

Zbornik gozdarstva in lesarstva 73, s. 31 - 50

GDK: 228.81:421:176.1(*Fagus sylvatica* L.):231:(497.12*08 Ravna gora)Prispelo / Received: 7. 5. 2004
Sprejeto / Accepted: 17. 6. 2004Izvirni znanstveni članek
Original scientific paper**RAZVOJ INICIALNE FAZE NA VETROLOMNI POVRŠINI V PRAGOZDNEM OSTANKU RAVNA GORA**

Aleksander MARINŠEK*, Jurij DIACI**

Izvleček:

Zaradi vetroloma je leta 1983 v pragozdnem ostanku Ravna gora na Gorjancih na bukovem rastišču (*Cardamini savensi-Fagetum*) nastala 5,17 ha velika vrzel. Dejstvo, da je izsledkov o pomlajevanju po velikopovršinskih motnjah v pragozdovih malo, nas je vodilo k temu, da smo leta 2000 analizirali stanje in dinamiko pomlajevanja vrzeli. Na treh različnih delih vrzeli smo postavili 15 raziskovalnih ploskev z dimenzijami 15 x 15 metrov, znotraj katerih smo analizirali zmes, razrast dreves, sestojno stanje po IUFRO klasifikaciji, pomladek in grobe lesne ostanke. Posebej nas je zanimalo razmerje med bukvijo (*Fagus sylvatica* L.) in gorskim javorjem (*Acer pseudoplatanus* L.). Slednjega je največ na sredini vrzeli. Pod sestojem, ki je zapolnil vrzel, je razvit pomladek bukve in javorja, ki je najgostejši na spodnjem (severnem) delu vrzeli. V pomladku prevladuje bukev. Ugotovili smo, da so bile razmere, ki so se izoblikovale po vetrolomu, bistveno drugačne od tipičnega goloseka. Predstavili smo tudi uporabne izsledke za gospodarjenje v gozdovih na podobnih rastiščih.

Ključne besede: pragozd, Ravna gora, vrzel, mladje, vetrolom, naravna obnova, *Fagus sylvatica*, *Acer pseudoplatanus*

DEVELOPMENT OF THE INITIAL PHASE AFTER WIND THROW IN THE VIRGIN FOREST REMNANT RAVNA GORA

Abstract:

Special attention is given to the gap, which was created in the virgin forest remnant Ravna gora in 1983 by wind throw. The gap in the optimal phase of almost pure beech and on beech site (*Cardamini savensi-Fagetum*) was 5.17 ha large. In 2000, owing to a lack of investigations in such conditions, we started to research the development patterns of natural regeneration within the gap. 15 sample plots (15 x 15 m) in three different positions within the gap were established. We analysed tree species mixture, architecture, stand structure according to IUFRO classification, advanced regeneration density and coarse woody debris. The research concentrated in particular on the variability of beech (*Fagus sylvatica* L.) and sycamore (*Acer pseudoplatanus* L.) mixture in regard to the position within the gap. It was found out that sycamore was more abundant than beech in the center of the gap. The advanced regeneration density of beech was much higher than sycamore's, and both species were more abundant in the northern part of the gap. The results suggest that the ecological conditions after the wind throw were different when compared to a clear-cut area of similar size. Useful results for managed forests on similar sites are also presented.

Key words: virgin forest, Ravna gora, gap, wind throw, natural regeneration, *Fagus sylvatica*, *Acer pseudoplatanus*

* univ. dipl. inž. gozd, Biološki inštitut Jovana Hadžija ZRC SAZU, Novi trg 2, 1000 Ljubljana, SLO, marinsek@zrc-sazu.si

**prof. dr., Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Večna pot 83, 1000 Ljubljana, SLO

VSEBINA
CONTENTS

1	UVOD.....	33
	INTRODUCTION	
2	NAMEN RAZISKAVE.....	34
	AIM OF THE RESEARCH	
3	OBMOČJE RAZISKAVE IN DELOVNE METODE.....	34
	RESEARCH AREA AND METHODS	
4	REZULTATI.....	37
	RESULTS	
5	RAZPRAVA.....	42
	DISCUSSION	
6	PRENOS IZSLEDKOV NA GOSPODARSKI GOZD.....	45
	IMPLICATIONS FOR MANAGEMENT	
7	SKLEP.....	46
	CONCLUSION	
8	POVZETEK.....	47
9	SUMMARY.....	47
10	VIRI.....	48
	REFERENCES	

1 UVOD

INTRODUCTION

Pragozd je gozdna združba, ki je po svoji zeliščni strukturi, značaju in rasti zaprta razvojno klimatska združba, ki je absolutno nedotaknjena od človekovega vpliva. Po WRABRU M. (v HARTMAN 1998) je to pravi pragozd. Kakor hitro v gozdnem sestoju zasledimo človekovo dejavnost v preteklosti (lahko tudi nekaj stoletij nazaj), govori isti avtor o sekundarnem ali nepravem pragozdu. O gozdu s pragozdnim značajem pa govorimo takrat, ko je človek v preteklosti kdaj pa kdaj vanj posegel s sekiro. Pragozd v svojem razvoju ni linearen, ni racionalen, je le ciklični in nepredvidljiv (MLINŠEK 1985).

Po PETERKENU (1996) je bolj smiselno govoriti o pragozdnih ostankih, saj beseda pragozd s svojo širšo definicijo zajema gozd, ohranjen v naravnem stanju in je v pravem pomenu ne bi smeli uporabljati pa tudi površine naših pragozdov so premajhne, da bi lahko bili popoln ekosistem.

Slovenski pragozdovi so majhne površine, ki niso popolnoma nedotaknjene, poleg tega nanje človek še vedno posredno vpliva, npr. z onesnaženim ozračjem, kislim dežjem, preštevilo divjadjo in obiskovanjem. Zato lahko pri nas govorimo o sekundarnih pragozdovih oz. pragozdnih ostankih.

Pragozdni ostanki so sistemi, ki so relativno bolj zaprti in z manj motnjami kot gospodarški gozdovi (BONČINA 1998).

Pragozdni ostanek Ravna gora je edinstven v Sloveniji. Zgradba sestojev se je po hudem vetru leta 1983 močno spremenila. Veter je na 6,31 ha velikem območju podrl večino dreves in nastala je velika vrzel s posebno razvojno zakonitostjo. Študija razvoja vegetacije v vrzeli je zanimiva zaradi redkosti pojava in zaradi možnosti proučevanja spontanega naravnega razvoja. To je v današnjem času redkost, še posebej na bogatih rastiščih, kot so na Ravni gori.

S proučevanjem vrzeli in naravnih motenj so se pri nas največ ukvarjali LEBEZ (1987), MLINŠEK (1992), ANKO (1993) ter DIACI in BONČINA (1998). V tujini so se tematici vetrolomov in motenj posvečali avtorji, kot npr. KORPEL (1995), RUNKLE (1981, 1982, 1990), FISCHER, ABS, LENZ (1990), FALINSKI (1978), CANHAM (1989), POLULSON in PLATT (1989), ZIERL in SIEGRIST (1999) in drugi. Raziskave so potekale predvsem v Ameriki, na Poljskem in v Nemčiji. Podobno tematiko, kot je na Ravni gori, je obravnaval FALINSKI (1978) v Bialowiezi na Poljskem. Ukvarjal se je s porazdelit-

vijo podrtega drevja zaradi vetroloma in z vplivom izruvanega drevja na gozdne biotope. ZIERL in SIEGRIST (1999) sta proučevala posledice vetroloma smrekovega sestoja (na potencialnem rastišču mešanega gozda), ki se je zgodil februarja leta 1990 v Nacionalnem parku Berchtesgarden. Gozdne površine niso pogozdili, temveč so jo prepustili naravnim sukcesijam. Sedem let po motnji so začeli opazovati in proučevati možni vpliv malinjaka (*Rubus idaeus*) na mladje.

Vrzel v pragozdu Ravna gora štejemo med velike vrzeli. Območje, ki ga je prizadel veter, meri 6,31 ha (LEBEZ 1987). Površina vrzeli, na kateri je raziskava potekala, je manjša (5,17 ha), ker je veter naredil še nekaj manjših vrzeli.

2 NAMEN RAZISKAVE **AIM OF THE RESEARCH**

Glavni razlog, da smo se odločili za raziskavo pomlajevanja v vrzeli v pragozdu, je naravni razvoj, kajti izsledkov o pomlajevanju po velikopovršinskih motnjah v pragozdovih je malo. Večina raziskav, ki so bile do sedaj opravljene na podobnih rastiščih po vetrolomih, se osredotoča na gospodarske gozdove. V pragozdu so razmere po vetrolomu drugačne, saj vetrolomnih površin ne sanirajo, zato so vsi procesi izključno delo narave. Tudi mikroklimatske razmere so zaradi pragozdnega vpliva in puščenih podrtih debel drugačne. Eden od razlogov za raziskavo je dejstvo, da vetrolomi v zadnjem času sorazmerno močno krojijo podobo naših pa tudi tujih gozdov.

Z raziskavo skušamo odgovoriti na naslednja vprašanja: Kakšna je zgradba sestoja v vrzeli? Kako se je odzval gorski javor po vetrolomu in kakšno je tekmovalno razmerje z bukvijo? Ali obstajajo razlike v razrasti, zmesi in gostoti drevesnih vrst ter pomladku med različnimi deli vrzeli? Kakšno je pomlajevanje novonastalega sestoja v vrzeli? Ali je možen prenos izsledkov na gospodarski gozd?

3 OBMOČJE RAZISKAVE IN DELOVNE METODE **RESEARCH AREA AND METHODS**

Najbolj nedotaknjeni so ostali gozdovi na najvišje ležečih predelih. Tako so leta 1973 izločili na Gorjancih štiri gozdne rezervate, od tega tri pragozdne narave. Eden od njih je Ravna gora. V bistvu je majhen rezervat, preostanek mogočnega bukovega pragozda. Še vedno so v njem mogočne, celo do 40 metrov visoke bukve s premerom 120 cm (LEBEZ 1987).

Pragozd Ravna gora leži na sredini gorovja Gorjanci na nadmorski višini 860 do 950 metrov. Od Kostanjevice na Krki je oddaljen 6 km in ravno toliko od Trdinovega vrha (1181 n. m. v.). Njegova površina meri 15,53 ha. Odprt je na severovzhod, jugovzhodna stranica leži na državni meji s Hrvaško.

Pragozd spada v gospodarsko enoto Ravna gora, oddelek 12 b, s katerim upravlja Zavod za gozdove Brežice.

Fitocenološko uvrščamo gozdne sestoje pragozda v asociacijo *Cardamini savensi-Fagetum* var. *geogr. Dentaria polyphylla* Košir 1962 (MARINČEK / MARINŠEK 2003).

Za analizo sestojnih razmer v vrzeli smo izločili 15 ploskev, z dimenzijami 15 x 15 metrov. Z raziskovalnimi ploskvami smo zajeli tri položaje v vrzeli:

- zgornja stran vrzeli, neposredno ob robu vrzeli, pod zastorom starega sestoja (ploskve 1 do 5) – južna stran;
- sredina vrzeli (ploskve 6 do 10);
- spodnja stran vrzeli, neposredno ob robu vrzeli, pod zastorom starega sestoja (ploskve 11 do 15) – severna stran;

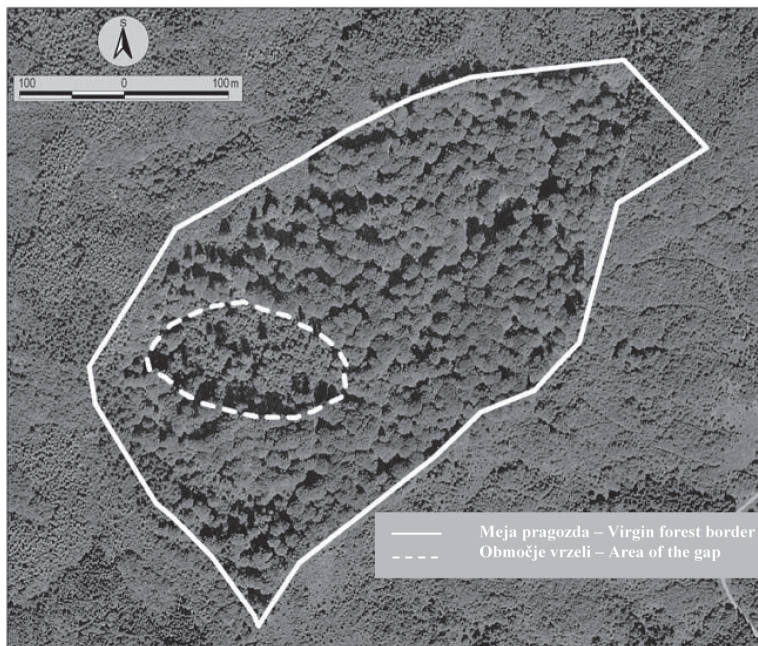
Ploskve niso postavljene po transektu, ker smo se odločili, da jih postavimo čim bolj k robu starega sestoja, vrzel pa ima elipsasto obliko (Slika 1). Zaradi postavljanja ploskev pod zastor starega sestoja razdalje med ploskvami nismo mogli poenotiti, ker smo polaganje ploskev morali prilagajati nepravilni obliki roba.

Rastišče, kjer je vrzel, je dokaj homogeno. Pri zakoličevanju ploskev smo si pomagali z busolo, merilnim trakom ter 60–metrsko vrvico. Ploskve smo označili z 1,20 m visokimi količki, ki smo jih pripravili zunaj pragozda. Vsaki ploskvi smo izmerili še naklon in azimut naklona. Zgornje in spodnje stranice ploskev smo postavili v smeri vzhod – zahod. Lega vrzeli je osojna in ima povprečen naklon 12°.

Vsa snemanja na raziskovalnih ploskvah smo opravili na podlagi IUFRO–klasifikacije. Merski prag za merjenje znakov dreves na ploskvah je bil 5 cm. Posebej smo preštevali še pomladek, kamor smo uvrstili vsa drevesca s premerom pod 5 cm.

Merili smo premer dreves, višino dreves in ocenjevali plastovitost, vitalnost, razvojno težnjo, velikosti krošnje, razrast dreves ter količino grobih lesnih ostankov.

Razrast dreves smo ocenjevali na podlagi zunanjih znakov, kot so npr. polnolesnost, stopnja zavitosti, ukrivljenosti, poškodovanosti, grčavosti debla ipd.



Slika 1: Območje pragozda Ravna gora in vetrolomne površine v njem (GURS 1996)
 Figure 1: Area of the gap inside virgin forest Ravna gora (GURS 1996)

Za napoved ocen in prognozo smo uporabili kombinacijo ocen za plastovitost, vitalnost in tendenco. Primerjali smo javor in bukev v zgornji in srednji plasti. Pri tem smo šteli primerke s kombinacijami 111, 121, 112, 211, 212 in 221 za perspektivne s tendenco združenega vzpona, primerke s kombinacijami 122, 123, 132, 133, 222, 223, 232 in 233 pa za neperspektivne.

Število pomladka (primerki s premerom, manjšim od 5 cm) smo ugotavljali na manjši vzorčni ploskvi, ki je zavzemala četrtno večje ploskve. Ločili smo pomladek po drevesnih vrstah in po višini (do 2 m, 2 do 4 m, nad 4 m). Zaradi naključnosti vzorca smo ploskve z dimenzijami 10 x 5,6 m vedno postavili v levi zgornji kot večje ploskve. Stopnjo razkroja grobih lesnih ostankov smo ocenili po metodologiji za določanje stopenj razkroja posameznih debel (projekt NATMAN 2000). Grobi lesni ostanki (coarse woody debris) v študiji vključujejo stoječe odmrlo drevje (snags), padlo odmrlo drevje (fallen logs), večje kose lesa, vej in šture (SPIES *et al.* 1988) s premerom, večjim od 10 cm.

Za predstavitev in analizo razmer v vrzeli smo uporabili letalske posnetke v digitalni ortofoto obliki (DOF5 – digitalni ortofotografski načrt), ki smo jih računalniško obdelali s

programskim paketom ArcView v različnih merilih. Osnovna karta, ki je last Geodetske uprave Republike Slovenije, je v merilu 1 : 5.000. Posnetki so bili narejeni leta 2000. Na ortofoto sliki (Slika 1) smo vrisali mejo pragozda in omejili proučevano vrzel.

4 REZULTATI RESULTS

4.1 DELEŽ DREVESNIH VRST SHARE OF TREE SPECIES

Če analiziramo vrzel (Preglednica 1), vidimo, da je največji delež javorja na sredini vrzeli, in sicer 64%, najmanj ga je na spodnji oz. severni strani vrzeli – le 54%. Na zgornji strani je razmerje med javorjem in bukvijo 59% proti 41% v korist javorja. (odstotek je drugačen kot v Preglednici 1 zaradi primerjave med bukvijo in javorjem, brez ive!). Samo na tem delu vrzeli se pojavlja iva (5%). Večja variabilnost je na sredini vrzeli, kjer je koeficient variacije za bukev celo 0,60, za javor pa 0,42. Za ivo koeficienta variacije nismo računali, ker nimamo primerjave med ploskvami.

Preglednica 1: Struktura deleža drevesnih vrst vseh združenih plasti glede na lego v vrzeli; povprečje petih ploskev in koeficienti variacije (KV)

Table 1: Share of tree species of all social layers, considering the position in the gap; average of five plots and coefficient of variation (KV)

LEGA V VRZELI / Position in the gap	% <i>Fagus sylvatica</i>	KV	% <i>Acer pseudoplatanus</i>	KV	% <i>Salix caprea</i>
Zgornji rob vrzeli / Upper part of the gap	42	0,43	53	0,33	5
Sredina vrzeli / Central part of the gap	36	0,60	64	0,42	-
Spodnji rob vrzeli / Lower part of the gap	46	0,38	54	0,33	-

4.2 VIŠINSKA ZGRADBA SESTOJA

HEIGHT STRUCTURE

Če opazujemo višine ločeno po drevesnih vrstah od zgornjega dela vrzeli navzdol, opazimo, da tako po številčnosti kot tudi po povprečni višini prevladuje javor na sredini vrzeli in na zgornji strani. Glavna ugotovitev je, da je javor na celi vrzeli nadrasel.

Po povprečni višini drevesa s sredine vrzeli močno presegajo primerke z zgornjega dela, oboji pa javorje s spodnjega dela.

Glede na porazdelitev direktnega in difuznega sončnega sevanja bi pričakovali, da so najugodnejše svetlobne razmere in z njimi priraščanje na severni strani vrzeli, kjer so ploskve od 11 do 15. Vendar rezultati kažejo, da je najbolj ugodna lega za višinsko priraščanje javorja sredina vrzeli. Celotna krivulja frekvenčnih porazdelitev višin na sredini je pomaknjena v desno in navzgor; to pomeni, da je javorja tu največ in da dosega najvišje višine, gledano na višine preostalih dveh leg v vrzeli. Najvišji javor v vrzeli meri 18 metrov, bukev pa 17 metrov.

Preglednica 2: Odstotek drevesnih vrst glede na lego v vrzeli in glede na socialno plast
Table 2: Percent of tree species with regard to position in the gap and social layer

Z G O R N J A S T R A N V R Z E L I / Upper part of the gap								
Zgornja plast / Upper layer			Srednja plast / Middle layer			Spodnja plast / Lower layer		
(%) <i>Fagus sylvatica</i>	(%) <i>Acer pseudopl.</i>	(%) <i>Salix caprea</i>	(%) <i>Fagus sylvatica</i>	(%) <i>Acer pseudopl.</i>	(%) <i>Salix caprea</i>	(%) <i>Fagus sylvatica</i>	(%) <i>Acer pseudopl.</i>	(%) <i>Salix caprea</i>
18	34	5	14	18	1	6	3	0
S R E D I N A V R Z E L I / Central part of the gap								
Zgornja plast / Upper layer			Srednja plast / Middle layer			Spodnja plast / Lower layer		
(%) <i>Fagus sylvatica</i>	(%) <i>Acer pseudopl.</i>	(%) <i>Salix caprea</i>	(%) <i>Fagus sylvatica</i>	(%) <i>Acer pseudopl.</i>	(%) <i>Salix caprea</i>	(%) <i>Fagus sylvatica</i>	(%) <i>Acer pseudopl.</i>	(%) <i>Salix caprea</i>
18	37	0	14	24	0	4	3	0
S P O D N J A S T R A N V R Z E L I / Lower part of the gap								
Zgornja plast / Upper layer			Srednja plast / Middle layer			Spodnja plast / Lower layer		
(%) <i>Fagus sylvatica</i>	(%) <i>Acer pseudopl.</i>	(%) <i>Salix caprea</i>	(%) <i>Fagus sylvatica</i>	(%) <i>Acer pseudopl.</i>	(%) <i>Salix caprea</i>	(%) <i>Fagus sylvatica</i>	(%) <i>Acer pseudopl.</i>	(%) <i>Salix caprea</i>
25	37	0	22	10	0	5	0	0

Vidimo lahko, da sta si sredina vrzeli in zgornja stran zelo podobni. Razen tega, da se iva pojavlja le na zgornji strani, imata sredina in zgornja stran nekaj skupnih značilnosti, ki jih severna oz. spodnja stran vrzeli nima (Preglednica 2). V zgornji plasti je približno enak odstotek drevesnih vrst – približno 2–krat več javorja. Srednja plast ima na obeh položajih tudi več javorja, v spodnji plasti je javorja manj kot bukke.

Na spodnji strani vrzeli je javorja več kot bukke le v zgornji plasti, vendar nima izrazite prednosti. V preostalih dveh plasteh prevladuje bukke. V spodnji plasti se javor ne pojavlja (Preglednica 2). Visok odstotek javorja v zgornji drevesni plasti v vseh delih vrzeli (Preglednica 2) nam nakazuje, da bo javor prednost še nekaj časa ohranjal.

4.3 VITALNOST DREVES VITALITY OF TREES

Odstotek najbolj vitalnih primerkov, ne glede na vrsto, je najvišji na sredini in na spodnjem delu vrzeli, srednje vitalnih je na vseh treh delih približno enako. Na zgornjem delu vrzeli je srednje vitalnih primerkov celo več kot najbolj vitalnih. Najnižji odstotek slabo vitalnih primerkov je na spodnji strani vrzeli. Za ta del lahko rečemo, da je razmerje med številom najvitalnejših in najmanj vitalnimi še najbolj ugodno. Videti je, da je za vitalen javor pomemben položaj v vrzeli. V primeru Ravne gore je najboljši položaj za rast vitalnih primerkov na sredini in na spodnjem delu vrzeli, enako velja za bukke.

4.4 RAZVOJNA TEŽNJA IN RAZRAST DREVES DEVELOPMENTAL TENDENCY AND TREE ARCHITECTURE

Ne glede na drevesno vrsto je v vseh delih vrzeli najbolj v porastu napredujoča razvojna težnja. Največ javorjev, ki imajo napredujočo razvojno težnjo, je na sredini vrzeli.

Najbolj napredujočo razvojno težnjo kaže bukke na spodnji strani vrzeli (249 / ha), obenem pa ima najnižje število "utopljenec" (71 / ha). Tu je namreč gostota dreves obeh vrst najnižja in je tekmovalnost sorazmerno slabše izražena kot na zgornjih položajih v vrzeli.

Analiza ocen sestoji glede na merila IUFRO–klasifikacije je pokazala naslednje rezultate: v zgornji plasti ima javor v vseh treh delih vrzeli bistveno več perspektivnih primerkov kot bukke. Še najvišji odstotek je na spodnji strani vrzeli, kjer je 41% od vseh osebkov vitalnega javorja z napredujočo tendenco. Ravno tako je na tem delu tudi najvišji odsto-

tek perspektivnih primerkov bukve (31%). V srednji plasti pa je razmerje med bukvijo in javorjem obrnjeno, le na zgornji strani je še majhna premoč perspektivnih primerkov javorja. Najbolj izrazita razlika je na spodnji strani vrzeli, kjer je perspektivnih primerkov bukve 9%, javorja pa le 2%. Zgornji in srednji del vrzeli sta si močno podobna. V srednji plasti kaže javor veliko slabšo razvojno težnjo kot bukev.

Javor ima v povprečju boljšo razrast (ekonomski vidik) od bukve v vseh delih vrzeli. Najbolj opazen razkorak v razrasti med bukvijo in javorjem je na sredini vrzeli, kjer kakovostnih bukev sploh ni. Na splošno je kakovost bukve slaba.

Koeficient variacije nam kaže, da vrednosti širin krošenj variirajo povsod približno enako, morda v povprečju nekoliko manj pri bukvi (Preglednica 3).

Preglednica 3: Povprečne širine krošenj in povprečne višine dreves na različnih delih vrzeli skupaj s koeficientom variabilnosti

Table 3: Average canopy diameter, average tree heights and variability coefficient in different parts of the gap

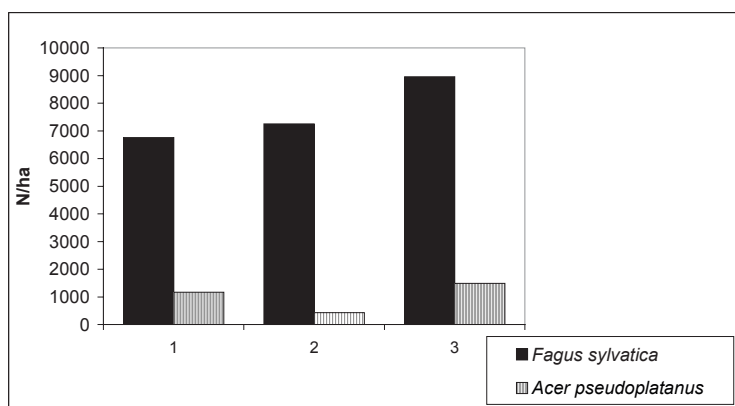
	<i>Acer pseudoplatanus</i>				<i>Fagus sylvatica</i>			
	Povp. višina (m) / Aver. height (m)	KV	Povpr. širina krošnje (m) / Aver. width of crown (m)	KV	Povp. višina (m) / Aver. height (m)	KV	Povpr. širina krošnje (m) / Aver. width of cown (m)	KV
Zgornji del vrzeli / Upper part of the gap	10,5	0,32	6,3	0,28	9,4	0,34	7,6	0,23
Sredina vrzeli / Central part of the gap	12,2	0,26	6,9	0,26	9,5	0,31	5,8	0,23
Spodnji del vrzeli / Lower part of the gap	11,2	0,22	5,8	0,28	8,4	0,28	5,3	0,3

4.5 ŠTEVILO POMLADKA

ADVANCED REGENERATION DENSITY

Analiza stanja mladja pokaže, da je tu razmerje drevesnih vrst popolnoma obrnjeno kot pri odraslih primerkih (Slika 2).

Z višino pomladka se število spreminja. Pričakovati je bilo, da bo največ javorja nad 4 metre, ker ima javor pri tej višini še največ možnosti za konkuriranje bukvi. To je raziskava tudi potrdila. Največ javorja z višino nad 4 metre je na spodnji strani vrzeli – povprečno okrog 500 primerkov / ha.

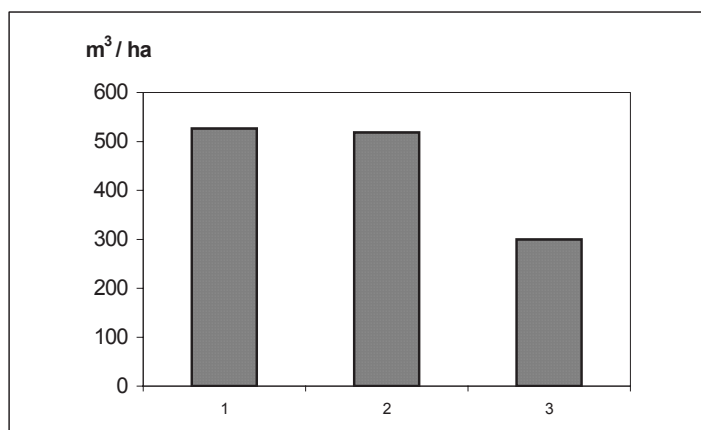


Slika 2: Delež bukovega in javorjevega pomladka na različnih delih vrzeli (1 – zgornja stran vrzeli, 2 – sredina vrzeli, 3 – spodnja stran vrzeli)

Figure 2: Share of advanced regeneration in different parts of the gap (1 – upper part of the gap, 2 – central part of the gap, 3 – lower part of the gap)

4.6 GROBI LESNI OSTANKI COARSE WOODY DEBRIS

Število in količina grobih lesnih ostankov imata podoben vzorec pojavljanja na vetrolomni površini kot preostali parametri. Povprečne vrednosti števila in količine grobih lesnih ostankov padajo od zgornjega južnega dela vrzeli proti spodnjemu severnemu delu (Slika 3).



Slika 3: Količina grobih lesnih ostankov na različnih delih vrzeli, izražena v m³ / ha (1 – zgornja stran vrzeli, 2 – sredina vrzeli, 3 – spodnja stran vrzeli)

Figure 3: Quantity of coarse woody debris in m³ / ha (1 – upper part of the gap, 2 – central part of the gap, 3 – lower part of the gap)

Stopnja razpada grobih lesnih ostankov je največja na spodnjem delu; to kaže na bolj vlažna in globlja tla. Ugotovitev lahko povežemo s številom pomladka, še posebej s številom javorja, ki ga je tu največ (Slika 2). Drugačne ekološke razmere na tem delu vrzeli nakazuje tudi fitocenološka raziskava (MARINČEK / MARINŠEK, 2003), kjer avtorja ugotavljata, da so v inicialni fazi pridobile na pokrovnosti nekatere nitrofilno-mezofilne vrste, posebno *Sambucus nigra* in *Urtica dioica*. Vrste *Geranium robertianum*, *Sambucus nigra* in *Circea lutetiana*, ki so imele pred vetrolomom manjši delež, nakazujejo sedaj vlažnost in nitrofilnost rastišča. Boljše rastiščne razmere spodnjega dela vrzeli se kažejo tudi v večji kakovosti, vitalnosti in razvojni težnji bukve, ki je na tem delu najbolj uspešna. Javor je tu po uspešnosti takoj za sredino vrzeli, kjer so zanj ekološke razmere za rast najboljše.

5 RAZPRAVA DISCUSSION

Očitno je, da je del pragozda, kjer je sedaj vrzel, veter oblikoval že v preteklosti. Le tako si lahko razlagamo visok odstotek odraslega javorja takoj po vetrolomu. Videti je, da je bil javor tudi v spodnji plasti močno zastopan že pred vetrolomom. Verjetno zaradi različnih manjših motenj v preteklosti. Ko je veter podrl na tla drevesa iz zgornje plasti, je spodnja plast, ki ni bila toliko prizadeta, prevzela vodilno vlogo. V zgornji plasti je le nekaj dreves, ki so kljubovala vetru.

Do podobne ugotovitve je z raziskavo prišla že LEBEZOVA (1987), ki je ugotovila, da je kar 47% dreves, ki so vetrolom preživela, takrat predstavljal javor. Primerkov javorja, ki so imeli do 15 cm premera ali 15 metrov višine, pa je bilo celo dvakrat toliko kot bukve. Tudi njena analiza nakazuje navzočnost motenj na tej površini že v preteklosti.

V celotni vrzeli lahko govorimo o vsaj štirih generacijah drevja. Prva generacija je bilo drevje, ki ga je podrl vetrolom. Tudi posamezna drevesa, ki so obstala, pripadajo tej generaciji. Takrat podstojna drevesa, ki so vetrolom preživela, pripadajo drugi generaciji. Tretja generacija je mladje, ki je vzniknilo po vetrolomu in je sedaj v fazi letvenjaka do drogovnjaka (verjetno več generacij). Mladje, ki se poraja pod današnjo zgornjo plastjo dreves, pripada naslednji, tj. četrti generaciji.

V naši raziskavi smo, glede na dejstvo, da je šlo za motnjo večjega obsega, pričakovali večji delež javorja in pionirskih vrst. Več javorja kot svetlobne vrste smo pričakovali v osrednjem in prisojnem delu vrzeli, kar je raziskava delno potrdila. Pričakovali smo večji delež ive, vendar se pojavlja le posamič in še to le v zgornjem delu vrzeli, pod zastorom.

Debelinska zgradba v celotni vrzeli kaže na izjemno hiter razvoj glede na dejstvo, da je preteklo komaj slabih 20 let od motnje. Višinska zgradba je najugodnejša na zgornji strani vrzeli in na sredini, kjer je javor še predrasel bukvi. Javor prevladuje nad bukvijo v zgornji plasti na celotni vrzeli (Preglednica 2), v srednji plasti je prevladujoč le na zgornji strani in na sredini. V spodnji plasti povsod prevladuje bukev.

Kombinacija ocen razvojne težnje in vitalnosti za zgornjo plast nakazuje, da je javor bolj progresiven od bukve, v srednji plasti se kaže boljši razvoj bukve predvsem na spodnjem delu vrzeli. V povprečju ima javor na sredini in na spodnjem delu vrzeli širši premer krošnje, na zgornjem delu ima bukev v povprečju najširšo krošnjo. Analiza pomladka je pokazala, da na vseh delih vrzeli močno prevladuje bukovo mladje, kar v naslednji generaciji nakazuje prevlado bukve. Največ pomladka obeh vrst je na spodnji strani vrzeli (Slika 2).

Grobih lesnih ostankov je po dvajsetih letih še vedno veliko. Zanimiv rezultat analize primerjave med pomladkom in grobimi lesnimi ostanki je, da je največ mladja na delu vrzeli, kjer je grobih lesnih ostankov najmanj – na spodnji strani vrzeli. Vzrok je težko razložiti, pričakovali smo pozitivno odvisnost.

Zanimivo je vprašanje, zakaj se iva pojavlja samo na zgornji (južni) strani vrzeli (Preglednica 1). BONČINA (1997), ki je preučeval dinarske jelovo-bukove sestoje, je ugotovil, da so t. i. manjšinske drevesne vrste (jerebika, iva in druge) v zeliščni plasti stalno navzoče, vendar so izločene bodisi zaradi ekoloških razmer bodisi zaradi vpliva parkljaste divjadi in zato ne uspejo prerasti niti v grmovno plast. Če se opremo na te ugotovitve, je videti, da so bile na zgornjem delu vrzeli za ivo ugodne ekološke razmere, morda je bil tudi vpliv divjadi manjši. Še bolj verjetna je hipoteza, da so se v vrzeli po vetrolomu izoblikovale drugačne razmere, kot bi se na golosečni površini. Prav zaradi heterogenosti in že obstoječega mladja in podstojnega drevja so se izoblikovale slabše svetlobne razmere za ivo. Pa tudi konkurenca bukve in javorja je bila prevelika.

Če skušamo odgovoriti na vprašanje, katere drevesne vrste bodo predstavljale glavni prihodnjega sestoj v vrzeli, lahko ugotovimo, da sta to javor, ki je navzoč v vseh delih vrzeli (52% do 64%) in bukev, ki jo je nekoliko manj. Pri napovedi, katera vrsta bo v prihodnosti prevladala, je potrebna previdnost. Dolgoživost, oziroma končna starost je višja pri bukvi. Poleg tega lahko predvidevamo, da bo bukev od strani in od spodaj zasenčila javor, ki za optimalno rast potrebuje široko krošnjo. Dolgoročno se bo verjetno delež prevesil v korist bukve, javor bo preživel v manjših skupinah in šopih.

Vzroki za visok delež javorja so tudi v rastišču. Optimalna rastišča za gorski javor so v nižjem gorskem svetu, npr. na rastišču *Lamio orvalae-Fagetum*. Področje na Ravni gori je že zunaj tega areala. Tudi reliefne razmere niso optimalne za javor, saj je vrzel nagnjena na severno stran, javor pa zahteva več svetlobe in toplote kot bukev (MARINČEK, ustno, 2001). ELLENBERG (1996) uvršča gorski javor med senčno in polsenčno drevesno vrsto z oceno 4, medtem, ko bukev uvršča med senčne drevesne vrste z oceno 3. Tudi OBERDORFER (1994) uvršča javor med vrste, ki potrebujejo za rast več svetlobe kot bukev. *Cardamini savensi-Fagetum*, ki je tu osnovna združba, je po KOŠIRJU (1979) čista bukova združba. Verjetno je na visok delež javorja vplivala tudi zaščita pred objedanjem zaradi podrtih debel.

Po BRINARJU (1957) na močno uveljavljanje bukve vpliva njena borbena moč in življenjska žilavost, ki je oprta na izredne sociološko–edifikatorske sposobnosti. KORDIŠ (1977), ki je raziskoval razvojne težnje in združbene pojave v mešanem gozdu bukve z gorskim javorjem in velikim jesenom, ugotavlja, da je na naglo odprtih površinah, poraščenih s številnimi visokimi zelnatimi rastlinami, konkurenčna moč bukve, gorskega javorja in velikega jesena različna. Skozi plast zelišč se veliko lažje prebijeta gorski javor in veliki jesen kot bukev, ki je v takih razmerah v podrejenem položaju.

Z našo raziskavo sklepamo, da je tudi količina odmrlih dreves na tleh eden od dejavnikov, od katerega je odvisno število pomladka. Naši rezultati kažejo, da je največja številčnost pomladka v delu vrzeli (spodnji del, pod zastorom), kjer leži najmanj odmrlih dreves. Stopnja razkroja je tu najvišja. Današnji podmladek (primerki četrte generacije) ne pomeni reakcije na motnjo (vetrolom), temveč je bistvo reakcije pri danes višjih drevesih, ki so predvsem v zgornji in srednji plasti.

V nadaljevanju podajamo pregled ugotovitev tujih raziskovalcev, ki niso neposredno primerljive in naj služijo le za splošno primerjavo. CANHAM (1989) ugotavlja, da bukev (*Fagus grandifolia*) in javor (*Acer saccharum*) rasteta hitro tudi v manjših vrzelih, ter tudi pod sklenjenimi krošnjami. V splošnem raste bukev pod krošnjami hitreje kot javor, le-ta pa v vrzeli dvakrat hitreje kot bukev. CONNELL (1989) je prepričan, da sta gostota in velikost dreves, ki rastejo v vrzeli, zelo pomembna za njihovo preživetje v prihodnje. Med rastlinami, ki preživijo motnjo, imajo visoki osebki prednost pred nižjimi. Iz istega razloga je tudi hitrejša rast prednost. Čeprav potrebuje javor (*Acer saccharum*) v spodnji plasti nekaj časa, da po motnji, ki ga je sprostila, prilagodi asimilacijski aparat, zaradi hitre dominantne rasti v višino preraste bukev (*Fagus grandifolia*) (POULSON / PLATT 1989).

V Ameriki je RUNKLE (1981) preučeval dinamiko vrzeli v gozdu bukve in javorja (*Acer*

saccharum in *Fagus grandifolia*). V primerjavi z našo raziskavo je preučeval manjše vrzeli različnih starosti. Za malo vrzel je štel vrzel, ki je nastala zaradi odmrtnja drevesa, velike vrzeli so nastale po odmrtnju dveh do štirih dreves. Lahko bi rekli, da je proučeval razlike znotraj malih vrzeli različnih velikosti. Prišel je do zanimivih ugotovitev za naše razmere, da je v odraslem sestoju bukve in javorja v zgornji plasti 49% javorja in 51% bukve, v vrzelih pa presenetljivih 83% javorja in 17% bukve. Zanimiva je ugotovitev, da se bukev bolje pomlajuje v vrzelih, ki so nastale v pretežno javorjevih sestojih kot v bukovih (RUNKLE 1990).

Večina podrtih dreves v vrzeli leži v smeri proti jugovzhodu (LEBEZ 1987). Do podobnih sklepov je prišel tudi FALINSKI (1987), ki se je v Narodnem parku Bialowieza na Poljskem, na rastiščih *Tilio-Carpinetum* in *Pino-Quercetum*, ukvarjal s podrtimi drevesi po vetrolomu. Raziskoval je njihovo razporeditev v prostoru in učinke, ki jih imajo na pragozdni biotop. Ugotovil je, da je smer podrtih debel večinoma določena s smerjo vetra, včasih pa se podrta debla pojavljajo v različnih smereh. Vzrok za to je zračna turbulenca. Ugotavlja, da sta neprestano kopičenje razpadajočega lesa in proces razpadanja pomembna pri kroženju energije in snovi.

6 PRENOS IZSLEDKOV NA GOSPODARSKI GOZD IMPLICATIONS FOR MANAGEMENT

Ob ujmah, kot je bila v pragozdu Ravna gora, se hkrati zavemo krhkosti in žilavosti življenja. Veter je v trenutku pometal na tla mogočna drevesa, že v naslednjem trenutku se je začelo razvijati novo življenje. Če bi bil naš objekt proučevanja gospodarski gozd, bi v populacijo mladja že pred leti posegel gozdar-gojitelj. Delo, v tem primeru gojenje, je smotno, če se pri njem ne porabi veliko časa in denarja, učinki pa so kljub temu visoki. Vse to je mogoče, če delamo skupaj z naravo in njeno delovanje le usmerjamo v skladu z njenimi zakonitostmi.

Po opravljeni analizi lahko sklenemo, da je rastišče na Ravni gori, ki je sicer tipično bukovno rastišče, enako dobro tudi za javor, ki tukaj dobro uspeva. Na primerljivih rastiščih bi ga lahko gojili v večji primesi in kot vrsto, primerno za sanacijo gozdnih površin po velikopovršinskih motnjah. V odraslem bukovem gozdu se namreč javor nasemeni, prenaščanje v višje plasti gozda pa mu je onemogočeno.

Podobne motnje so se in se bodo še pojavljale. Pomembnejši zaključki raziskave, ki jih je mogoče smiselno prenašati v gospodarske gozdove na primerljivih kombinacijah sestojev,

rastišč in motenj, so naslednji:

- Prisotnost pomladka in podstojnega drevja v odraslih sestojih, ki sicer ni v funkciji obnove gozda, je v primeru ujm ključnega pomena. V raziskavi so pomladek in preživeli osebki podstojne plasti tvorili nosilno generacijo nadaljnjega razvoja v vrzeli. Pri negi je smiselno upoštevati spoznanje, da so predrastki, ki se razvijajo iz polnilne plasti, slabše tehnične kakovosti.
- Najprimernejši čas za pospeševanje in nego javorja je takoj po motnji. Pospeševanje je smiselno, saj je zelo kakovosten.
- Sredina vrzeli pripada gorskemu javorju. Tu ga je največ in je najbolj kakovosten ter vitalen. Severni oz. spodnji del vrzeli bolj ustreza bukvi.
- Tudi zgornji rob vrzeli, ki prejme najmanj svetlobe, je primernejši za vzgojo bukve s posamezno primesjo javorja v šopih.
- Orkanski vetrovi pogosto prihajajo s severozahoda, kar je potrebno upoštevati pri obnovi sestojev.

7 SKLEP CONCLUSION

Pragozdove in gozdne rezervate izločamo in ščitimo predvsem zaradi znanstvenoraziskovalnega dela in izobraževanja gozdarske stroke. Ti objekti morajo postati sestavni del gozdarskih inventur in načrtovanja. Pragozd Ravna gora je eden izmed štirinajstih pragozdnih rezervatov v Sloveniji. Vetrolomna površina, velika 5,17 ha, ki je nastala leta 1983, je po raziskavah v preteklosti, postala leta 2000 predmet naše raziskave. Rezultati kažejo, da je bila vetrolomna površina takoj po motnji zelo heterogena. Razvojni procesi v vrzeli so zaradi prisotnosti pomladka, predrastkov in odmrlih dreves drugačni od procesov na golo-sečni površini primerljive velikosti. Iva se kot pionirska vrsta pojavlja le na zgornji (južni) strani vrzeli. Na celotni vrzeli se razvija sestoj gorskega javorja in bukve. Analiza stanja je pokazala, da javor po številčnosti in povprečni višini prevladuje nad bukvijo. Na sredini je javorja celo 64%, povprečne višine javorja se gibljejo od 10,5 m na zgornji strani vrzeli, do 12,2 m na sredini. Bukovi primerki so v povprečju najvišji na sredini (9,5 m) in najnižji na spodnjem (severnem) delu vrzeli (8,4 m). Z analizo razvojne težnje bukve in javorja glede na plast, vitalnost in tendenco smo ugotovili, da bo javor vsaj srednjeročno zadržal delež v zmesi. V nižjih plasteh, še bolj pa v pomladku – četrti generaciji, se že nakazuje prevlada bukve. Pomladka javorja je na celotni površini le 5 - 15%.

Če skušamo napovedati, kakšno bo razmerje med bukvijo in javorjem v prihodnje, moramo upoštevati dolgoživost, plastičnost in sencovzdržnost bukve. Verjetno bo bukev z razvojem krošenj slabila javor od spodaj in s strani. Osvetlitev bodočega razvoja živahnega tekmovanja med bukvijo in javorjem lahko ponudi le nova raziskava čez desetletje.

8 POVZETEK

Pragozd Ravna gora leži v jugovzhodni Sloveniji na nadmorski višini od 860–950 m. V optimalni fazi čistega bukovega sestoja (*Fagus sylvatica* L.) je leta 1983 močan veter povzročil vrzel, veliko 5,17 ha. Motnja je ustvarila priložnost za razvoj pionirskih grmovnih in drevesnih vrst v sekundarni sukcesiji gozdne vegetacije. Prva raziskava pragozda in vrzeli je bila opravljena leta 1983, leta 2000 pa smo opravili dve raziskavi: fitocenološko analizo vegetacije celotnega pragozda ter raziskavo vrzeli s posebnim poudarkom na razvojnih vzorcih gozdne regeneracije.

V vrzeli smo postavili petnajst raziskovalnih ploskev (15 x 15 m), ki smo jih razporedili na treh različnih lokacijah. Izmerili smo premer, višino, vitalnost, kakovost, socialni položaj in razvojno težnjo vseh dreves s premerom nad 5 cm (po IUFRO–klasifikaciji). Najvitalnejšim drevesom smo izmerili premer krošnje. Glede na zgoraj navedene znake smo poskušali ugotoviti, na katerem delu vrzeli je bila naravna regeneracija najbolj uspešna. Posebej nas je zanimalo razmerje med bukvi (*Fagus sylvatica* L.) in javorjem (*Acer pseudoplatanus* L.) glede na lego v vrzeli.

Ugotovili smo, da je javor najštevilnejši na sredini vrzeli, kjer so najboljše svetlobne razmere (delež javorja 64%, bukve 36%). Raziskava razvojne težnje primerkov obeh vrst je pokazala, da je bil javor najbolj zastopan takoj po vetrolomu. Še vedno prevladuje v zgornji plasti, v srednji in spodnji plasti je število javorja nižje od bukve.

Ugotovili smo, da so bile razmere, ki so se izoblikovale po vetrolomu, bistveno drugačne od tipičnega goloseka. Navzočnost mladja več generacij, raznomernost njegove zgradbe in prisotnost odmrlih dreves so pomembni razlogi za današnje razmere v vrzeli.

9 SUMMARY

The Ravna gora virgin forest is located in SE Slovenia, at an altitude of 860-950 m. In 1983 a strong wind created a gap of 5,17 ha in the optimal phase of an almost pure beech (*Fagus sylvatica* L.) forest stand. This rare, strong disturbance created possibilities for development of different pioneer tree and shrub species in the subsequent succession of forest vegetation. The first survey of the virgin forest reserve was carried out in 1983. In the year 2000 we analysed the vegetation of the forest reserve with special regard to development patterns of the woody regeneration within the gap.

In the gap 15 sample plots (15 x 15 m) in three transections were established where the diameter, height, vitality, developmental tendency and architecture of all individual trees above 5 cm in diameter were measured (IUFRO classification). The diameter of the crown was only measured in the most vital trees. Our research concentrated on regeneration patterns in different positions within the gap. We focused in particular on the competition between beech (*Fagus sylvatica* L.) and sycamore (*Acer pseudoplatanus* L.).

Sycamore, beech and goat willow (*Salix caprea* L.) were found in the gap, with share intervals according to their position within the gap being 53-64%, 36-46% and 0-5%, respectively (Table 1). Sycamore was most abundant in the centre of the gap (64%), presumably because of favourable light conditions. The stand structure and vitality exposed that sycamore was more abundant immediately after the wind throw, which is coherent with previous research. The beech was more abundant in lower tree layers and within advanced regeneration since lower layers were shaded and beech was better adapted to the lower disposal of light. Due to the high vitality of sycamore in the upper layer, we expect a long lasting competition between beech and sycamore for domination.

10 VIRI REFERENCES

- ANKO, B., 1993. Vpliv motenj na gozdni ekosistem in na gospodarjenje z njim. Zbornik gozdarstva in lesarstva 42, s. 85–109.
- BONČINA, A., 1997. Naravne strukture gozda in njihove funkcije v sonaravnem gospodarjenju z gozdom. Doktorska disertacija. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 210 s.
- BONČINA A., 1998. Stand dynamics of the virgin forest Rajhenavski Rog (Slovenia) during the past century- V: Proceedings of the invited lecturers' reports presented at the COST E4 Management Committee and Working Groups Meeting in Ljubljana, Slovenija, Virgin Forests and Forest Reserves in Central and East European Countries. Ljubljana, University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources, 171 s.
- BONČINA, A., / DIACI, J., 1998. Novejše študije o obnovitvenih ciklih srednje-evropskih pragozdov ter priporočila za prihodnje raziskave. Zbornik gozdarstva in lesarstva 56, s. 33–53.
- BRINAR, M., 1969. Vpliv svetlobe na razvoj bukovega mladja. Zbornik gozdarstva in lesarstva 7, s. 61–145.
- CANHAM, C. D., 1989. Different responses to gaps among shade-tolerant tree species. Ecology, Vol. 70, No. 3, s. 549–550.
- CONNELL, J. H. 1989. Some processes affecting the species composition in forest gaps. Ecology, Vol. 70, No. 3, s. 560–562.
- DEBELJAK, M., 1999. Mrtvo drevje v pragozdu Pečka. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 59, s. 5–31.
- GURS, 1996. Digitalni ortofoto. Environmental Systems Research Institute. ARCVIEW 3.2. 1996. (Računalniški program)
- ELLENBERG, H., 1996. Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. 5 Auflage. Stuttgart, Verlag Eugen Ulmer, 1095 s.

- FALINSKI, J. B., 1978. Uprooted trees, their distribution and influence in the primeval forest biotope.- *Vegetatio* 38, 3, s. 175–183.
- FISCHER, A., / ABS, G., / LENZ, F., 1990. Natürliche Entwicklung von Waldbeständen nach Windwurf.- *Forstw. Cbl.* 109, s. 309–326.
- HARTMAN, T., 1998. Hundred years of virgin forest conservation in Slovenija.- V: Proceedings of the invited lecturers' reports presented at the COST E4 Management Committee and Working Groups Meeting in Ljubljana, Slovenija, Virgin Forests and Forest Reserves in Central and East European Countries. Ljubljana, University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources, 171 s.
- HOČEVAR, S., 1985. Predinarski gorski pragozdovi: Trdinov vrh in Ravna gora na Gorjancih, Kopa v Kočevskem Rogu in Krokra na hrbtu pogorja Borovška gora – Planina nad Kolpo (mikoflora, vegetacija in ekologija). *Strokovna in znanstvena dela*; 76, 267 s.
- KORDIŠ, F., 1977. Vitalnost in konkurenca v mešanem gozdu bukke in plemenitih listavcev na rastišču *Abieti-Fagetum dinaricum*. Ljubljana, Inštitut za gozdno in lesno gospodarjenje pri Biotehniški fakulteti, 125 s.
- KORPEL, Š., 1995. Die Urwälder der Westkarpaten. Stuttgart, Jenna, New York, Gustav Fischer Verlag, 310 s.
- KOŠIR, Ž., 1979. Ekološke, fitocenološke in gozdnogospodarske lastnosti Gorjancev v SLO. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 17, 1, s. 1–242.
- LEBEZ, J., 1987. Pragozd Ravna gora. *Strokovna in znanstvena dela*. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, 45 s.
- MARINČEK, L., 1987. Bukovi gozdovi na Slovenskem. Ljubljana, Delavska enotnost, 153 s.
- MARINČEK, L., 1973. Gozdne združbe in rastiščnogojitveni tipi gozdnega predela Gorjanci. Ljubljana, Biro za gozdarsko načrtovanje, 132 s.
- MARINČEK, L., / MARINŠEK, A., 2003. Vegetacija pragozda Ravna gora. *Hacquetia* 2/1, s. 53–69.
- MLINŠEK, D., 1985. Naraven gozd v Sloveniji. Univerza Edvarda Kardelja v Ljubljani, VDO Biotehniška fakulteta, VTOZD za gozdarstvo, Ljubljana, 48 s.
- MLINŠEK, D., / ACCETTO, M., / ANKO, B., / PISKERNIK, M., / ROBIČ, D., / SMOLEJ, I., / ZUPANČIČ, M., 1980. Gozdni rezervati v Sloveniji. Ljubljana. Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo pri Biotehniški fakulteti v Ljubljani, 414 s.
- MLINŠEK, D., 1985. Pra-gozd v naši krajini. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, VTOZD za gozdarstvo, 157 s.
- MLINŠEK, D., 1992. Gojenje gozdov I in II – skripta za univerzitetni študij gozdarstva. Ljubljana, BF, Oddelek za gozdarstvo.
- NatMan Work package 3 (Regeneration and ground vegetation dynamics) workplan-Nat-Man (Nature-based Management of beech in Europe), EU 5th Framework programme: Quality of Life and Management of Living Resources, 16 s.
- OBERDORFER, E., 1994. Pflanzensoziologische Exkursionsflora. 7 Auflage. Stuttgart, Verlag Eugen Ulmer, 1050 s.
- POULSON, T. L., / PLATT, W. J., 1989. Gap light regimes influence canopy tree diversity. *Ecology*, 70, 3, s. 553–555.
- PETERKEN, G. F., 1996. Natural woodland: ecology and conservation in northern temperate regions. Cambridge University Press, Cambridge, 522 s.
- RUNKLE, J. R., 1981. Gap regeneration in some old-growth forests of the eastern United States. *Ecology* 62, 4, s. 1041–1051.
- RUNKLE, J. R., 1982. Patterns of disturbance in some old-growth mesic forests of eastern north America. *Ecology* 63, 5, s. 1533–1546.
- RUNKLE, J. R., 1990. Gap dynamics in an Ohio Acer-Fagus forest and speculations on the geography of disturbance. *Canadian Journal of Forest Research* 20, s. 632–641.

SPIES, T.A., / FRANKLIN, J.F., / THOMAS, T.B. 1988. Coarse woody debris in douglas-fir forest of western Oregon and Washington. *Ecology* 69, s. 1689–1702.

ZIERL, H., / SIEGRIST, J., 1999. Sturmwürfe 1990 im Nationalpark Berchtesgarden und Folgeentwicklungen. *Forstliche Forschungsberichte* 176, 82 s.