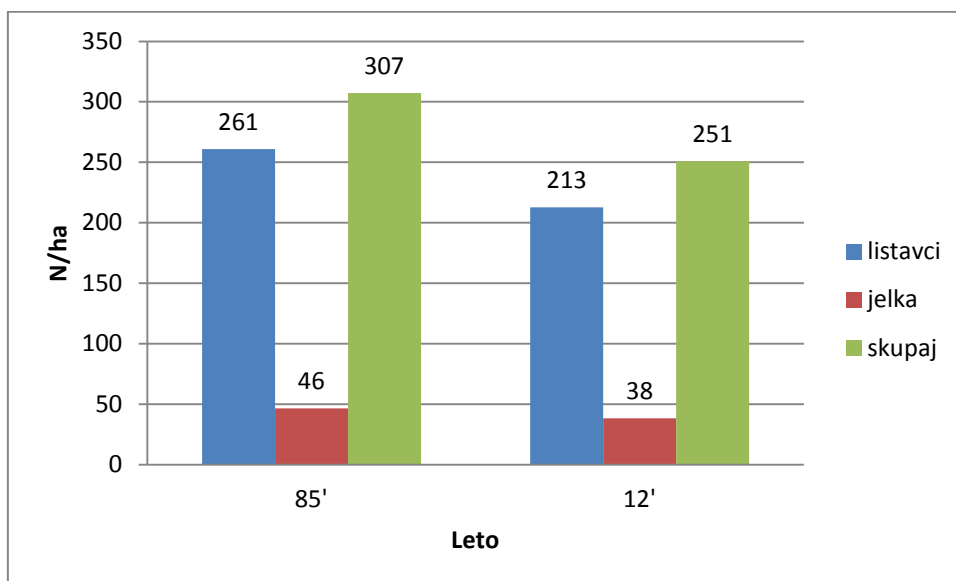
4.1.1 Ploskev 1

4.1.1.1 Vrstna sestava

Na prvi ploskvi so bila prisotna drevesa bukve, gorskega javorja in jelke, in sicer v sledečem razmerju, ki je podano glede na število dreves: bukev 84 %, jelka 15 % in gorski javor manj kot 1 %. Zanimivo je, da se je to razmerje kljub odmiranju dreves tudi ob drugem merjenju praktično popolnoma ohranilo.

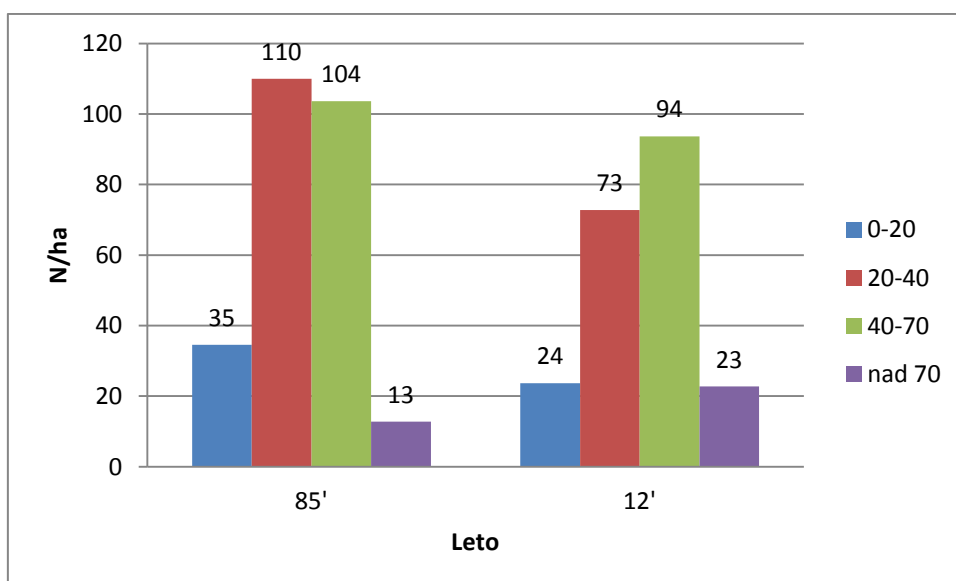
4.1.1.2 Gostota

Leta 1985 je bila gostota števila dreves na prvi ploskvi 307 dreves/ha. Tekom opazovanega 27-letnega obdobja se je to število zmanjšalo za 18 % in tako leta 2012 znašalo 251 dreves/ha (slika 1). Gostota bukve je znašala 259 dreves/ha in je do drugega popisa padla za 19 % na 211 dreves/ha. Gorski javor je bil na ploskvi zastopan z dvema drevesoma, ki sta bili prisotni tudi ob drugem popisu. Jelka je bila na ploskvi ob prvem popisu prisotna z gostoto 46 dreves/ha, do drugega popisa je to število padlo na 38 dreves/ha oziroma za 18 %.



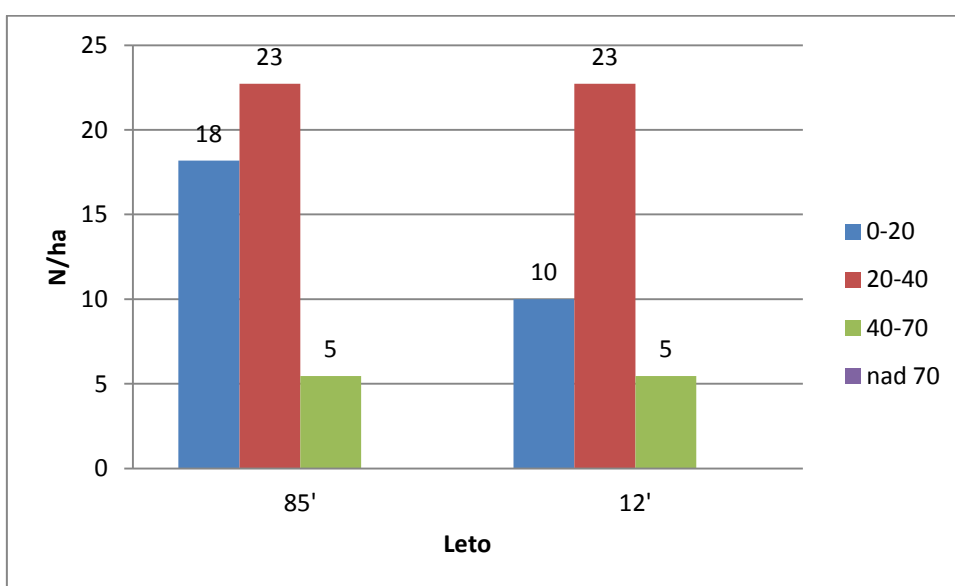
Slika 1: Gostota dreves na ploskvi 1

Glavnina dreves bukve se je leta 1985 nahajala v drugem in tretjem debelinskem razredu, z 42 % deležem v drugem debelinskem razredu in 40 % v tretjem (slika 2). Do druge meritve leta 2012, je delež bukve v drugem debelinskem razredu padel na 34 %, na račun česar so se povečali deleži v tretjem in četrtem debelinskem razredu. V tretjem debelinskem razredu je delež zrastle iz prej omenjenih 40 % na 44 %, v četrtem pa iz začetnih 5 % na 11 %. Delež drevja v prvem debelinskem razredu nakazuje majhen padec iz 13 % na 11 %.



Slika 2: Število listavcev po debelinskih razredih na ploskvi 1

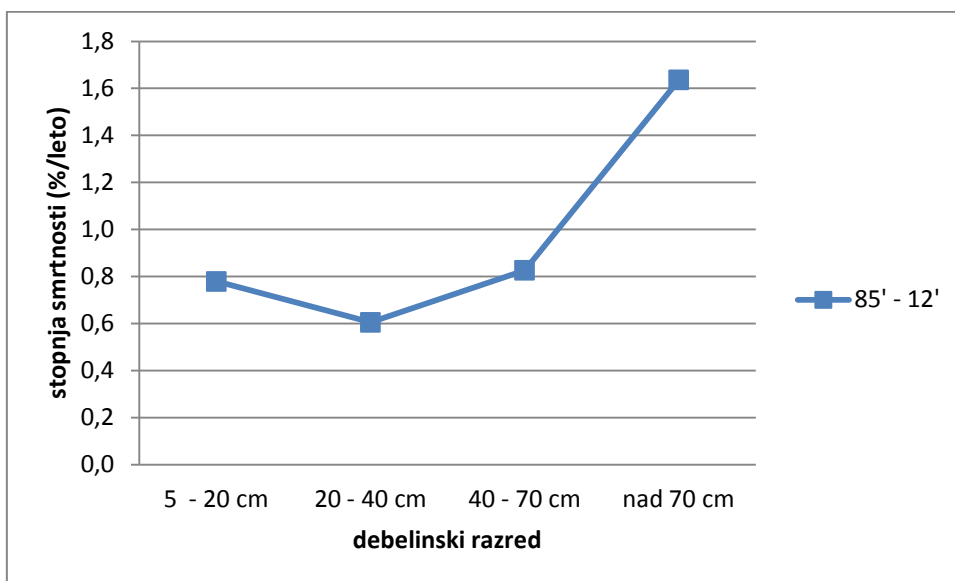
Debelinska struktura jelke ob popisu ničelnega stanja nam prikazuje naslednjo podobo (slika 3). Največ dreves se je leta 1985 nahajalo v prvem in drugem debelinskem razredu, in sicer 39 % v prvem in 49 % v drugem debelinskem razredu. V tretjem debelinskem razredu se je nahajalo preostalih 12 % dreves. Jelk nad 70 cm prsnega premera ne najdemo. Ob popisu leta 2012 je delež dreves v prvem debelinskem razredu padel na 26 %, v drugem je porasel na 60 %, v tretjem pa na 14 %. V četrtem razredu še zmeraj ni bilo zastopanih dreves. Zanimivo je, da je število dreves v drugem in tretjem razredu ostalo enako, izpad osebkov je opazen le v prvem debelinskem razredu.



Slika 3: Število jelk po debelinskih razredih na ploskvi 1

4.1.1.3 Smrtnost

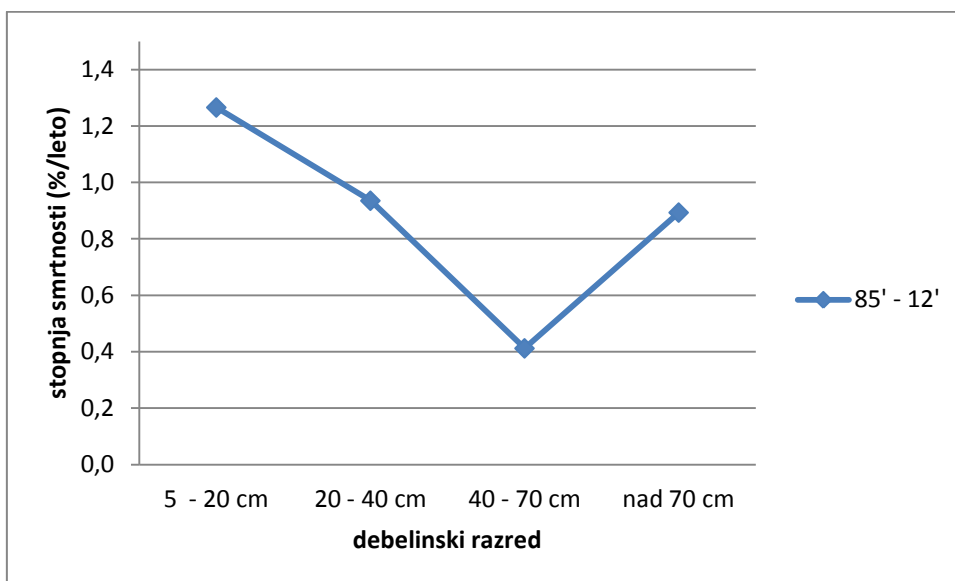
Skupna stopnja mortalitete za celotno populacijo tekom 27-letnega obdobja je znašala 0,8 %/leto. Stopnja smrtnosti je bila najvišja v četrtem debelinskem razredu, kjer je znašala 1,6 %/leto, najnižja pa v drugem debelinskem razredu z 0,6 %/leto. V prvem in tretjem razredu je bila stopnja odmiranja dreves enaka 0,8 %/leto (slika 4).



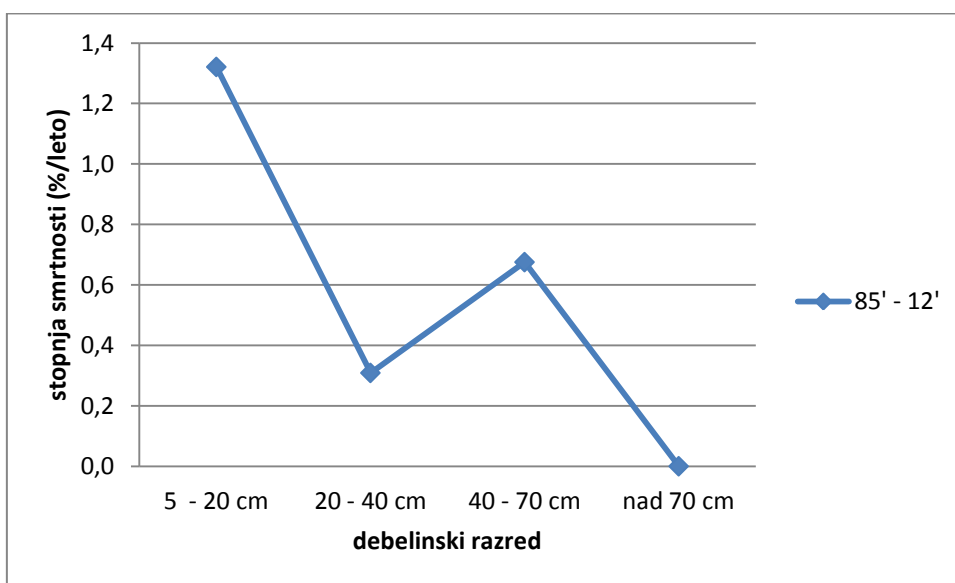
Slika 4: Stopnje smrtnosti celotne populacije na ploskvi 1

Listavci prikazujejo najvišjo stopnjo odmiranja v prvem debelinskem razredu (1,3 %/leto), najnižja pa je bila stopnja odmiranja v tretjem debelinskem razredu (slika 5). Skupna stopnja mortalitete bukve je bila 0,8 %/leto.

Tudi pri jelki je bila letna stopnja odmiranja najvišja v prvem debelinskem razredu (1,3 %/leto), v četrti debelinski stopnji odmiranja ni bilo, kar pa je tudi razumljivo glede na odsotnost dreves nad 70 cm prsnega premera (slika 6). Stopnja smrtnosti za populacijo jelke na ploskvi je znašala 0,7 %/leto.



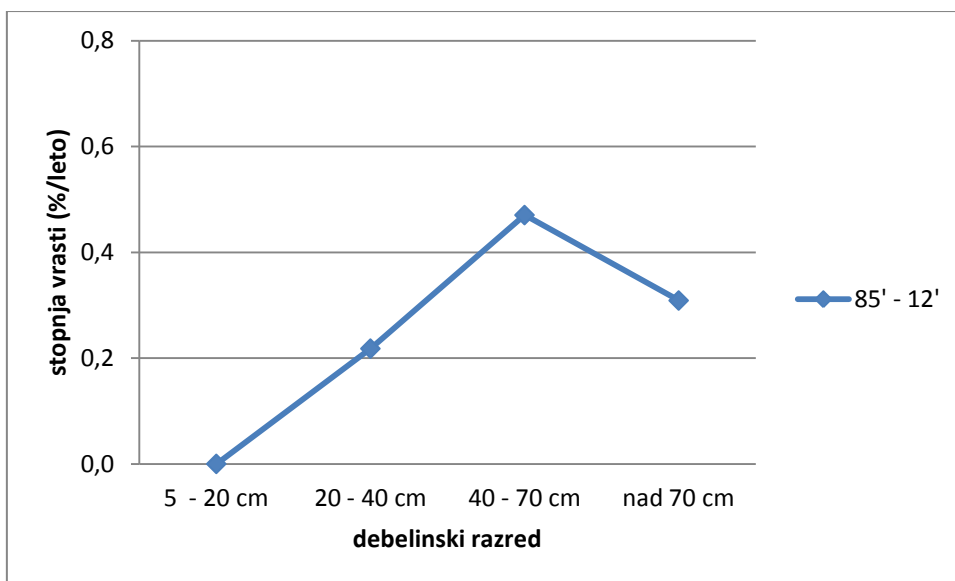
Slika 5: Stopnje smrtnosti listavcev na ploskvi 1



Slika 6: Stopnje smrtnosti jelke na ploskvi 1

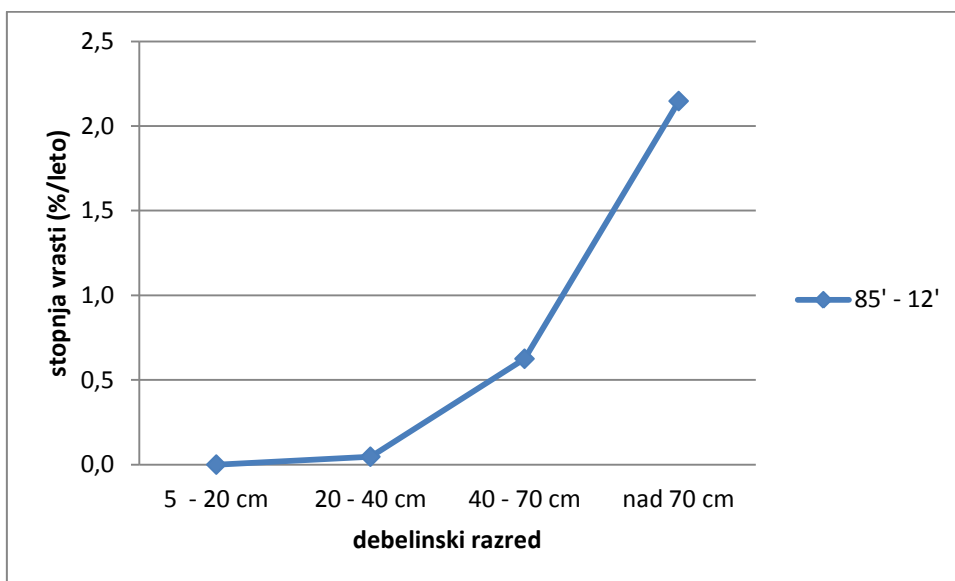
4.1.1.4 Vrast

Skupna letna stopnja preraščanja na ploskvi 1 je znašala 0,3 %/letno. Novih dreves, ki bi prerasla merski prag, nismo našli, stopnja vraščanja pa je bila najvišja v debelinskem razredu dreves s premeri med 40 in 70 cm, z vrednostjo 0,5 %/leto (slika 7).



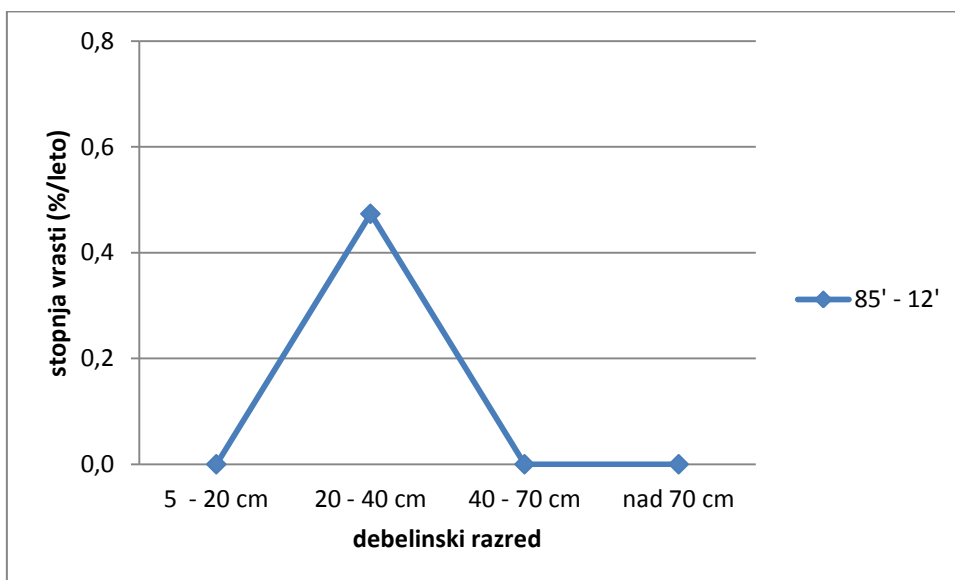
Slika 7: Stopnje vrasti celotne populacije na ploskvi 1

Na grafikonu (slika 8), ki prikazuje stopnje vraščanja listavcev, izstopa predvsem visoka stopnja drevja, ki je vraslo v četrti debelinski razred. Letna stopnja vrasti v tem razredu je bila 2,1 %/letno, kar je precej visoka vrednost glede na skupno stopnjo vrasti populacije listavcev, ki je znašala 0,5 %/leto.



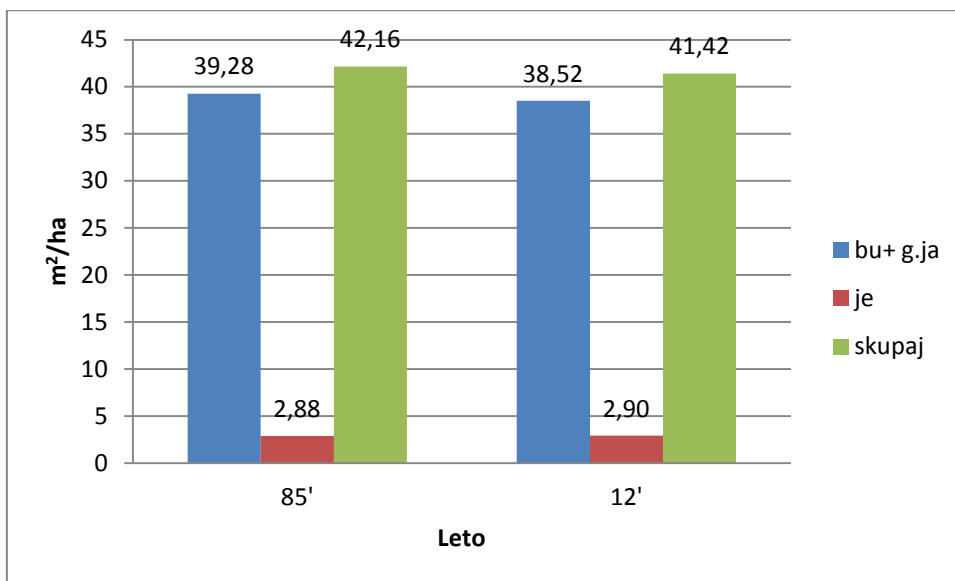
Slika 8: Stopnje vrasti listavcev na ploskvi 1

Pri jelki je bil proces vraščanj zabeležen le v razredu dreves s premeri med 20 in 40 cm, stopnja vrasti tukaj je bila 0,5 %/letno (slika 9). Stopnja vrasti v celotni populaciji jelke je bila 0,3 %/leto.



Slika 9: Stopnje vrasti jelke na ploskvi 1

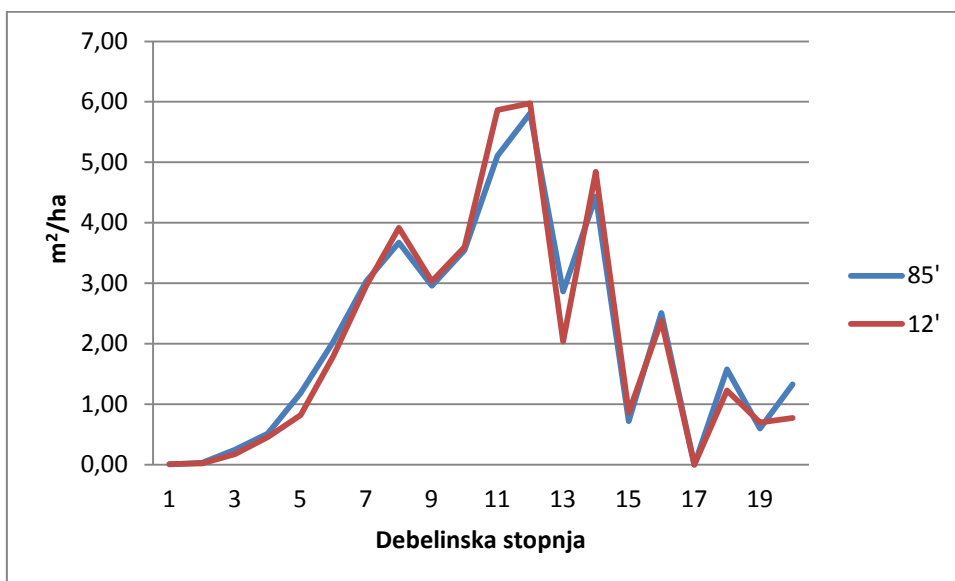
4.1.1.5 Temeljnica



Slika 10: Temeljnica na ploskvi 1

Temeljnica na ploskvi je ob prvem snemanju leta 1985 znašala 42,16 m²/ha, od tega sta zavzela bukev in javor 93 % delež z 39,28 m²/ha, delež jelke v temeljnici pa je znašal 7 % z 2,88 m²/ha. Skupna temeljnica je tekom sledečega 27-letnega obdobja padla, vendar le za pičlih 1,75 % in je leta 2012 znašala 41,42 m²/ha. Temeljnica bukve je iz začetnih 39,28 m²/ha padla za 2 % na 38,52 m²/ha. Temeljnica jelke je ostala praktično nespremenjena. Iz 2,88 m²/ha ob merjenju ničelnega stanja, je v obdobju 27 let narastla na 2,90 m²/ha (slika 10).

Po debelinski strukturi je bil višek temeljnice bukve v obeh obdobjih v 12. debelinski stopnji, višek jelke pa se je v tem obdobju premaknil iz 6. v 7. debelinsko stopnjo. Graf (slika 11) nam kaže zelo stabilno dinamiko razvoja sestoja, saj je razmerje med odmiranjem drevja in priraščanjem temeljnice skoraj popolnoma usklajeno.



Slika 11: Struktura temeljnice po debelinskih stopnjah na ploskvi 1

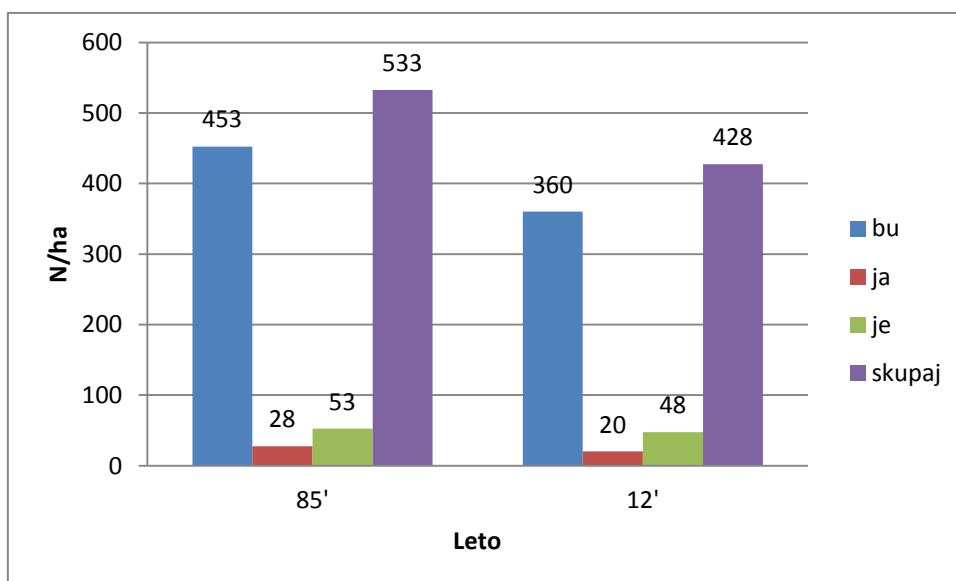
4.1.2 Ploskev 2

4.1.2.1 Vrstna sestava

Pri popisu stanja na prvi ploskvi leta 1985 je bilo stanje glede na vrstno sestavo sledeče: bukev je zastopana na ploskvi s 85 %, gorski javor s 5 %, jelka z 10 %. Po 27 letih se je to razmerje praktično popolnoma ohranilo, razmerje med bukvijo in jelko se je premaknilo le za 1 % in to v prid jelke.

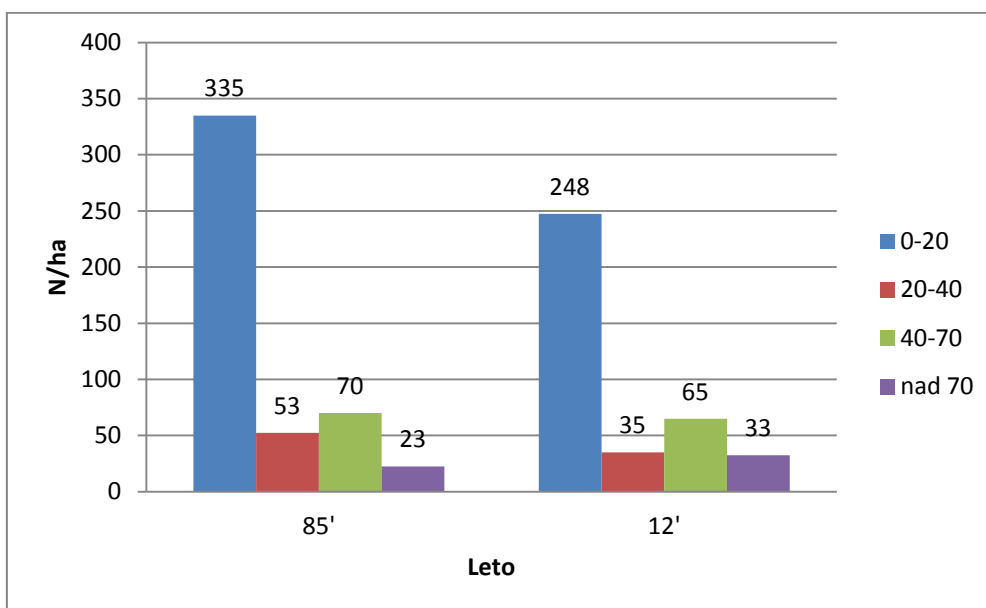
4.1.2.2 Gostota

Skupna gostota na ploskvi je leta 1985 znašala 533 dreves na ha, z močno prevlado listavcev, ki so v tem obdobju predstavljali 90 % celotnega števila dreves na ploskvi. V obdobju med leti 1985 in 2012 se je skupna gostota zmanjšala za 20 % in tako leta 2012 štela 428 dreves/ha. Število bukev se je pri tem znižalo za 20 %, iz 453 dreves ob prvem popisu, na 360 dreves/ha leta 2012. Gorski javor je bil leta 1985 na ploskvi prisoten z 28 drevesi/ha, do leta 2012 se je to število zmanjšalo za 27 % na 20 dreves. Številčnost jelke se je do drugega popisa zmanjšala za 10 %, iz začetnih 53 dreves na 48 dreves/ha (slika 12).



Slika 12: Gostota drevja na ploskvi 2

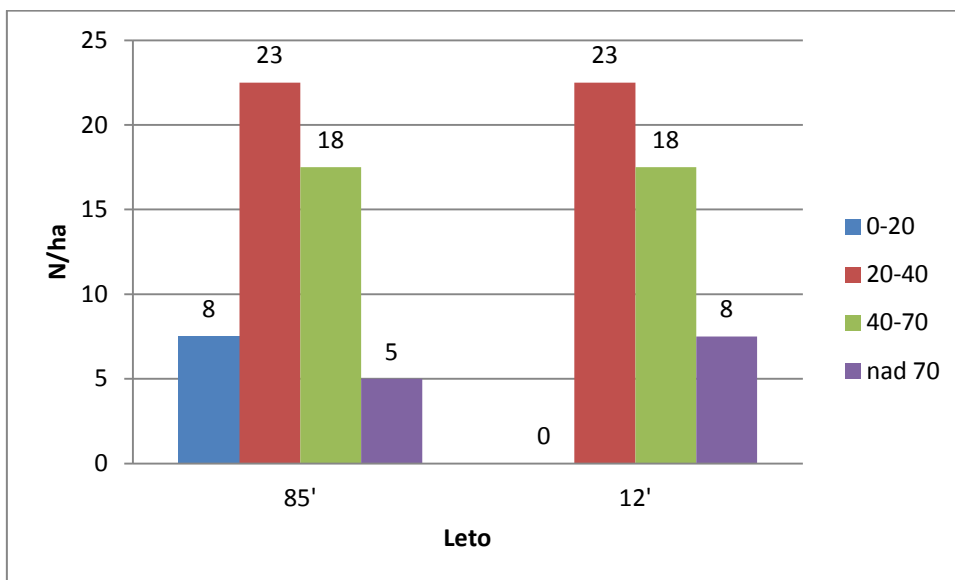
Največ dreves listavcev, 70 % je bilo leta 1985 v prvem debelinskem razredu, število pa se je v obdobju 27 let zmanjšalo za 26 %, tako da je delež dreves v prvem debelinskem razredu leta 2012 znašal 65 % (slika 13). Prav tako so se vsa drevesa javorja, ki so bila na ploskvi, nahajala v prvem debelinskem razredu. Delež dreves v drugem debelinskem razredu je leta 1985 znašal 11 % ter je potem, ko se je število dreves v tem razredu zmanjšalo za 33 %, ob drugem merjenju znašal 9 %. Število dreves v 3. debelinskem razredu je upadlo za 7 %, delež dreves v tem razredu pa je padel iz 17 % na 15 %. V četrtem debelinskem razredu se je število dreves povečalo za 44 %. Delež dreves v četrtem debelinskem razredu je ob prvem merjenju predstavljal 5 %, v drugem pa se je povečal na 9 %. Z vidika deležev glede na število po debelinskih razredih, se je delež dreves v prvem in drugem debelinskem razredu zmanjševal zaradi odmiranja dreves, deloma pa tudi zaradi preraščanja v višje debelinske stopnje. Na račun tega pa je prišlo do postopnega povečanja deležev v tretjem in četrtem debelinskem razredu.



Slika 13: Število listavcev po debelinskih razredih na ploskvi 2

Debelinska struktura jelke po debelinskih stopnjah prikazuje izpad dreves v prvem debelinskem razredu (slika 14). Delež jelke v tem razredu je leta 1985 predstavljal 14 %, leta 2012 dreves v tem debelinskem razredu ni bilo. Zanimivo je, da je število dreves v drugem in tretjem debelinskem razredu ostalo popolnoma enako, v četrtem pa se je

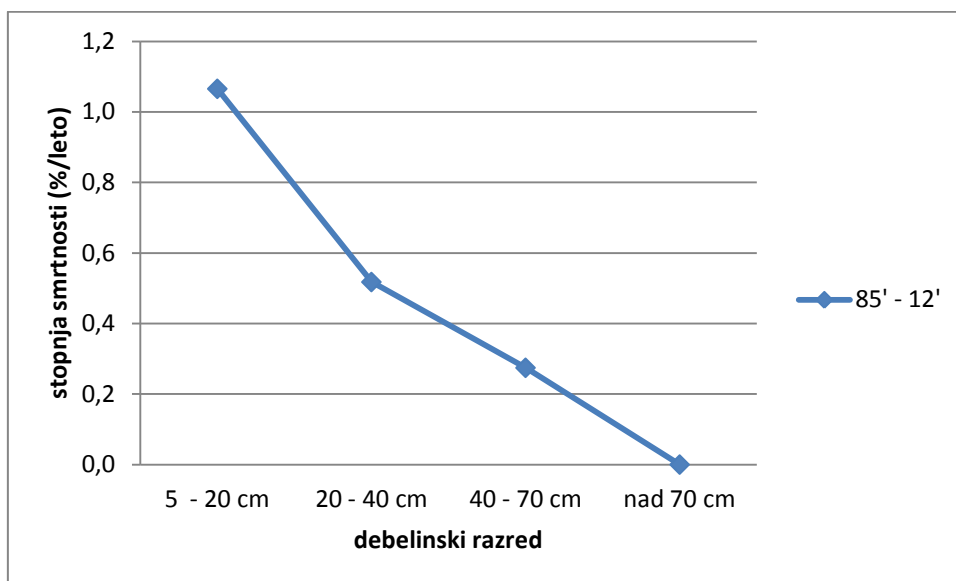
povečalo za 45 %, kar prikazuje zelo stabilno razvojno dinamiko priraščanja v starejših razvojnih fazah, prav tako pa nakazuje na že znano problematiko izpadanja jelke v dinarskih gozdovih.



Slika 14: Število jelk po debelinskih razredih na ploskvi 2

4.1.2.3 Smrtnost

Skupna letna stopnja smrtnosti za celotno populacijo na ploskvi 2 je med leti 1985 in 2012 znašala 0,8 %/leto. Smrtnost je bila najvišja v prvem debelinskem razredu, kjer je znašala 1,1 %/leto, v drugem debelinskem razredu je bila ta vrednost enaka 0,5 %/leto, v tretjem pa 0,3 %/leto. V četrtem debelinskem razredu nismo beležili izpada dreves (slika 15).

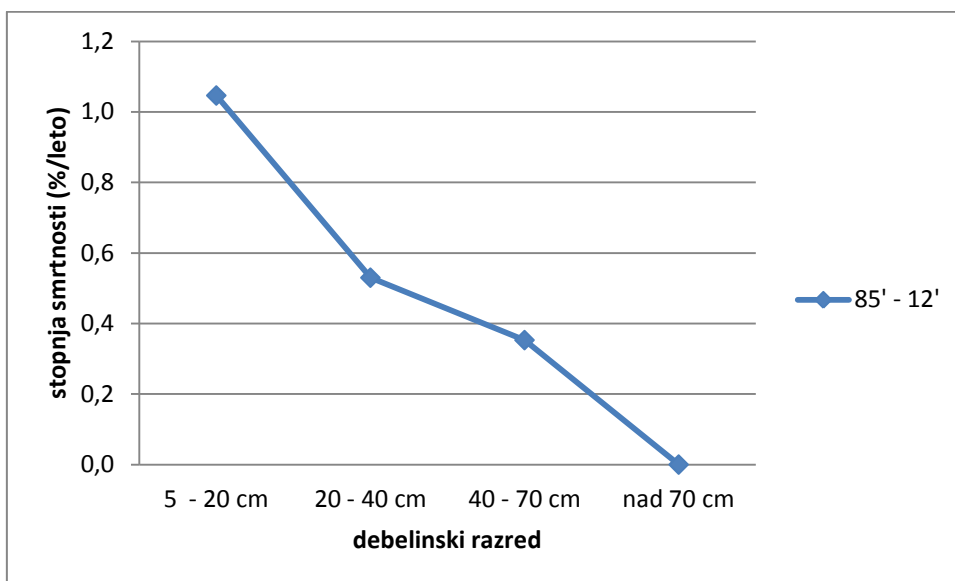


Slika 15: Stopnja smrtnosti za celotno populacijo na ploskvi 2

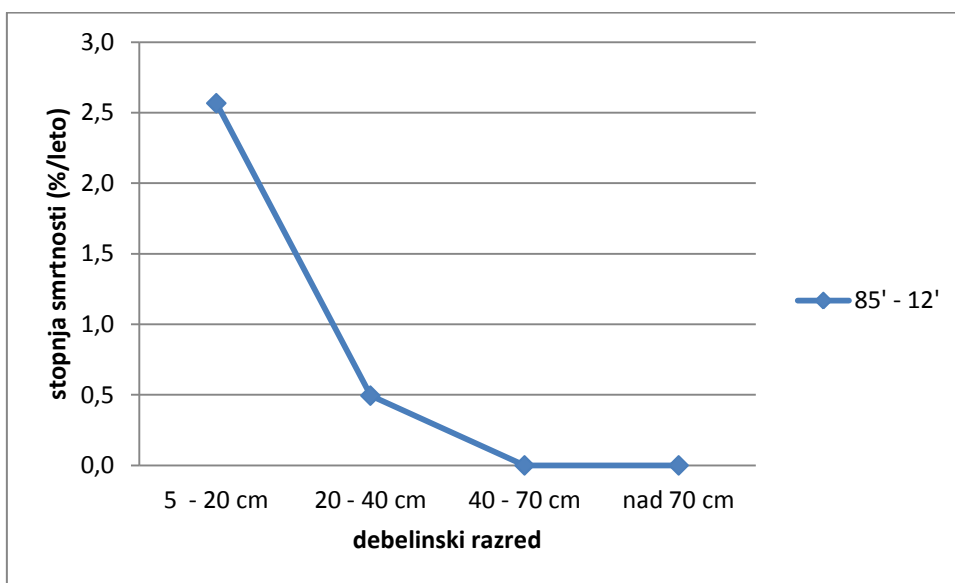
Slika stanja bukve (slika 16) je bila z ozirom na to, da je bukev na tej ploskvi močno prevladovala, zelo podobna zgoraj opisanemu. Maksimum izpadanja je bil v prvem debelinskem razredu s stopnjo 1 %/leto, v razredu dreves nad 70 cm premera ni izpadlo nobeno drevo.

Tudi pri jelki je višek odmiranja drevja v razredu z najtanjšimi drevesi, kjer je stopnja smrtnosti relativno visoka in znaša 2,5 %/leto. V tretjem in četrtem debelinskem razredu ni izpadlo nobeno drevo jelke (slika 17).

Skupna stopnja smrtnosti je bila višja pri bukvi, z vrednostjo 0,9 %/leto, stopnja za jelko je bila 0,5 %/leto.



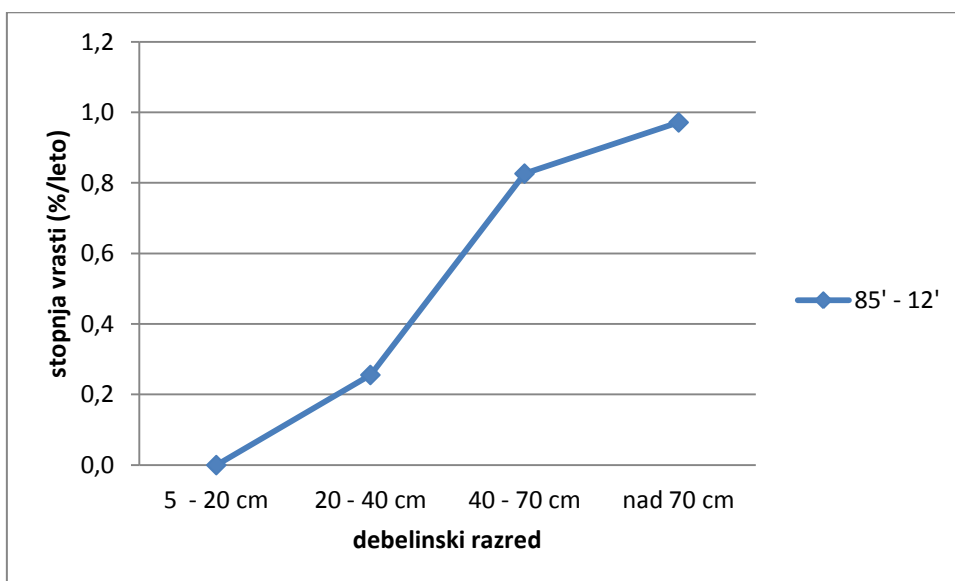
Slika 16: Stopnja smrtnosti za listavce na ploskvi 2



Slika 17: Stopnja smrtnosti za jelko na ploskvi 2

4.1.2.4 Vrast

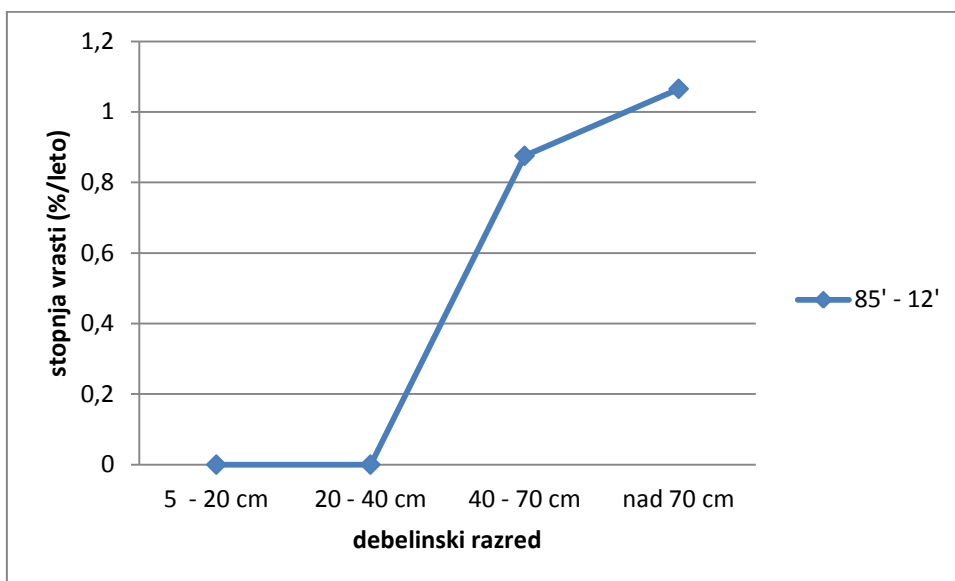
Skupna stopnja vrasti za celotno ploskev 2 je bila z 0,2 %/leto relativno nizka. Proces vraščanja je bil najbolj izrazit v tretjem (0,8 %/leto) in četrtem debelinskem razredu (1 %/leto). Tudi na tej ploskvi nismo zabeležili niti enega drevesa, ki bi preraslo merski prag (slika 18).



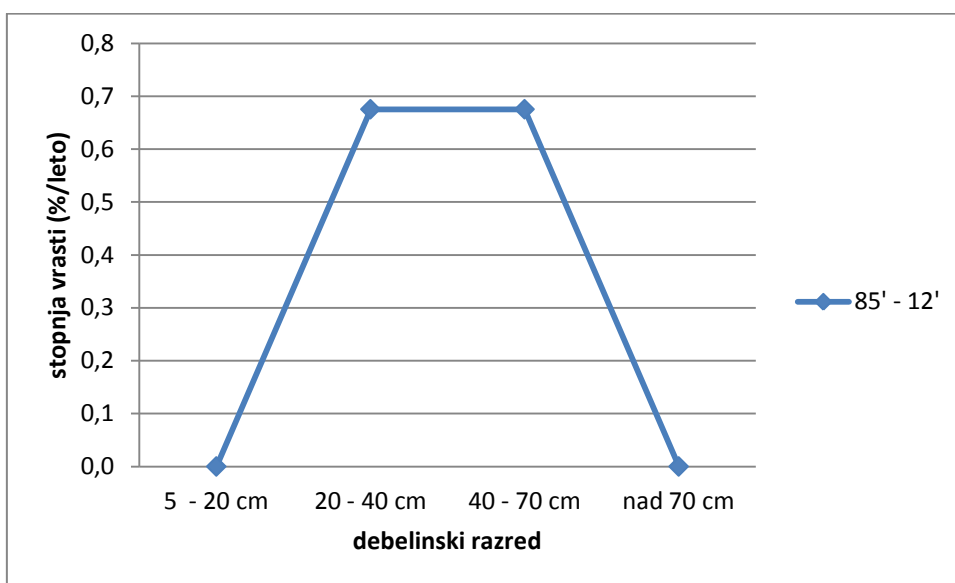
Slika 18: Skupna stopnja vrasti za celotno populacijo na ploskvi 2

Od listavcev ni, kot že rečeno, v prvi debelinski razred vraslo nobeno drevo, prav tako pa nobeno drevo ni preraslo iz prvega v drugi debelinski razred. Kot vidimo na grafu (slika 19), se je proces preraščanja odvijal le v tretjem (0,8 %/leto) in četrtem (1,1 %) debelinskem razredu.

Jelka je imela višek stopnje vrasti v drugem in tretjem razredu, in sicer 0,7 %/leto. 70 cm prsnega premera ni na novo doseglo nobeno drevo (slika 20). Proces preraščanja je bil močnejši pri jelki, kjer je znašal 0,6 %/leto, pri listavcih le 0,2 %.

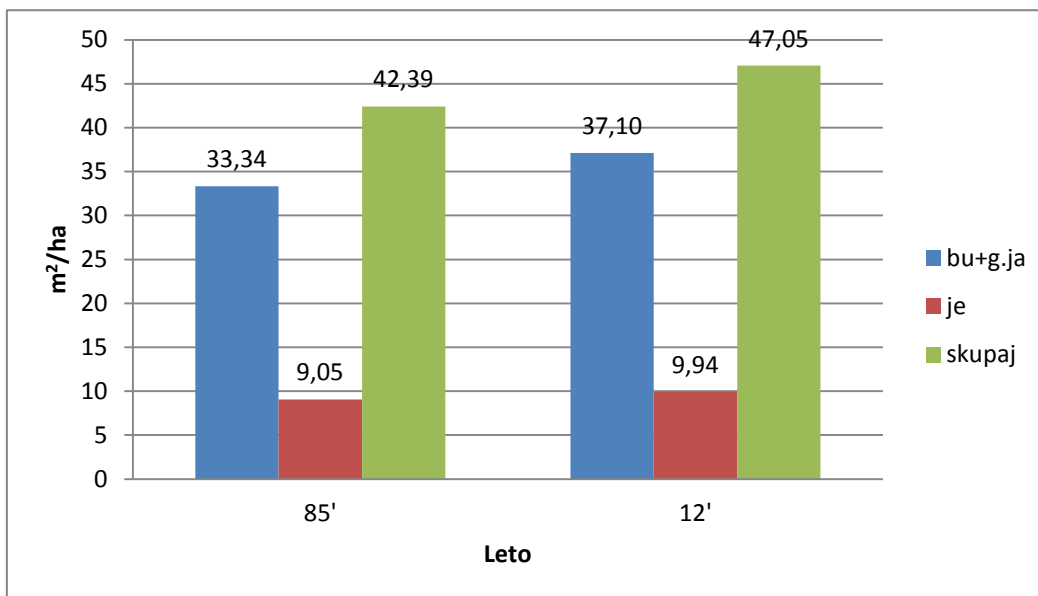


Slika 19: Stopnje vrasti listavcev na ploskvi 2



Slika 20: Stopnje vrasti jelke na ploskvi 2

4.1.2.5 Temeljnica



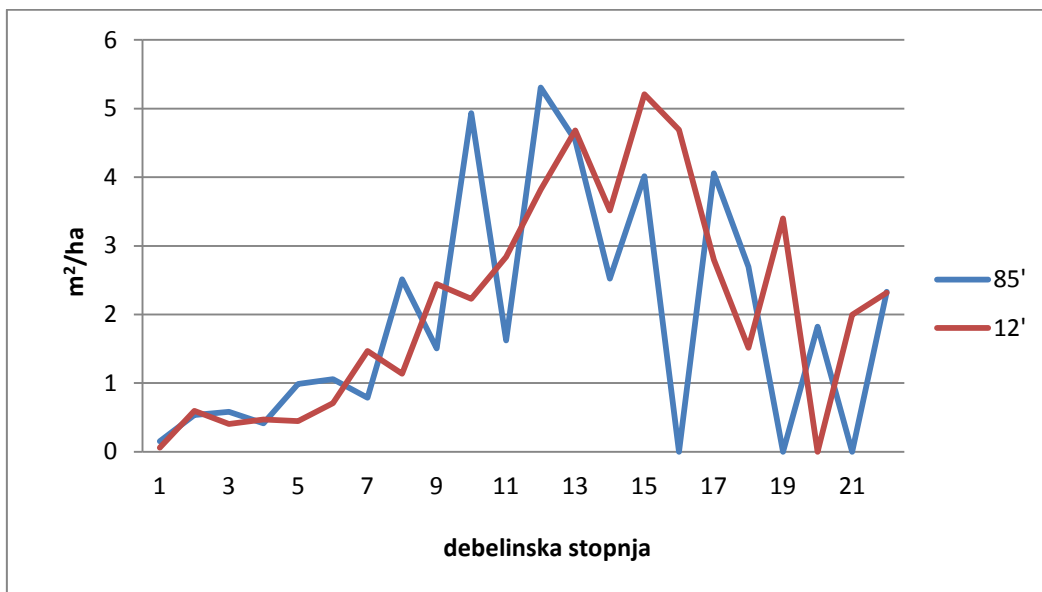
Slika 21: Temeljnica na ploskvi 2

Skupna temeljnica je leta 1985 znašala $42,39 \text{ m}^2/\text{ha}$ in se je v obdobju 27 let povečala za slabih 10 % na $47,05 \text{ m}^2/\text{ha}$ (slika 21). Temeljnica listavcev se je pri tem povečala za 10 %, temeljnica jelke pa 9 %. Pri bukvi je ob prvem popisu znašala $33,08 \text{ m}^2/\text{ha}$, leta 2012 pa $36,80 \text{ m}^2/\text{ha}$. Jelka je imela leta 1985 vrednost temeljnice $9,05 \text{ m}^2/\text{ha}$, leta 2012 pa $9,94 \text{ m}^2/\text{ha}$. Razmerje med listavci in jelko se je med letoma 1985 in 2012 ohranilo in je znašalo 79 % : 21 %. Temeljnica gorskega javorja je na grafikonu (slika 21) predstavljena skupaj s temeljnico bukve in predstavlja le nekoliko več kot pol odstotka celotne temeljnice. Tekom celotnega opazovanega obdobja je temeljnica gorskega javorja porasla iz $0,26 \text{ m}^2/\text{ha}$ na $0,31 \text{ m}^2/\text{ha}$.

Na spodnjem grafikonu (slika 22) lahko opazimo pomik maksimuma, katerega vrednost je ostala praktično nespremenjena iz 12. v 15. debelinsko stopnjo. Listavci so pomaknili maksimum temeljnice iz 12. v 16. debelinsko stopnjo, pri jelki pa sta opazna dva viška, in sicer v 10. in 18. stopnji, oba se pomikata v desno.

Kamenik K. Razvojna dinamika v pragozdovih Šumik in Krokari.

Dipl. delo. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, BF, Odd. za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 2013



Slika 22: Struktura temeljnice po debelinskih stopnjah na ploskvi 2

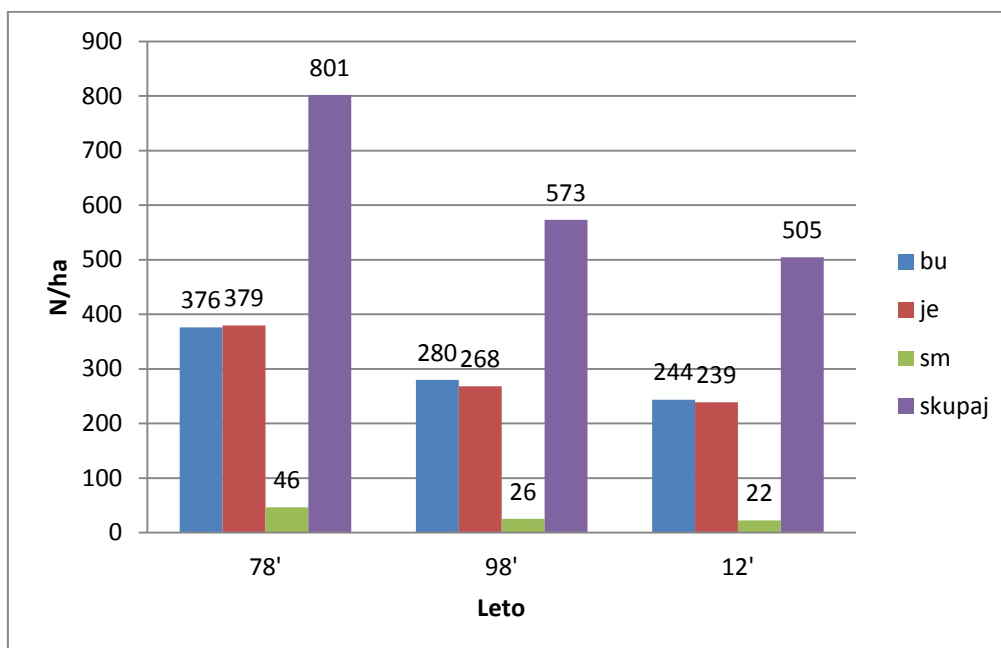
4.2 ŠUMIK

4.2.1.1 Vrstna sestava

Leta 1978 je znašal delež bukve glede na število osebkov na ploskvi 47 %, delež jelke prav tako 47 %, smreka je bila zastopana s 6 %. Ob drugem popisu leta 1998 ni opaziti večje spremembe v vrstni sestavi, bukev zavzema 49 % delež, jelka se je ohranila na 47 % in smreka 4 %. Leta 2012 se je razmerje kljub nadaljnjemu zmanjšanju števila dreves na ploskvi praktično ohranilo, bukev je predstavljala 48 % dreves, jelka 47 % in smreka 4 %.

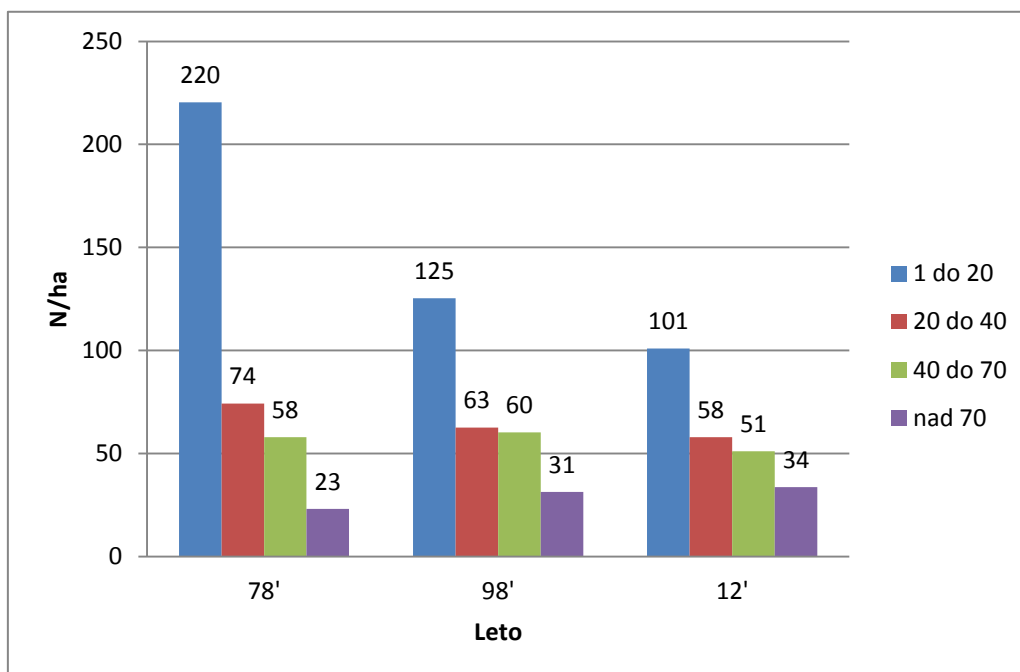
4.2.1.2 Gostota

Ob prvem merjenju na ploskvi leta 1978 je skupna gostota znašala 801 dreves/ha. Število bukev tega leta je znašalo 376 dreves/ha in se je v obdobju med letoma 1978 in 1998 zmanjšalo za 26 % na 280 dreves/ha (slika 23). V nadaljnjih 14 letih se je njeno število zmanjšalo še za dodatnih 13% in je tako leta 2012 znašalo 244 dreves/ha. Jelka je bila ob prvem merjenju prisotna s 379 drevesi/ha, to število se je do leta 1998 zmanjšalo za 29 % na 268 dreves in nato do zadnjega popisa še za 11 %, ko je število dreves na hektar znašalo 239. Zastopanost smreke na ploskvi je razmeroma nizka. Leta 1978 je bila gostota smreke na ploskvi 46 dreves/ha, v nadaljnjih 20 letih se je zmanjšala za 45 %, tako da je leta 1998 štela 26 dreves/ha in leta 2012 22 dreves (zmanjšanje za 14 %). Ob drugem merjenju se je skupno število dreves na ploskvi zmanjšalo za 28,5 % na 573 dreves/ha, ob zadnjem popisu pa je bila skupna gostota na ploskvi 505 dreves/ha, zmanjšanje skupne gostote med drugim in tretjim popisom je bilo 12 %.



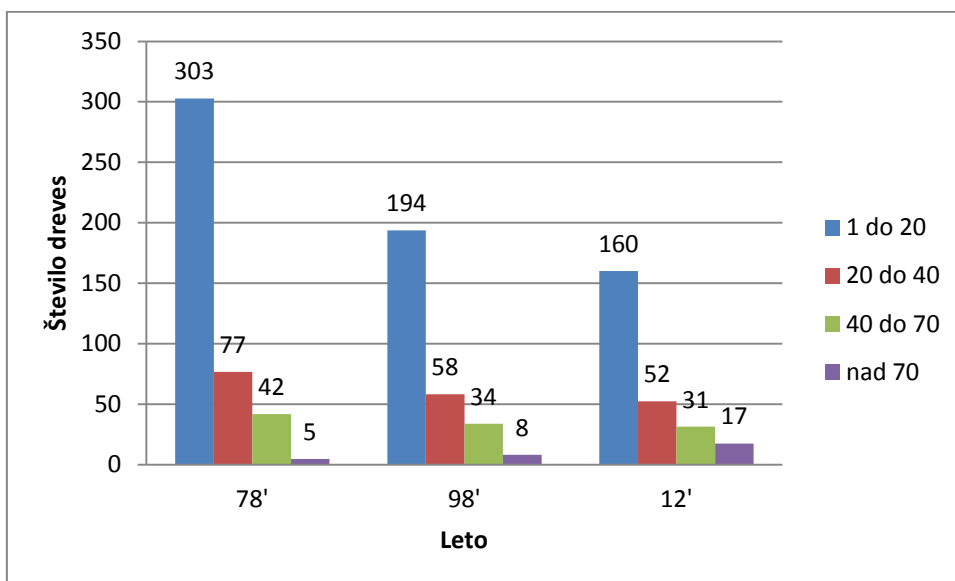
Slika 23: Gostota drevja na ploskvi (Šumik)

Stanje gostote bukve glede na debelinsko strukturo kaže naslednjo podobo (slika 24). Največji delež dreves se je tekom celotnega opazovanega obdobja nahajal v prvem debelinskem razredu, kjer je bilo opazno tudi največje izpadanje dreves. Ob prvem merjenju se je v prvem debelinskem razredu nahajalo 59 % vseh dreves bukve, pri drugem merjenju se je ta delež zmanjšal na 45 %, pri zadnjem merjenju pa je znašal 41 %. To zmanjševanje je povečini posledica odmiranja dreves v tem debelinskem razredu, v manjši meri pa tudi posledica preraščanja v višji debelinski razred. V drugem, tretjem in četrtem razredu je bilo zaznavno počasno večanje deležev dreves v višjih debelinskih razredih, ki nakazujejo postopno staranje sestoja. Število dreves se je nekoliko povečalo le v četrtem debelinskem razredu, v ostalih razredih se je število zmanjševalo.



Slika 24: Število bukev po debelinskih razredih (Šumik)

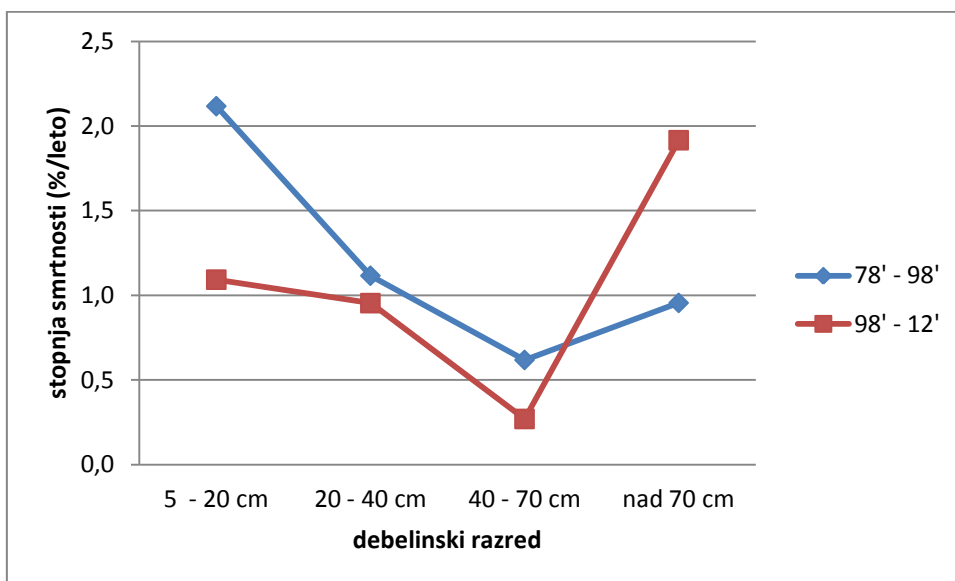
Pri iglavcih so bile razmere zelo podobne kot pri bukvi (slika 25). Največ dreves se je nahajalo v prvem debelinskem razredu, kjer je bilo leta 1978 71 % dreves, leta 1998 je ta delež padel na 66 % in leta 2012 na 61 %. Tudi tukaj je bilo to zmanjšanje posledica odmiranja dreves, ki je bilo v tem razredu najmočnejše. V ostalih treh debelinskih razredih se je odvijal počasen proces preraščanja dreves v višje razrede ter zmerno odmiranje dreves. Število dreves se je počasi povečevalo le v četrtem debelinskem razredu, kot posledica vrasti iz nižjih debelinskih stopenj.



Slika 25: Število iglavcev po debelinskih razredih (Šumik)

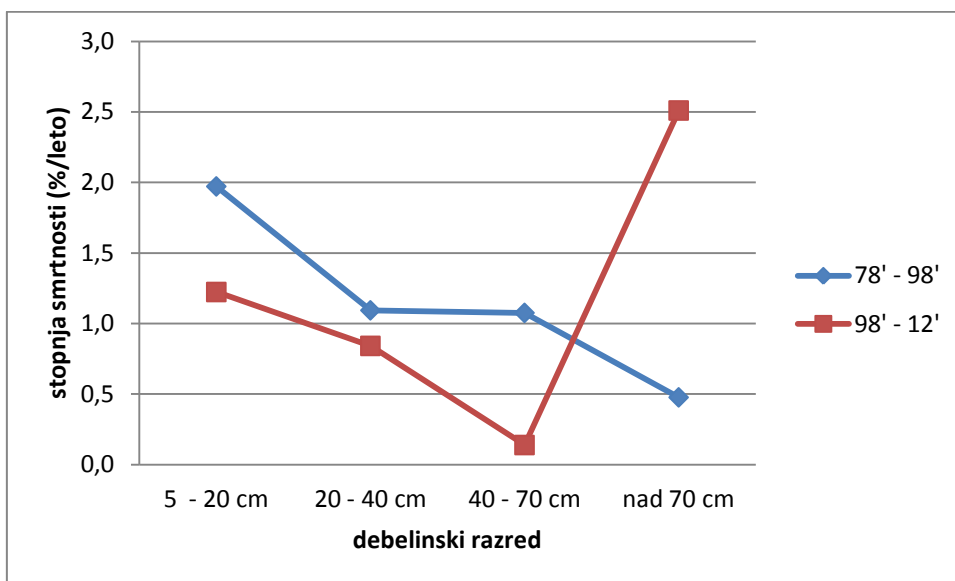
4.2.1.3 Smrtnost

V obdobju med leti 1978 in 1998 je skupna stopnja smrtnosti na ploskvi znašala 1,7 %/leto, v sledečem obdobju med leti 1998 in 2012 pa se je ta vrednost znižala na 1 %/leto. V prvem opazovanem obdobju nam graf (slika 26) prikazuje najvišjo stopnjo smrtnosti v prvem debelinskem razredu, ko je bila stopnja smrtnosti 2,1 %/leto, v drugem obdobju pa je bila stopnja odmiranja drevja najvišja v četrtem debelinskem razredu, torej pri drevju s premerom višjim od 70 cm, ko je znašala 1,9 %/leto. Najnižje vrednosti stopenj odmiranja smo beležili v obeh obdobjih pri drevju s premeri med 40 in 70 cm, v prvem obdobju je ta vrednost znašala 0,6 %/letno v drugem pa 0,3 %/letno.



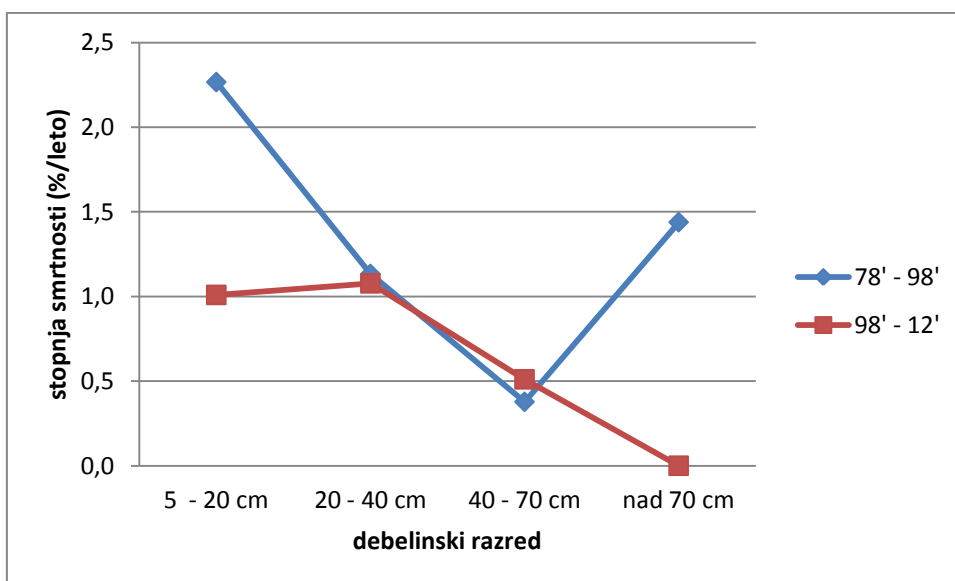
Slika 26: Skupna stopnja smrtnosti (Šumik)

Najvišje vrednosti stopnje odmiranja pri bukvi so bile v obdobju med letoma 78' in 98' v najnižjem debelinskem razredu, takrat je stopnja smrtnosti znašala 2 % (slika 27). V sledečem obdobju je vrednost v tem razredu padla na 1,2 %. Proces odmiranja je bil najmočnejši v četrtem debelinskem razredu, ko je bila stopnja smrtnosti 2,5 %/leto. Stopnja odmiranja je bila v drugem opazovanem obdobju najnižja v tretjem debelinskem razredu z 0,1 % stopnjo odmiranja letno. Med leti 78' in 98' je minimum nakazan v zadnjem debelinskem razredu, takrat je stopnja smrtnosti znašala 0,5 %/letno. Skupna stopnja smrtnosti po vseh razredih je med prvo in drugo premerbo znašala 1,7 %/letno, za časa druge in tretje pa 1 %.



Slika 27: Stopnje smrtnosti bukve (Šumik)

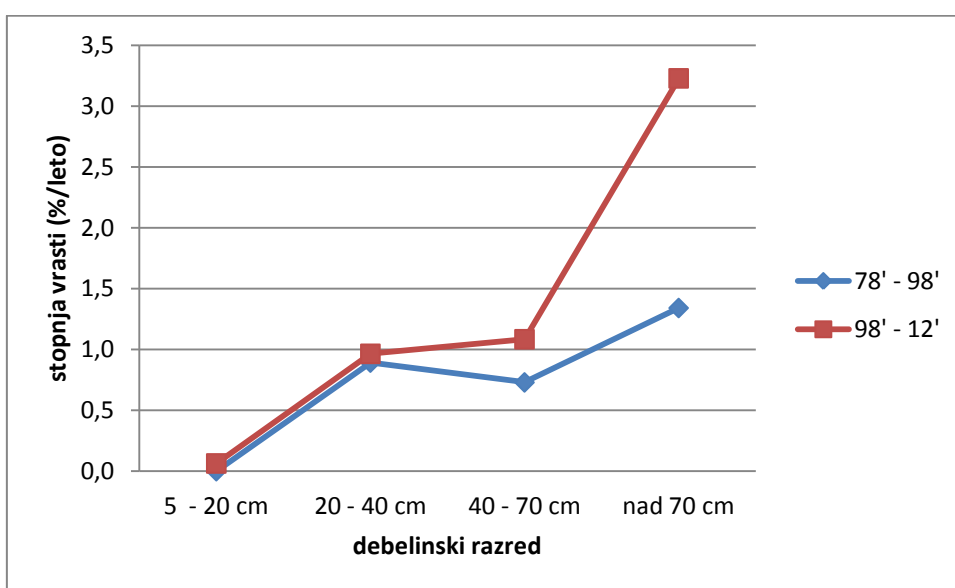
Iglavci kažejo v prvem obdobju višek odmiranja v najnižjem debelinskem razredu, s stopnjo smrtnosti 2,3 %/leto, najnižje pa je bilo v tem obdobju odmiranje pri drevesih s premerom med 40 in 70 cm, s stopnjo smrtnosti 0,4 %/leto (slika 28). Relativno visoko stopnjo odmiranja lahko opazimo tudi v četrtem debelinskem razredu, kjer je znašala 1,4 %. Skupna stopnja smrtnosti je bila tudi tukaj višja v prvem opazovanem obdobju z 1,7 %/leto, v drugem pa je štela 0,9 %/leto.



Slika 28: Stopnje smrtnosti iglavcev (Šumik)

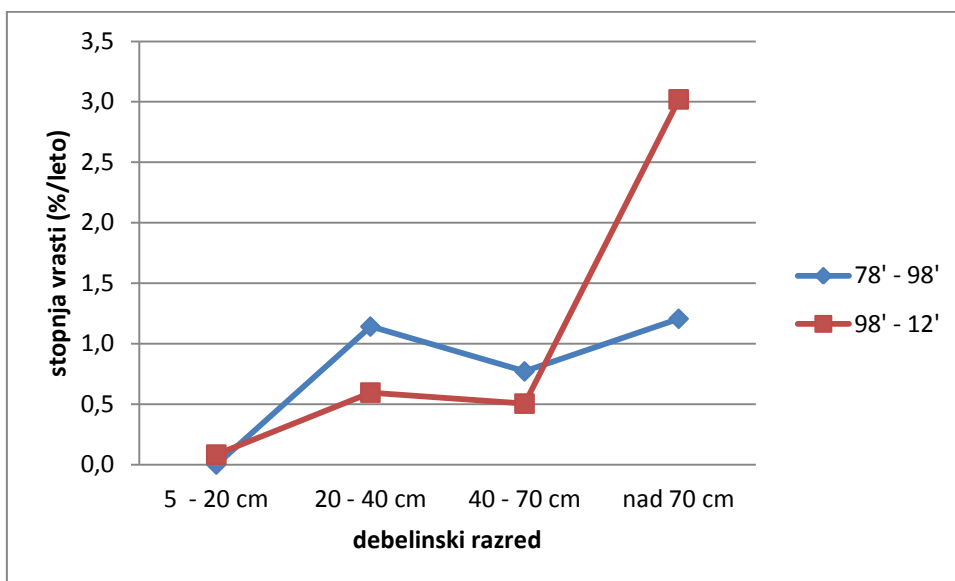
4.2.1.4 Vrast

Skupna stopnja vrasti za celotno populacijo na ploskvi je v obdobju med leti 1978 in 1998 znašala 0,4 %/leto, v sledečem obdobju med leti 1998 in 2012 pa se je skupna stopnja vrasti povečala za 0,3 % na 0,7 %/leto. To povečanje je predvsem posledica poskoka vraščanja dreves v četrto debelinsko stopnjo, ki je v drugem obdobju pokazala kar 2,6 % povišanje v primerjavi s prvim obdobjem. Kot je razvidno iz grafikona (slika 29), ni v prvi debelinski razred na ploskvi vraslo nobeno drevo.



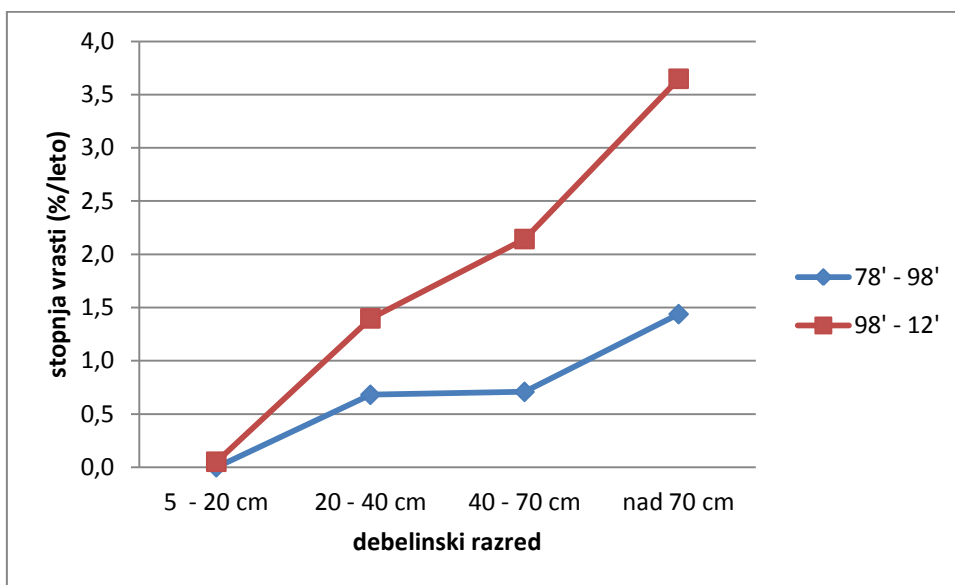
Slika 29: Skupne stopnje vrasti (Šumik)

Stanje bukve nam v drugem obdobju v primerjavi s prvim, prikazuje nekoliko upad vraščanja v drugem in tretjem debelinskem razredu (slika 30). V drugem razredu je tako stopnja vrasti padla za 0,5 %/leto, v tretjem pa za 0,3 %/leto. Vraščenje bukve se je močno povečalo v razred dreves s premerom nad 70 cm, kjer je stopnja vrasti poskočila iz 1,2 %/leto na 3 %/leto. Kot je bilo že omenjeno, novih dreves, ki bi vrasle v najtanjši debelinski razred, tekom celotnega opazovanega obdobja ni bilo. Skupna stopnja vrasti dreves bukve se je v obdobju med leti 1998 in 2012 (0,6 %/leto) glede na obdobje med 1978 in 1998 (0,4 %/leto) povečala za 0,2 %/leto.



Slika 30: Stopnje vrasti za bukev (Šumik)

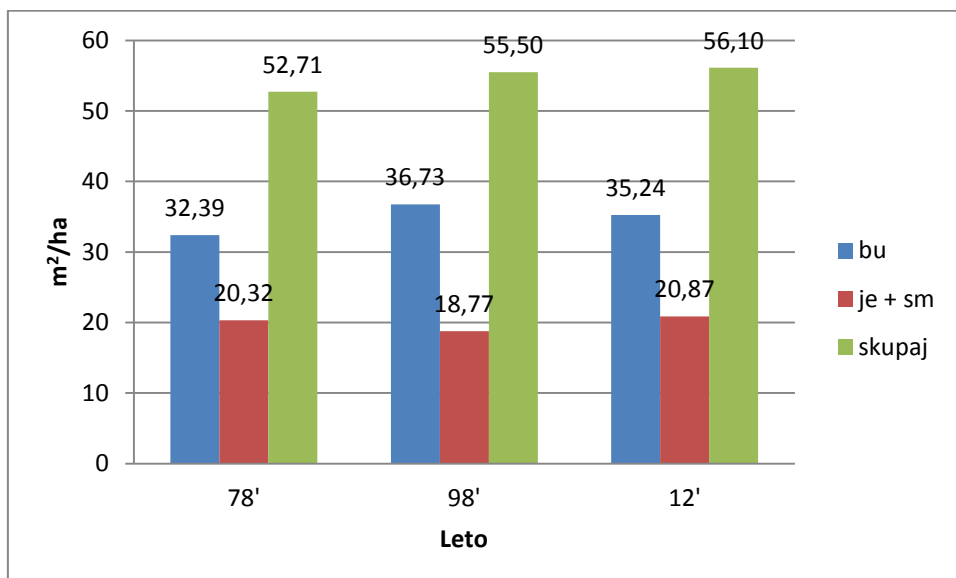
Stopnja vrasti za jelko in smreko se je v drugem obdobju povečala v vseh debelinskih razredih (z izjemo prvega) (slika 31). Iz 0,7 %/leto, kolikor je merila stopnja vrasti v drugem in tretjem debelinskem razredu v prvem opazovanem obdobju, je v drugem obdobju ta stopnja narastla v drugem razredu na 1,4 %/leto, v tretjem pa na 2,1 %/leto. Največjo porast stopnje vraščanja dreves tudi pri iglavcih opazimo v razredu s prsnimi premeri nad 70 cm, kjer je stopnja preraščanja iz 1,4 %/leto, kolikor je znašala v obdobju med leti 78' in 98', v sledečem obdobju porasla na kar 3,6 %/leto. Stopnje vrasti iglavcev so v drugem obdobju porasle iz 0,4 %/leto na 0,7 %/leto.



Slika 31: Stopnje vrasti za iglavce (Šumik)

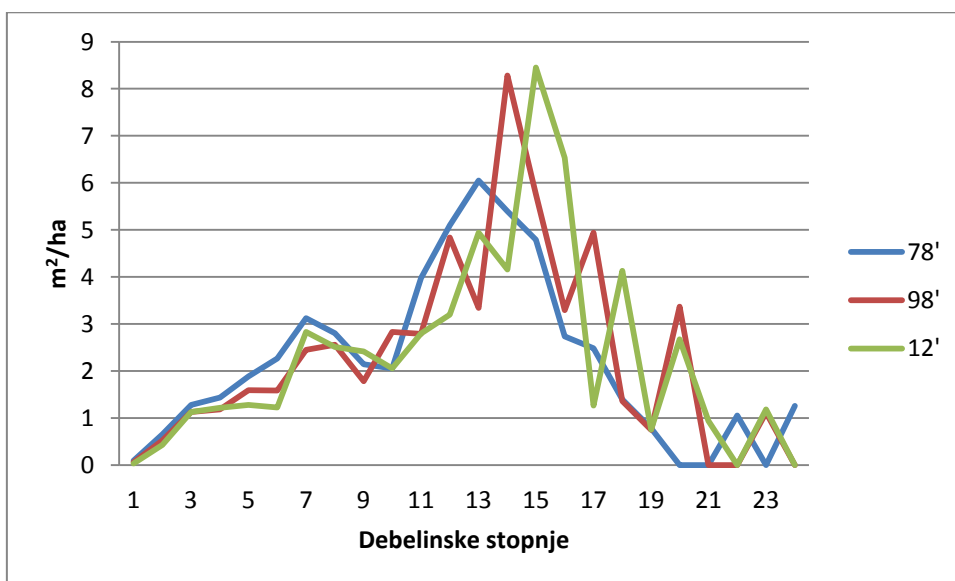
4.2.1.5 Temeljnica

Skupna temeljnica na ploskvi je tekom celotnega obdobja ostala razmeroma konstantna, oziroma se je zelo malenkostno povečevala (slika 32). Leta 1978 je znašala 52,71 m²/ha, v obdobju naslednjih 20 let se je povečala za 5 % na 55,50 m²/ha, v nadaljnjih 14 letih pa le za 1 % in je tako leta 2012 znašala 56,10 m²/ha. Po deležu v skupni temeljnici je bukev prevladovala skozi celotno obdobje. V obdobju po prvem merjenju je temeljnica bukev narastla za 12 %, iz 32,39 m²/ha na 36,73 m²/ha, v naslednjem obdobju pa spet nekoliko padla na 35,24 m²/ha (4,24%). Po deležu je tako zavzemala leta 1978 61 %, leta 1998 je ta delež nekoliko narastel na 66 %, v naslednjem obdobju pa je sledil padec na 63 %. Nihanje tega razmerja se dogaja med bukvijo in jelko, jelka je tako na začetku prvega obdobja zavzemala 32 % delež, sledil je padec na 27 % in nato spet povišanje na 30 %. Temeljnica jelke je ob prvem merjenju znašala 16,68 m²/ha, pri drugem merjenju je zaznaven padec za 11 % na 14,82 m²/ha, nato pa je sledil ponoven vzpon za 12 %, tako da je temeljnica jelke leta 2012 znašala 16,67 m²/ha. Temeljnica smreke je razmeroma nizka, tekom celotnega obdobja zavzema 7 % delež. Iz 3,64 m²/ha, kolikor je merila ob prvem popisu, je tekom celotnega 34 letnega obdobja postopoma narastla na 4,20 m²/ha.



Slika 32: Temeljnica (Šumik)

Debelinska struktura temeljnice se pomika v višje debelinske stopnje, kar je sicer značilno za starajoče sestoje (slika 33). Leta 78' je bil višek temeljnice v 13. debelinski stopnji, v sledečem obdobju je ta maksimum poskočil za 37 % ter se pomaknil v 14. debelinsko stopnjo. V sledečem obdobju lahko na grafu opazimo precej nazoren pomik grafa v desno, višek se je pomaknil v 15. debelinsko stopnjo, povečanje skupne temeljnice pa je bilo zanemarljivo.



Slika 33: Struktura temeljnice po debelinskih stopnjah (Šumik)

5 RAZPRAVA

Glavno gonilo razvojne dinamike v pragozdovih je nastanek novih majhnih vrzeli, ki prevladujejo, ter njihova širitev oziroma zaprtje. Takšne malopovršinske vrzeli se ponavadi zaprejo kot posledica lateralne razrasti krošenj (Rugani in sod., 2013). Velikopovršinske motnje se načeloma pojavljajo zelo redko, zato je oblikovanje majhnih vrzeli v strehi sestoja najpogostejša posledica motenj (Rugani in sod., 2008). V pragozdu Krokcar prevladujejo vrzeli, ki so nastale kot posledica odmrtnja posameznih dreves, razmeroma pogoste pa so tudi manjše vrzeli do površine 200 m², ki so nastale zaradi vpliva vetra (Zeibig in sod., 2005). Zeibig in sodelavci (2005) v isti raziskavi navajajo kot glavne vzroke za odmrtnje dreves v Krokcarju vdor saprofitskih gliv in veter. Stanje na proučevanih ploskvah zajema dva scenarija, na prvi ploskvi gre tako za razmeroma sklenjeno streho sestoja, kjer je sklep občasno prekinjen tam, kjer so odmrta drevesa iz vladajočega sloja. Na drugi ploskvi je zajeta tudi manjša pomlajena vrzel, za katero predvidevamo, da je nastala nekaj let pred vzpostavitvijo ploskve kot posledica vetroloma in se je do drugega popisa že skoraj popolnoma zaprla.

Ob primerjavi gostote med obema ploskvama opazimo precejšnjo razliko, ki je posledica obilnega pomlajevanja v vrzeli, ki je nastala po vetrolomu na drugi ploskvi. Prav tako pa so višje gostote drevja v najnižjem debelinskem razredu na drugi ploskvi povezane z manjšim številom dreves v višjih debelinskih razredih, kar posledično pomeni redkejši sklep strehe sestoja, ki prepušča več svetlobe, ugodnejše svetlobne razmere pa stimulirajo razvoj podstojnega drevja. Na ta način lahko pojasnimo tudi nizko število dreves v prvem debelinskem razredu na prvi ploskvi, kjer lahko predvidevamo, da bo večji delež dreves v višjih debelinskih razredih ustvaril gostejši sklep krošenj in s tem manj ugodne svetlobne razmere za podstojno drevje.

Pragozdovi s prevladujočim deležem bukve težijo k tvorbi homogene sestojne zgradbe (Rugani in sod., 2013), kjer večina drevja zavzame položaj v strehi sestoja, srednja ter podstojna plast pa sta razmeroma redko zastopani. Ta struktura je tako lahko pojasnjena z različnimi konceptualnimi modeli. Po modelu, ki predpostavlja enodoben in enomeren značaj strukture, bukev po motnji oziroma seriji motenj, ki povzročijo razpad sestojne

strukture, začne z vraščanjem nove generacije. Ta nova generacija isto starega drevja bo postopoma tvorila novo vladajočo plast v strehi. Drugi model temelji na sposobnosti bukve, da ob zadostni razpoložljivosti svetlobe (ob nastanku vrzeli) odreagira s hitro višinsko rastjo, pri čemer je rezultat enomerna struktura, zgrajena iz osebkov različnih starosti, za katero je značilen širok interval prsnih premerov. Tretji koncept pa predpostavlja sestoj s heterogeno starostno in dimenzijsko strukturo, na malopovršinski oziroma srednjepovršinski ravni, ki je pogojena s preteklim prostorskim in časovnim režimom motenj ter z njim povezano razpoložljivostjo svetlobe.

Gibanje sestojnih parametrov, kot so vrstna sestava, gostota dreves in razporeditev prsnih premerov v sestoju, je pogojeno s procesom odmiranja ter vraščanja drevja. Različne stopnje smrtnosti pri različnih vrstah zagotavljajo mehanizem, ki temelji na konstantni težnji gozda proti točki ravnovesja. Vrstna sestava se lahko ohranja kot posledica razlik v dolgoživosti posameznih vrst, ki sobivajo in pa občasnih klimatskih nihanj, ki omogočijo periodično vrast manj pogostim in manj konkurenčnim vrstam (Lertzmann in Kenneth, 1995). Bukev razmeroma slabo prenaša zasenčitev, še posebej s strani lastne vrste (Rugani in sod. 2008), zato je njen razvoj v mladosti podvržen močni znotraj-vrstni kompeticiji in hitri mladostni rasti, pri čemer drevesa težijo po čim prejšnji uveljavitvi v strehi sestoja. V mlajših fazah tako poteka izrazit proces samoizločanja, ki je posledica nizke sencozažnosti preraščenega drevja. Drevesa, ki zasedejo vladajoče in sovladajoče položaje v nadaljnjem poteku razvoja s povečanjem krošenj vzdržujejo svoj položaj, vpliv tekmovalnosti in z njo povezano odmiranje je v tej fazi še vedno prisotno, vendar precej manj izrazito. S staranjem sestoja postane vpliv konkurence med drevesi manj pomemben faktor, ki ga nadomestijo ekstremni klimatski dogodki, katerih posledica so vetrolomi, snegolomi in žledolomi ter endogene motnje, odmiranje zaradi starosti ter vdora patogenov (Holzwarth in sod., 2013). Teoretično bo gozd tako izkazoval U oblikovano razporeditev z višjimi stopnjami smrtnosti v najnižjih in najvišjih debelinskih razredih, minimum pa bo tako v srednjih debelinskih razredih.

Na prvi ploskvi v Krokariju dobljeni rezultati niso potrdili hipoteze o porazdelitvi smrtnosti po debelinskih razredih v obliki črke U. Ob pogledu na graf (slika 4) opazimo primanjkljaj v najnižjem debelinskem razredu. Nizke stopnje smrtnosti v prvem razredu so posledica

nizkega števila dreves v tem razredu, zaradi česa je vpliv samoizločanja dreves šibek. Tudi rezultati analiz na drugi ploskvi so nekoliko presenetljivi, saj v najdebelejšem razredu ni odmrlo nobeno drevo, prav tako pa je bila smrtnost v tretjem debelinskem razredu razmeroma nizka. Predpostavljati je mogoče, da bo vitalnejše drevje bolj odporno na dejavnike, ki povzročajo odmiranje odraslega drevja, prav tako pa ima pomembno vlogo tudi relief, ki vpliva na izpostavljenost drevja vetru. Druga ploskev leži ob vznožju pobočja, zato lahko predvidevamo, da relief zagotavlja zaklon pred vetrom. Manjša izpostavljenost silam vetra in posledična nižja pogostost motenj bi lahko bila vzrok za tako nizke stopnje smrtnosti v višjih debelinskih razredih na tej ploskvi. Prav tako je nekoliko presenetljivo, da so dobljene stopnje smrtnosti na obeh ploskvah za bukev višje kot pri jelki.

Zaradi pojava propadanja jelke, ki poteka od petdesetih let prejšnjega stoletja in je že dlje časa predmet številnih raziskav (Diaci, 2011; Diaci in sod., 2011b; Ficko in sod., 2011), smo pričakovali višje stopnje smrtnosti za to vrsto. Diaci (2011) tako v Krokariju navaja spremembo v deležu jelke v obdobju med leti 1964 – 2004 iz 28 % na 12 %, pri čemer pa se je najmočnejši padec števila jelke zgodil v obdobju med leti 1964 in 1984. To obdobje tudi velja za čas, ko so bile koncentracije vrednosti SO₂, ki velja kot eden glavnih razlogov za propadanje jelke na vrhuncu. Z začetkom devetdesetih let, ki je povezano s splošnim izboljšanjem kakovosti zraka, sovpada tudi izboljšanje zdravstvenega stanja jelke. Visoke stopnje odmiranja jelke v prvem debelinskem razredu bi sicer lahko bile povezane s pojavom sušenja, saj bi načeloma zaradi njene izrazite sencozdržnosti pričakovali v tem razredu nižje stopnje odmiranja. Naši rezultati tako lahko nakazujejo, da proces sušenja v tem obdobju ni več tako izrazit in/ali, da bi bile stopnje smrtnosti za jelko, v kolikor le-ta ne bi bila prizadeta z onesnaženostjo, v splošnem nižje kot za bukev.

V Šumiku je tekom celotnega 34-letnega obdobja razmerje med bukvijo in jelko kljub odmiranju dreves ostalo praktično nespremenjeno, kar kaže na precej uravnotežen proces odmiranja med tema dvema vrstama. Prisotnost smreke je bila nizka, njen delež pa se je tekom opazovanega obdobja še nekoliko znižal. Cenčič (1980) navaja, da je smreka konkurenčnejša od bukve in jelke le na skalovitem reliefu. Rezultati porazdelitev stopenj smrtnosti po debelinskih stopnjah so potrdili postavljeno hipotezo o U razporeditvi, vendar

je značilna U oblika izrazita le ob združitvi obeh opazovanih obdobj. Če pogledamo vsako obdobje posebej, pa je takšna oblika sicer nakazana, vendar manj izrazita. Sklepamo lahko, da je značilnost porazdelitve odvisna od dolžine časovnega intervala, kar je pogojeno s časovnim variiranjem pogostosti pojava naravnih motenj v gozdnem ekosistemu. To pojasnjuje tudi odstopanja rezultatov na drugi ploskvi v Krokariju.

Smrtnost v Šumiku je bila v obeh obdobjih večja kot v Krokariju. Razlog najbrž leži v večjih gostotah drevja na ploskvi, zaradi česar je posledično močnejši tudi proces odmiranja. Višja gostota drevja v Šumiku je povezana z višjim deležem iglavcev v zmesi. Za iglavce so značilne ožje krošnje, in tako manjši zasedeni rastni prostor, kar omogoča višje gostote drevja v sestoji. Skupne stopnje smrtnosti v Šumiku so tako za bukev kakor tudi za jelko v obeh obdobjih praktično enake, kar se odraža že v nespremenjenem deležu v zmesi tekom celotnega obdobja. Je pa ta stopnja v drugem obdobju nižja kot v prvem. Med leti 78' in 98' je znašala za obe vrsti 1,7 %/leto, v sledečem obdobju pa za bukev 1 %/leto, za smreko in jelko pa 0,9 %/leto. Dobljeni rezultati torej ne kažejo, da bi bila smrtnost jelke kljub prisotnosti pojava sušenja višja kot za bukev, predvidevamo pa lahko, da je visoka smrtnost v prvem in delno tudi četrtem debelinskem razredu v obdobju med letoma 78' in 98' posledica vpliva tega pojava. Za jelko bi zaradi njene sencozdržnosti pričakovali v populaciji čakalcev manjšo stopnjo smrtnosti. Tudi relativno visoka stopnja smrtnosti v najvišjem debelinskem razredu v prvem obdobju bi bila lahko povezana s pojavom sušenja, kar bi pojasnilo tudi precejšnjo razliko med prvim in drugim obdobjem v tem debelinskem razredu. Ob zadnjem popisu na ploskvi jelka ne kaže več vidnih znakov, povezanih s procesom sušenja.

Že v prvem obdobju je imela jelka v Šumiku stopnje vrasti v najvišji debelinski razred višje kot bukev, v sledečem obdobju pa je imela višje stopnje vraščanje v vseh treh razredih, kjer se je proces preraščanja odvijal, kar kaže na vitalnost populacije jelke. Vrednosti so sicer razmeroma visoke tudi pri bukvi, odziv rasti pa sovпада z visokimi stopnjami smrtnosti v višjih razredih. Sklepamo lahko, da je močnejše odmiranje v strehi sestoja sprostilo sklep in ustvarilo svetlobne vrzeli, kar je, kot vidimo, še posebej dobro izkoristila jelka. Nagel in sodelavci (2009) so predstavili koncept sobivanja bukve in jelke, pri katerem je značilna razlika v razvojni dinamiki med jelko in bukvijo povezana z njuno

odzivnostjo v oziru na količino razpoložljive svetlobe v mlajših razvojnih fazah. Načeloma velja, da ima bukev v različnih svetlobnih razmerah, še posebej, kadar je na voljo večja količina razpoložljive svetlobe, višjo rastno odzivnost in večje višinske prirastke kot jelka. Drevesa jelke pa lahko v mlajših razvojnih fazah prenesejo razmeroma močno zasenčenje in pod streho sestoja sicer počasi, vendar pa tekom daljšega obdobja povečujejo višino. Bukev, nasprotno s povečanjem višine izgublja sencoizdržne značilnosti in je tako že v fazi drogovnjaka sposobna prenesti zasenčenje le relativno kratek čas. Sobivanje obeh vrst je tako pogojeno z dinamiko odmiranja in posledičnim nastankom svetlobnih vrzeli. V obdobju redkejših motenj nizkih jakosti bo v prednosti jelka, ki bo sposobna kljubovati skozi daljše obdobje neugodnih svetlobnih razmer, bukev pa bo konkurenčnejša v obdobjih s pogostejšimi motnjami, močnejših jakosti, ko bo zaradi ugodnejših svetlobnih razmer prerasla jelko. Močnejše motnje prav tako ustvarijo ugodnejše svetlobne razmere za uveljavitev svetloljubnih vrst, na primer gorskega javorja, bresta in velikega jesena.

Kot že omenjeno, nam stopnja vraščanja drevja na ploskvi do neke mere podaja vpogled v stanje vitalnosti osebkov z vidika njihove napredujoče težnje po preraščanju med debelinskimi razredi. Na obeh ploskvah v Krokariju vidimo, da je proces preraščanja med debelinskimi razredi za bukev najvišji v tretjem in četrtem debelinskem razredu. Drevesa v teh debelinskih razredih načeloma zasedajo vladajoč in sovladajoč položaj v strehi sestoja in imajo tako na voljo zadostno količino svetlobe, prav tako pa imajo ti osebki bolj razvit koreninski sistem in s tem boljši dostop do vode in hranil (Kotar, 2005; Fichtner in sod., 2012). Razvoj bukve je pod zastorom otežen, medtem ko jelka zaradi manjših svetlobnih zahtev povečuje svoj prirastek predvsem v vmesnih razredih, v populaciji medstojnega drevja. Izpostaviti je še potrebno, da je proces preraščanja v Krokariju izredno počasen, na obeh ploskvah je bila stopnja skupne spremembe v populaciji le 0,2 %/letno, kar je verjetno posledica zaostrenih reliefnih razmer in klimatskih razmer na rastišču (kratka vegetacijska doba, dolga prisotnost snežne odeje, pogosta megla).

Porazdelitev temeljnice po debelinskih stopnjah v Krokariju kaže na vitalen odziv sestoja, ki s priraščanjem stabilno nadomešča temeljnico, izgubljeno z odmrlim drevjem. Na drugi ploskvi je zaznaven pomik krivulje grafa v desno, kar je posledica postopnega staranja sestoja. Temeljnica je v Krokariju s povprečnimi vrednostmi 41,79 m²/ha na prvi in 44,72

m^2/ha na drugi ploskvi nekoliko nad povprečjem vrednosti, ki jih navajajo avtorji za bukove pragozdove JV in J Evrope (Rugani in sod., 2008; Kucbel in sod., 2012). Primerjano s Šumikom, kjer je povprečna temeljnica znašala $54,77 \text{ m}^2/\text{ha}$, je razlika precejšnja (27 %). Za gozdove z večjim deležem iglavcev v vrstni sestavi velja, da dosegajo višje vrednosti temeljnic, ki so povezane z višjimi gostotami, ki jih dosegajo gozdovi z večjim deležem iglavcev. Tudi Liang in sodelavci (2007) v svoji raziskavi potrjujejo znatno povečanje temeljnice z naraščanjem vrstne diverzitete. Kot razlog predpostavljajo, da se pri večji vrstni pestrosti ekološke niše vrst dopolnjujejo oziroma diferencirajo, kar ugodno vpliva na ekološko produktivnost ekosistema.

V Šumiku bukev po deležu temeljnice močno prekaša jelko. Bukev ima precej višji delež dreves v najvišjih debelinskih razredih, medtem ko je jelka močneje zastopana pri prsni premerih do 20 cm. Vendar pa jelka s svojimi visokimi stopnjami vrasti kaže napredujočo težnjo po uveljavitvi predvsem v višjih debelinskih razredih, zato lahko v prihodnosti pričakujemo povečanje deleža temeljnice prav za to vrsto, kar se tudi sicer že kaže v obdobju med letoma 98' in 12'. Grafikon (slika 33), ki kaže porazdelitve temeljnice sestoja po debelinskih stopnjah, nakazuje, da se je samo naraščanje skupne temeljnice sestoja v drugem obdobju že ustalilo, populacija pa stabilno povečuje dimenzije svojih prsni premerov, s čimer tudi uspešno nadomešča površino temeljnice, izgubljene z odmiranjem dreves.

Tako lahko v Šumiku v prihodnosti pričakujemo povečanje deleža jelke v skupni temeljnici, posebnih indicev, ki bi nakazovali večje spremembe v številčnem razmerju deležev vrst pa ni. Na daljši rok pa je podajanje prognoze nekoliko manj gotovo. Nekoliko zaskrbljujoče je namreč stanje pomlajevanja na ploskvi. V celotnem 34-letnem obdobju ni čez merski prag preraslo nobeno drevo. O težavah s pomlajevanjem zaradi objedanja s strani divjadi v Šumiku sicer že govorijo tako Cenčič (1980), kakor tudi Vrecl in Kosjek (1998). Vrecl in Kosjek (1998) navajata gostoto pomladka med 4500 in 12300 osebkov na ha (pod pragom 1 cm premera), kar je v primerjavi s Krokcarjem zelo nizko število. Bončina (2011) je število osebkov na območju Krokcarja ocenila na 29000 osebkov na ha (brez klic). Navedene vrednosti zaradi različnih metod pri merjenju sicer niso neposredno

primerljive, vendar pa podajajo dokaj nazorno podobo o stanju pomlajevanja v obeh pragozdovih.

Zaradi pritiska divjadi v obeh pragozdovih bi bila dolgoročno močnejše prizadeta predvsem jelka. Raziskave glede vpliva objedanja parkljaste divjadi na pomlajevanje v mešanih gozdovih ugotavljajo, da je ta vrsta pod najmočnejšim pritiskom (Kucbel in sod., 2010). Rezervati, v katerih je lovna aktivnost prepovedana, nudijo divjadi zatočišče z zadostno količino hrane. V kolikor v ekosistemu ni uravnotežene prisotnosti plenilcev, to še dodatno prispeva k prizadetosti zaradi objedanja. V mešanem jelovo-bukovem gozdu to posledično pomeni višji delež bukke. Jelka namreč združuje določene lastnosti, zaradi katerih je zelo občutljiva na objedanje: za divjad je zelo okusna in v senčnih pogojih raste zelo počasi ter si slabo opomore po poškodbah, nastalih zaradi objedanja (Diaci, 2011). Izginjanje jelke v pomladku, kot posledica visokih gostot divjadi, je že dalj časa opaženo tudi v Krokcarju in drugih dinarskih pragozdovih (Klopčič in sod, 2010; Roženberger in sod., 2007; Bončina, 2011; Diaci in sod., 2010a; Diaci in sod. 2010b; Diaci 2011). Dolgoročno lahko ta dejavnik postane problematičen za sam obstoj prisotnosti jelke v teh pragozdovih.

Gorski javor je v Krokcarju zastopan s precej nizkim deležem, vendar pa raziskave pomladka navajajo stalno in razmeroma visoko prisotnost te vrste v pomladku (Adamič, 2008; Bončina, 2011; Grče, 2010; Diaci in sod., 2012). Tekom razvoja plasti pomladka ga v večini primerov hitro preraste konkurenčno močnejša bukev, vendar pa stalna prisotnost vrste predstavlja potencial za lokalno omejeno uveljavitev v primeru močnejših motenj, ki bi razprle sklep do te mere, da bi bilo mlajše javorja izpostavljeno polni osvetlitvi. V takšnih svetlobnih razmerah bi se javor odzval s hitro višinsko rastjo in si zagotovil položaj v vladajoči plasti novo nastale strehe sestoja.

6 SKLEPI

Dobljene rezultate lahko strnemo v sledeče sklepe:

Razlike v gostotah drevja med ploskvama v Krokcarju so posledica vrasti novega drevja v predhodno nastali vrzeli, kakor tudi nižjih gostot drevja v višjih debelinskih razredih. Nižja gostota drevja v višjih debelinskih razredih prepušča skozi streho sestoja večje količine svetlobe, kar je ugodno vplivalo na razvoj podstojnega drevja v prvem debelinskem razredu.

Ta proces je potekal v obdobju pred raziskavo, sedanji rezultati pa nakazujejo na sklenjeno streho sestoja, kar se kaže v nizkih stopnjah vrasti v prvem debelinskem razredu in napredujočo težnjo v strehi sestoja (tretji in četrti debelinski razred). Višje gostote drevja v Šumiku v primerjavi s Krokcarjem so posledica vrstne sestave. Višji deleži iglavcev v sestoji zaradi ožjih krošenj omogočajo višjo sestojno gostoto.

Oblika razporeditve stopenj smrtnosti glede na debelinske razrede je zaradi variabilnosti pojava motenj v času in prostoru odvisna od dolžine opazovanega intervala. Trditev potrjujejo rezultati s Šumika. Ko primerjamo posamezni obdobji med seboj, oblike grafov smrtnosti kažejo odstopanje od predvidene U razporeditve, razporeditev tekom celotnega 34-letnega obdobja pa kaže nazorno U oblikovan graf. Na ta način lahko tudi pojasnimo presenetljivo nizke stopnje smrtnosti na drugi ploskvi v Krokcarju.

Nizke stopnje smrtnosti v višjih debelinskih razredih na drugi ploskvi v Krokcarju lahko pojasnimo tudi z lokacijo ploskve glede na relief. Ploskev se nahaja ob vznožju pobočja, zato lahko predvidevamo, da konkavna oblika reliefa nudi zaklon pred vetrnimi sunki, kar se kaže v manjši smrtnosti drevja v strehi sestoja. Nizke stopnje smrtnosti v prvem debelinskem razredu na prvi ploskvi, so posledica nizke gostote dreves v tem razredu.

Stopnje vrasti so na obeh objektih najvišje v najvišjih debelinskih razredih, kar je lahko posledica nižanja gostote drevja na ploskvah in posledičnim nadomeščanjem izpadlega

drevja v strehi sestaja. Rezultati v obeh gozdovih nakazujejo, da na ploskvah prevladuje optimalna faza in da je proces staranja sestaja v teku. Struktura temeljnice se še zmeraj progresivno pomika v višje debelinske stopnje.

Visoke stopnje vrasti jelke v Šumiku kažejo napredujočo težnjo te vrste, kar je podprto tudi z rezultati, ki kažejo naraščanje temeljnice jelke v obdobju med leti 1998 in 2012. Padec temeljnice v prvem obdobju je najverjetneje posledica propadanja te vrste zaradi onesnaženja zraka. Naši rezultati nakazujejo, da se je proces propadanja jelke v drugem obdobju že umiril. Kljub temu pa tudi v prvem obdobju, v katerem je jelka bila prizadeta zaradi onesnaženja, stopnje smrtnosti za jelko in bukev ne kažejo večjih odstopanj. Iz tega lahko sklepamo, da bi bile stopnje smrtnosti za jelko v primeru, da le-ta ne bi bila prizadeta, v splošnem nižje kot pri bukvi. Enaka trditev velja tudi za Krokar.

Moten vzorec vrasti drevja novega v populacijo, ki je predvsem posledica močnega pritiska objedanja dreves s strani divjadi, predstavlja problem na obeh objektih. Vpliv divjadi ima lahko na daljši rok pomemben vpliv na vrstno sestavo v obeh gozdovih, predvsem na račun jelke, ki je zaradi svojih lastnosti pod večjim pritiskom.

7 POVZETEK

Na trajnih vzorčnih ploskvah v pragozdovih Krokcar in Šumik smo leta 2012 izvedli ponovitev polne premerbe drevja na ploskvi. V pragozdu Krokcar je bila to druga zaporedna premerba po 27 letih, ničelno stanje je bilo na dveh vzpostavljenih ploskvah posneto leta 1985. V Šumiku je bilo ničelno stanje posneto leta 1978, drugi popis pa je bil izveden leta 1998. V raziskavi smo opazovali gibanje parametrov gostote, debelinske strukture, smrtnosti, vrasti ter temeljnice tekom navedenih obdobj.

Dimenzije ploskev v Krokcarju merijo 275 m x 40 m in 100 m x 40 m, dimenzija ploskve v Šumiku pa meri 203 m x 42 m. Vsakemu drevesu na ploskvi smo določili prsni premer, socialni položaj ter položaj v vrzeli, mrtvim drevesom pa tip odmrtnja in stopnjo razpada. Merski prag za vrast novih dreves v populacijo je znašal 5 cm.

V Krokcarju prevladuje bukev s 85 % deležem, delež jelke je 10 % do 15 %. Delež javorja znaša od manj kot 1 % do 5 %. V Šumiku jelka in bukev zavzemata vsaka posebej nekoliko manj kot polovični delež, preostanek pade na smreko. Tako v Krokcarju, kakor tudi v Šumiku je vrstna sestava tekom celotnega opazovanega obdobja ostala praktično nespremenjena. Gostota dreves v Krokcarju se je zmanjšala s 307 dreves na 251 dreves/ha na prvi ploskvi in z 533 dreves/ha na 428 dreves/ha na drugi. V Šumiku je gostota padla iz začetnega 801 drevesa/ha na 505 dreves/ha leta 2012.

Stopnje smrtnosti za celotno populacijo v Krokcarju so znašale 0,8 %/leto, v Šumiku pa 1,7 %/leto v prvem obdobju in 1 %/leto v drugem. V Šumiku rezultati stopenj smrtnosti potrjujejo hipotetizirano U oblikovano razporeditev stopenj smrtnosti, vendar le glede na celotno obdobje. Po posameznih obdobjih je takšna porazdelitev manj izrazita. V Krokcarju rezultati ne kažejo jasne U oblike. Bukev in jelka imata v obeh gozdovih približno enake stopnje odmiranja.

Stopnje preraščanja znotraj populacije v Krokcarju znašajo med 0,2 %/leto in 0,3 %/leto. Stopnje vrasti listavcev na prvi ploskvi so 0,5 %/leto, za jelko 0,3 %/leto. Na drugi ploskvi pa je bil proces preraščanja izrazitejši pri jelki z 0,6 %/leto in 0,2 %/leto za listavce. V

Šumiku je skupna stopnja vraščanja za prvo obdobje 0,4 %/leto, v drugem pa 0,7%/leto. Stopnje bukve so bile 0,4 %/leto v prvem in 0,6 %/leto v drugem obdobju, za iglavce pa 0,4 %/leto v prvem in 0,7 %/leto v drugem. Proces preraščanja je bil v obeh gozdovih najizrazitejši v tretji in četrti debelinski stopnji. Novo vraslega drevja, ki bi preraslo merski prag, nismo zabeležili na nobenem objektu.

Temeljnica v Krokariju na prvi ploskvi, se je ustalila okoli 42 m²/ha, na drugi ploskvi pa je porasla iz 42,39 m²/ha na 47,05 m²/ha, z viškom v 12. debelinski stopnji. Temeljnica na drugi ploskvi je porasla iz 42,39 m²/ha na 47,05 m², višek se je premaknil iz 12. v 15. debelinsko stopnjo. Razmerje med listavci in iglavci glede na temeljnico na prvi ploskvi je bilo 93 % : 7 %, na drugi ploskvi pa 79 % : 21 %. Temeljnica v Šumiku se je povišala iz začetnih 52,71 m²/ha na 56, 10 m²/ha. Po deležu temeljnice je bukev prevladovala z 61 % - 66 % deležem.

8 VIRI

Accetto M. 2002. Pragozdno rastlinje rezervata Krokar na Kočevskem. *Gozdarski vestnik*, 60, 10: 419-444.

Arhiv podatkov meteoroloških postaj. Agencija Republike Slovenije za okolje. 2013. <http://meteo.arso.gov.si/met/sl/app/webmet/> (21. 4. 2013)

Bončina A. 2011. Vpliv svetlobnih razmer na pomlajevanje v pragozdnem rezervatu Krokar: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 49 str.

Cenčič L. 1980. Rezervat Šumik in raziskave v njegovem pragozdu: diplomsko delo. (Univerza Edvarda Kardelja v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, VTOZD Gozdarski oddelek). Ljubljana, samozal.: 69. str

Cenčič L. 1985. Gozdni rezervati Slovenije: Pragozd Šumik. (Strokovna in znanstvena dela, 82). Ljubljana, Univerza Edvarda Kardelja, Biotehniška fakulteta, VTOZD oddelek za gozdarstvo: 52 str.

Diaci J. 2011. Silver Fir Decline in Mixed Old-Growth Forests in Slovenia: an Interaction of Air Pollution. V: *Changing Forest Matrix and Climate, Air Pollution - New Developments*: Rijeka, InTech: 263 – 274.

Diaci J., Adamic T., Rozman A. 2012. Gap recruitment and partitioning in an old-growth beech forest of the Dinaric Mountains: Influences of light regime, herb competition and browsing. *Forest Ecology and Management*, 285: 20–28.

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

Kamenik K. Razvojna dinamika v pragozdovih Šumik in Krokar.

Dipl. delo. Ljubljana. Univ. v Ljubljani, BF, Odd. za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 2013

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., Anic I., Mikac S., Saniga M., Kucbel S., Visnjic 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.

Fichtner A., Sturm K., Rickert C., Hardtle W., Schrautzer J. 2012. Competition response of European beech *Fagus sylvatica* L. varies with tree size and abiotic stress: minimizing anthropogenic disturbances in forests. *Journal of Applied Ecology*, 49: 1306 – 1315.

Ficko A., Poljanec, A., Boncina, A. 2011. Do changes in spatial distribution, structure and abundance of silver fir (*Abies alba* Mill.) indicate its decline? *Forest Ecology and Management*, 261: 844-854.

Franklin J. F., Van Pelt R. 2004. Spatial aspects of structural complexity. *Journal of Forestry*, April/Maj: 22-28.

Gozdnogospodarski načrt GEE Lobnica (2003-2012). 2004. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Maribor: 164 str.

Gozdnogospodarski načrt Ravne (2005 – 2014). 2007. Kočevje, Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Kočevje: 212 str.

Grce D. 2010. Razvoj mladje na rastišču Isopryo – Fagetum v pragozdu Krokar: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 64 str.

Hočevar S., Batič F., Martinčič A., Piskernik M. 1985. Preddinarski gorski pragozdovi: Trdinov vrh in Ravna gora na Gorjancih, Kopa v Kočevskem Rogu in Krokar na hrbtu pogorja Borovška gora – Planina nad Kolpo (mikroflora, vegetacija in ekologija).

Kamenik K. Razvojna dinamika v pragozdovih Šumik in Krokari.

Dipl. delo. Ljubljana. Univ. v Ljubljani, BF, Odd. za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 2013

Ljubljana, Biotehniška fakulteta, VTOZD za gozdarstvo, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo: 267 str.

Holzwarth F., Kahl A., Bauhus J., Wirth C. 2013. Many ways to die – partitioning tree mortality dynamics in a near-natural mixed deciduous forest. *Journal of Ecology*, 101: 220–230.

Hurst J. M., Stewart G. H., Perry G. L.W., Wiser S. K., Norton D. A. 2012. Determinants of tree mortality in mixed old-growth *Nothofagus* forest. *Forest Ecology and Management*, 270: 189–199.

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 Forestry*, 129, 3: 277-288.

Kosjek A., Vrecl M. 1999. Razvoj pragozda Šumik v obdobju 1979-1998: strokovna naloga. Maribor, Zavod za gozdove Slovenije, OE Maribor: 35.str.

Kotar M. 2005. Zgradba, rast in donos gozda na ekoloških in fizioloških osnovah. Ljubljana, Zveza gozdarskih društev, Zavod za gozdove Slovenije: 500 str.

Kucbel S., Saniga M., Jaloviar P., Vencurik J. 2012. Stand structure and temporal variability in old-growth beech-dominated forests of the northwestern Carpathians: a 40-years perspective. *Forest Ecology and Management*, 264: 125–133.

Kucbel S., Jaloviar P., Saniga M., Vencurik J., Klimas V. 2010. Canopy gaps in an old-growth fir-beech forest remnant of Western Carpathians. *European Journal Of Forest Resources*, 129: 249 – 259.

Laarmann D., Korjus H., Sims A., Stanturf J. A., Kiviste A., Koster K. 2009. Analysis of forest naturalness and tree mortality patterns in Estonia. *Forest Ecology and Management*, 258: 187–195.

Lertzman, Kenneth P. 1995. Forest dynamics, differential mortality and variable recruitment probabilities. *Journal of Vegetation Science*, 6: 191-204.

Liang J., Buongiorno J., Monserud R. A., Kruger E. L., Zhou M. 2007. Effects of diversity of tree species and size on forest basal area growth, recruitment, and mortality. *Forest Ecology and Management*, 243: 116–127.

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

Mlinšek D., Zupančič M. 1985. Naraven gozd v Sloveniji. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, VTOZD za gozdarstvo: 48 str.

Nagel T. A., Svoboda M., Rugani T., Diaci J. 2009. Gap regeneration and replacement patterns in an old-growth *Fagus–Abies* forest of Bosnia–Herzegovina. *Plant Ecology*, 208: 307–318.

Olano J.M., Laskurain N.A., Escudero A., De La Cruz M. 2009. Why and where do adult trees die in a young secondary temperate forest? The role of neighbourhood. *Annals of Forest Science*, 66: 105.

Oliver C. D., Larson B. C. 1996. *Forest Stand Dynamics*. New York, John Wiley and Sons: 544 str.

Riyou T., Hino T., Naoki A., Takakazu Y. 2006. Variation in tree growth, mortality and recruitment among topographic positions in a warm temperate forest. *Journal of Vegetation Science*, 17: 281-290.

Rozenbergar D, Mikac S, Anic I, Diaci J. 2007. Gap regeneration patterns in relationship to light heterogeneity in two old-growth beech-fir forest reserves in South East Europe. *Forestry*, 80: 431–443.

Kamenik K. Razvojna dinamika v pragozdovih Šumik in Krokari.

Dipl. delo. Ljubljana. Univ. v Ljubljani, BF, Odd. za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 2013

Rugani T., Diaci J., Hladnik D. 2013. Gap Dynamics and Structure of Two Old-Growth Beech Forest Remnants in Slovenia. PLoS ONE, 8, 1: e52641.

Rugani T., Nagel T. A., Roženberger D., Firm D., Diaci J. 2008. Zgradba in razvoj pragozdov in ohranjenih bukovih gozdov v Evropi. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 87, 33–44.

Runkle J.R. 1984. Development of woody vegetation in treefall gaps in a beech-sugar maple forest. Holarctic Ecology, 7: 157-164.

Splechna B.E., Gratzer G., Black B.A. 2005. Disturbance history of a European old-growth mixed-species forest – a spatial dendro-ecological analysis. Journal of Vegetation Science, 16: 511-522.

Szwagrzyk J., Szewczyk J. 2001. Tree mortality and effects of release from competition in an old-growth Fagus-Abies-Picea stand. Journal of Vegetation Science, 12: 621-626.

Uredba o varovalnih gozdovih in gozdovih s posebnim namenom. Ur. l. RS št. 88/2005

Woods K. D. 2000. Dynamics in late-successional hemlock-hardwood forests over three decades. Ecology, 81: 110–126.

Zeibig A., Diaci J., Wagner S., 2005. Gap disturbance patterns of a Fagus sylvatica virgin forest remnant in the mountain vegetation belt of Slovenia. Forest Snow and Landscape Research, 79: 69–80.

ZAHVALA

Doc. dr. Tomasu A. Nagel-u se zahvaljujem za mentorstvo, za recenzijo naloge pa prof. dr. Juriju Diaciju. Zahvala tudi Dejanu Firmu za strokovno pomoč ter Bredi Čač in Nežki Struc za lektoriranje naloge. Maji Božič gre zahvala za tehnični pregled naloge. Nenazadnje se zahvaljujem tudi svojim staršem za vso podporo tekom študija ter vsem, ki so na kakršenkoli način doprinesli k nastanku te naloge.