

GDK 228+61

Prispelo / Received: 11. 10. 2000
Sprejeto / Accepted: 10. 11. 2000

Izvirni znanstveni članek
Original scientific paper

PRIMERJAVA STRUKTURE GOZDNIH SESTOJEV IN SESTAVE RASTLINSKIH VRST V PRAGOZDU IN GOSPODARSKEM GOZDU TER PRESOJA UPORABNOSTI IZSLEDKOV ZA GOZDARSKO NAČRTOVANJE

Andrej Bončina*

Izvleček

Avtor prikazuje izsledke primerjalne raziskave strukture gozdnih sestojev in rastlinske sestave v pragozdu Rajhenav in gospodarskem gozdu. V gospodarskem gozdu je mozaičnost horizontalne strukture bolj izrazita, število vrzeli in mladovij je večje, njihova površina tudi večja. V gospodarskem gozdu je več kot za polovico nižja lesna zaloga, delež debelega drevja in količina mrtvega drevja sta občutno manjša kot v pragozdu, drevesna sestava je pestrejša, v pomladku uspeva večje število drevesnih vrst. Zeliščna plast je bolj razvita v gospodarskem gozdu, kjer smo evidentirali večje število vrst, njihovo obilje je v splošnem tudi večje. V cikličnem razvoju gozdnih sestojev od mladovij do debeljakov in pomlajencev se število in obilje vrst v zeliščni plasti povečujeta. Raziskava potrjuje, da je razmerje razvojnih faz gozda primeren kazalec za posredno ocenjevanje različnih kriterijev trajnostnega gospodarjenja z gozdovi.

Ključne besede: zgradba sestoja, horizontalna zgradba gozda, rastlinska raznovrstnost, gospodarski gozd, pragozd, gozdarsko načrtovanje

A COMPARISON OF STAND STRUCTURE AND PLANT SPECIES COMPOSITION BETWEEN VIRGIN FOREST REMNANTS AND MANAGED FORESTS, AND RESULT CONSIDERATIONS WITH REGARD TO FORESTRY PLANNING

Abstract

Some results of comparisons of stand structure and plant species composition between virgin forest remnants and managed forests are presented. The horizontal structure of the analysed managed stands is more diverse and patchy, the number of canopy gaps and stand initiation patches is higher, and their average area is larger, too. In the managed forest growing stock is less than half of that in the virgin forest remnant, the volume of large diameter trees (DBH > 50 cm) and dead trees (snags and logs) is much lower, tree species composition is more diverse and tree species number in natural regeneration is higher compared to the virgin forest remnant. The herb layer is more abundant in the managed forest: more plant species were registered there and their abundance is greater. In the cyclical stand in development from juvenile to optimal phase the number and abundance of plant species increased. Proportion of developmental phases is a suitable indicator for assessment of different criteria of sustainable forest management.

Key words: stand structure, texture, plant diversity, managed forest, virgin forest remnant, forest planning

* doc. dr., BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Večna pot 83, 1000 Ljubljana, SVN

VSEBINA
CONTENTS

1	UVOD IN OPREDELITEV PROBLEMA	
	INTRODUCTION AND PROBLEM DEFINING.....	155
2	NAMEN	
	AIM OF THE RESEARCH.....	157
3	OPIS OBJEKTOV IN DELOVNIH METOD	
	RESEARCH AREA AND METHODS	157
4	IZSLEDKI IN RAZPRAVA	
	RESULTS AND DISCUSSION.....	160
5	POMEN IZSLEDKOV ZA GOZDARSKO NAČRTOVANJE	
	CONCLUSIONS FOR FORESTRY PLANNING.....	173
6	SUMMARY	177
7	VIRI	
	REFERENCES	179
8	ZAHVALA	
	ACKNOWLEDGEMENT.....	181

1 UVOD IN OPREDELITEV PROBLEMA INTRODUCTION AND PROBLEM DEFINING

Različni parametri strukture gozdnih sestojev so pomembni indikatorji biodiverzitete gozda (HARRIS 1984, SCHERZINGER 1996, ANGELSTAM 1998). V okviru gozdarskega načrtovanja se ne moremo ukvarjati s posameznimi rastlinskimi ali živalskimi vrstami in njihovimi nišami, ampak lahko presojamo predvsem parametre o gozdnih sestojih, ki pa posredno nakazujejo ohranjenost habitatov živalskih in rastlinskih vrst. Vpliv strukture gozdnih sestojev na biotsko raznovrstnost lahko spoznavamo s primernimi raziskavami, njihove izsledke pa uporabimo v gozdarskem načrtovanju in pri ravnanju z gozdovi. Izsledke ene takšnih raziskav podaja ta prispevek.

Gozdarji pogosto prikazujemo gozd kot mozaik različnih sestojev oz. razvojnih faz gozda. Gozdne sestoje členimo največkrat v mezo merilu (1:2 500 do 1:10 000), in sicer glede na strukturo sestojev in njihovo drevesno sestavo. S pojmom horizontalna struktura ali tekstura gozda (HILLGARTER 1971, OTTO 1994 in KORPEL 1995) označujemo, kakšna je razmestitev, oblika in velikost sestojev (zaplat) ter kakšen je delež posameznih sestojnih tipov (razvojnih faz). Že Aubreville (1938) je trdil, da različno velike skupine drevja posamezne vrste tvorijo mozaik, Watt pa je že leta 1947 razlikoval tri stopnje v cikličnem razvoju gozda (cit. po PLATT / STRONG 1989). Sedaj razlikujemo večje število razvojnih faz gozda, uporabljamo pa tudi različne sestojne tipe, kamor uvrščamo posamezne sestoje glede na opredeljene kriterije. Gozdove torej lahko členimo na sestoje ali na dele sestojev, skratka, na elemente horizontalne strukture gozda ali »zaplate«, ki se po določenih kriterijih (na primer sestava, zgradba itd.) razlikujejo od svoje okolice, tako da jih je možno razmejiti. Pojem zaplata (ang.: *patch*) izhaja iz fitocenologije, sedaj pa ga v veliki meri uporabljamo tudi v krajinski ekologiji, saj je koncept zaplat uporaben za različna merila in različne kriterije.

Horizontalna diferenciacija sestojev je lahko posledica (1) rastiščnih razmer, (2) obnovitvenih ciklov gozdnih sestojev ali (3) različnih vplivov (motenj) iz okolja.

1. Rastiščne razmere vplivajo na vrstno sestavo gozdnih cenoz in tudi rastne značilnosti drevesnih vrst. Vendar se drevesna sestava spreminja manj izrazito kot gozdne fitocenoze. V relativno stabilnem okolju se cenoze prekrivajo (WHITTAKER 1975), zato je primerneje kot o mozaiku ostro razmejenih fitocenz govoriti o njihovem

- vzorcu (ang.: *patch pattern*), kar velja tudi za mozaik gozdnih sestojev. Diskretno prikazovanje horizontalne strukture gozda je zato le približek dejanskemu stanju. Prepoznavnost posameznih sestojev kot elementov prostorske strukture gozda je v veliki meri odvisna od gospodarjenja z gozdovi. Na splošno velja, da so meje med sestoji izrazitejše, če so posegi redki, njihova jakost pa velika (na primer golosečni in zastorni gojitveni sistem).
2. Z rastjo dreves se struktura sestojev stalno spreminja. Obnovitveni cikli gozdnih sestojev so posledica rasti oziroma staranja dreves.
 3. Strukturo gozdnih sestojev lahko analiziramo glede na režim motenj (ANKO 1993, MIEGROET 1986, PICKETT / WHITE 1985). »Motnja (ang.: *disturbance*) je kakršenkoli relativno diskreten dogodek v času, ki vpliva na strukturo ekosistema, skupnosti ali populacije, spreminja vire ali fizikalno okolje« (PICKETT / WHITE 1985, str.7). Režim motenj je opredeljen z jakostjo, pogostostjo in površino, ki jo prizadene posamezna motnja (ibid.). Zaradi antropogenih vplivov se je režim motenj znatno spremenil. Tudi gozdarsko dejavnost lahko z ekosistemskega vidika opredelimo kot motnjo, s to razliko, da gre za usmerjen vpliv z napovedljivimi posledicami (MIEGROET 1986). Tako v gozdnem prostoru vplivamo na drevesno sestavo in strukturo gozdnih sestojev, na lesno zalogo oziroma količino biomase, z gojitvenega vidika na sestojne zasnove, negovanost itd. S tem posredno spreminjamo notranje okolje, diverzitetu rastlinskih in živalskih vrst, kroženje snovi v gozdnem ekosistemu itd. Od navedenega je najbolj vidna in tudi najlažje izmerljiva sprememba drevesne komponente gozda.

Členitev gozdov na sestojne je odvisna od prostorske ravni - merila. Mezo merilo je primerno za potrebe gojitvenega načrtovanja in tudi za organizacijo in izvajanje del v gozdovih. Struktura znotraj opredeljenih sestojev (strukturnih enot, zaplat) ni enotna, ampak glede na izbrano merilo le relativno enotna. Tudi v manjšem prostorskem okviru bi lahko členili gozd na zaplate, na dele sestojev itd; vendar to variabilnost lahko upoštevamo pri neposrednem ukrepanju, kot je odkazilo.

Vrstno diverzitetu gozda lahko presojamo glede na strukturo gozdnih sestojev. Zaradi edifikatorskega vpliva gozdnih sestojev so razmere za uspevanje rastlinskih in živalskih vrst v različnih razvojnih fazah gozda različne, razlikujejo pa se lahko tudi med različnimi sestoji iste razvojne faze gozda.

2 NAMEN

AIM OF THE RESEARCH

Z raziskavo želimo ugotoviti razlike v strukturi gozdnih sestojev med gospodarskim gozdom in pragozdnim ostankom ter njihov vpliv na pomlajevanje gozdov ter sestavo in obilje rastlinskih vrst v zeliščni in grmovni plasti v fitocenozah najbolj razširjene subasociacije *Omphalodo-Fagetum asperuletosum*. Hkrati želimo presoditi pomen rezultatov za gozdarsko načrtovanje in gozdarsko prakso in oceniti pomen razmerja razvojnih faz gozda kot kazalca za posredno opisovanje različnih kriterijev trajnostnega gospodarjenja z gozdovi.

3 OPIS OBJEKTOV IN DELOVNIH METOD

RESEARCH AREA AND METHODS

Med seboj smo primerjali horizontalno strukturo gozda, strukturo posameznih razvojnih faz ter raznovrstnost rastlin v pragozdnem ostanku Rajhenav (GE Rog, oddelek 31, površina 51,3 ha) in primerljivem gospodarskem gozdu (GE Rog, oddelek 34, površina 43,0 ha). Analizirana objekta ležita na grebenu roškega masiva v gospodarski enoti Rog kočevskega gozdnogospodarskega območja. Letna količina padavin je okoli 1500 mm, matični substrat so predvsem kredni apnenci, relief je izrazito kraški - razgiban in skalovit, zato je tudi ekspozicija različna, vendar prevladuje južna in zahodna. Najbolj razširjen tip tal so pokarbonatna rjava tla na apnencu različnih globin, ponekod najdemo tudi rendzine. Objekta spadata med dinarske jelovo-bukove gozdove (*Omphalodo-Fagetum* (Treg. 1957) Mar. et al. 1992=*Abieti-Fagetum dinaricum*). Sintaksonomska nomenklatura je skladna z delom Pregled sintaksonomskega sistema... (ROBIČ / ACCETTO 1999). Rastiščne razmere v objektih so podobne. Pragozd (P) leži na nadmorski višini od 850 do 960 m, gozdno vegetacijo in rastiščne razmere opisujejo subasociacije: *A-F asperuletosum* (62 %), *A-F festucetosum* (26 %), *A-F mercurialetosum* (7 %) ter *A-F aceretosum* (5 %). Poprečna lesna zaloga v celotnem pragozdu je 799 m³/ha, delež jelke je 57,2 %, bukve 42,1 % in 0,7 % ostalih vrst. Rastiščne razmere v gospodarskem gozdu (G) pa posredno opisujejo subasociacije: *A-F asperuletosum* (64 %), *A-F festucetosum* (1 %), *A-F mercurialetosum* (16 %) ter *A-F aceretosum* (19 %). Lesna zaloga sestojev v gospodarskem gozdu je približno 370 m³/ha,

sestoje gradijo jelka (47 %), bukev (51 %) ter gorski javor in gorski brest (2 %) (GREGORIČ et al. 1970, HARTMAN 1986, 1987, PUNCER 1978, 1980).

Najprej smo vse sestoje prostorsko omejili v merilu 1:2 500. Pred terenskim delom smo analizirali aeroposentke. Pri kartiranju na terenu smo zaradi boljše orientacije v prostoru uporabljali busolo, karto s teodolitom posnetih gozdnih vlak (G), v pragozdu pa mrežo oslonilnih točk. Pri kartiranju smo glede na opredeljene kriterije (BONČINA 2000) razlikovali različne razvojne faze, in sicer mladovje, drogovnjak, debeljak (optimalna faza), pomlajenec, raznomerni sestoj, dvoslojni sestoj in vrzel. Posamezne faze smo členili še bolj podrobno na podfaze. Elemente horizontalne strukture gozda smo razmejevali glede na njihovo prepoznavnost na terenu in glede na merilo (vrisljivost). Velikost prostorsko omejenih strukturnih enot ustreza velikosti skupine, gnezda in sestoja. Mlade razvojne faze (vrzeli, mladje, goščo) smo zaradi prepoznavnosti in nizke sestojne višine opredelili kot element horizontalne strukture gozda na relativno manjši površini kot starejše razvojne faze.

V tistih razvojnih fazah gozda, ki so zavzemale dovolj veliko površino, smo naključno izbrali tri vzorčne ploskve velikosti 30 x 30 m. Na vsaki smo analizirali drevje s prsnim premerom, večjim od 10 cm. Posameznemu drevesu smo izmerili višino (v metrih) in prsni premer (v cm) ter ocenili velikost krošnje (pet stopenj velikosti), utesnjenost krošenj (pet stopenj) ter vitalnost drevesa (pet stopenj). Mrtvemu stoječemu drevju smo izmerili prsni premer in višino, ležečemu samo prsni premer. Lesno zalogo smo določili z dvovhodnimi deblovnicami, za oceno deblovine mrtvega ležečega drevja pa smo uporabili Biolleyeve tarife. Na vzorčni ploskvi smo analizirali gostoto, sestavo in višinsko strukturo mladice drevesnih vrst, ki so bile višje od 1,3 m. Pomladek v zeliščni in grmovni plasti smo evidentirali s fitocenološkimi popisi.

V obeh objektih smo v gozdnovegetacijski enoti *Omphalodo-Fagetum asperuletosum odoratae* v maju, juniju in prvi polovici julija 1994 in 1995 v posameznih razvojnih fazah gozda popisali floristično sestavo. Velikost posamezne popisne ploskve je 16 m² (4 x 4 m), velikost vzorca za posamezno razvojno fazo znotraj objekta je praviloma 10 ploskev, skupno smo popisali 160 ploskev. Velikost popisne ploskve (16 m²) je bila določena izkustveno – glede na število evidentiranih rastlinskih vrst; to velikost smo do zdaj uporabljali tudi pri nekaterih analizah naravnega pomlajevanja. Podlaga za izbiro

ploskev je bila že vnaprej izdelana karta razvojnih faz ter predhodna analiza sestojev na izbranih vzorčnih ploskvah, saj smo ploskve za floristične popise praviloma izbirali na ploskvah za analizo sestojev. Zaradi primerljivosti smo vse ploskve izbrali na južni, jugozahodni ali jugovzhodni ekspoziciji. Vzorčenje je kombinacija subjektivne izbire in sistematičnega vzorčenja. Prvo ploskev v posameznem sestoju določene razvojne faze smo izbrali subjektivno, s tem pa je bil transekt ostalih ploskev znotraj tega sestaja določen z azimutom in šestmetersko ali štirimtersko razdaljo med dvema ploskvama. V transektu so praviloma tri ploskve. Na posamezni ploskvi smo ocenili ekološke razmere (skalovitost, nagib, ekspozicija, listni opad, zastrtost po plasteh) ter inventarizirali floristično sestavo po plasteh: (D₁) zgornja drevesna plast (od 15 m navzgor), (D₂) spodnja drevesna plast (5 do 15 m), (G₁) zgornja grmovna plast (1,3 do 5 m), (G₂) spodnja grmovna plast (0,5 do 1,3 m, lesnate rastline), (Z₁) zgornja zeliščna plast (od 0,5 m navzgor, zeli), (Z₂) spodnja zeliščna plast (do 0,5 m, vse rastlinske vrste) in (M) mahovna plast. Pri popisovanju smo uporabili Braun-Blanquetovo metodo, pri oceni obilja v D₁, D₂, G₁ smo upoštevali okolico ploskve, pri G₂, Z₁, Z₂ in M pa le tiste osebkke, ki so zastirali ploskvico, oziroma so na njej uspevali. Pri analitični obdelavi popisov smo ocene obilja transformirali z Van der Maarelvo transformacijo (MAAREL van der 1979).

Vsa nomenklatura praprotnic in cvetnic je skladna z delom Mala flora Slovenije (MARTINČIČ / SUŠNIK 1984), celotno floristično in kartno gradivo, vključno s karto razvojnih faz in z lokacijami ploskev za analizo gozdnih sestojev, pa je na vpogled pri avtorju razprave.

Fitocenološke popise smo analizirali tudi s faktorsko analizo. Na podlagi velikega števila spremenljivk in z upoštevanjem odvisnosti med njimi z njo določimo manjše število novih, med seboj neodvisnih spremenljivk, ki pojasnijo kar se da velik del celotne variance; s tem dobimo jasnejšo sliko o strukturi opazovanih spremenljivk (KOŠMELJ 1986). Vhodna matrika podatkov za faktorsko analizo je sintezna tabela 120 popisov rastlinskih vrst v zeliščni plasti; iz analize smo izpustili popise vrzeli, ki se znatno razlikujejo od preostalih popisov, in popise tistih razvojnih faz, ki se bile bodisi prisotne le v gospodarskem gozdu ali le v pragozdu. Pri analizi smo upoštevali le rastlinske vrste, ki so se pojavile vsaj v štirih popisih. Z vsakega objekta smo v analizo vključili 60 popisov, iz vsake razvojne faze v posameznem objektu pa deset popisov. Stolpci

podatkovne matrike so popisi, vrstice so rastlinske vrste, vrednosti podatkovne matrike pa so ocene obilja. Podatkovno matriko (71x120) smo analizirali z metodo glavnih komponent (PCA, varimax). Ker so stolpci (popisi) spremenljivke, govorimo o R-tipu faktorjske analize. Pri metodi glavnih komponent je vsaka spremenljivka (popis) opredeljena kot linearna kombinacija izbranih, v našem primeru dveh faktorjev:

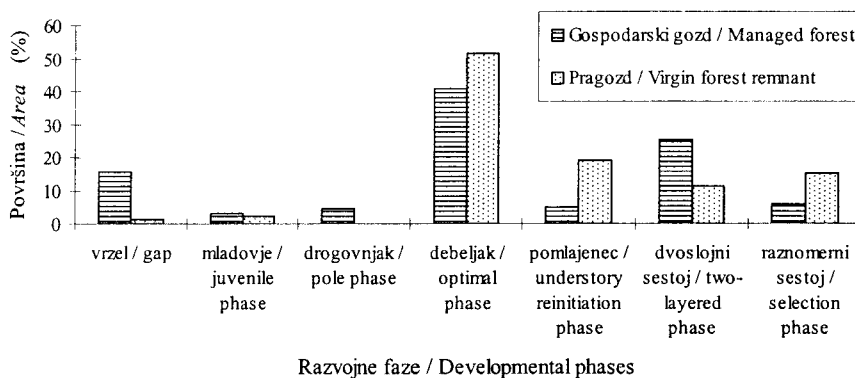
$$\text{Popis}_i = a_{i1} \cdot F_1 + a_{i2} \cdot F_2$$

a - faktorjska utež
i - število rastlinskih vrst (enot)

4 IZSLEDKI IN RAZPRAVA RESULTS AND DISCUSSION

4.1 HORIZONTALNA STRUKTURA IN RAZMERJE RAZVOJNIH FAZ HORIZONTAL FOREST STRUCTURE AND PROPORTION OF DEVELOPMENTAL PHASES

Delež posameznih razvojnih faz je v pragozdu rezultat naravne sestojne dinamike, medtem ko je v gospodarskem gozdu predvsem rezultat gojitvenega ukrepanja. Zato je horizontalna struktura gozda močno odvisna od gojitvenega sistema, nanjo pa lahko znatno vplivajo tudi abiotski in biotski vplivi, na primer vetrolomi, kalamitete itd.



Grafikon 1: Razmerje razvojnih faz v pragozdnem ostanku in gospodarskem gozdu
Graph 1: Proportion of developmental phases of virgin forest remnant and managed forest

V pragozdu nismo našli sestojev v razvojni fazi drogovnjak, medtem ko je delež vrzeli in mladovij občutno manjši (grafikon 1). V pragozdu je nastanek enomernih in enodobnih sestojev, kot so drogovnjaki, posledica naravnih katastrof, na primer vetroloma ali žledoloma, ki na določeni površini uničijo gozdni sestoj. Takšni vplivi abiotičnih dejavnikov pa v dinarskem jelovem bukovju niso pogosti. Le naglo odmiranje jelke ima lahko podobne posledice. Vzrok za manjši delež mladovja in vrzeli v pragozdu ter njihovo manjšo poprečno površino je v tem, da so naravne motnje šibke - največkrat odmrle le posamezno drevo ali skupina dreves. Delež vrzeli je v gospodarskem gozdu relativno visok, ker smo šteli za vrzeli tudi površine z nasajeno smreko. Zaradi nizke gostote sadnje zastirajo sedemletne smrekove mladice le majhen del površine in praktično ne vplivajo na ostalo rastlinje, zato so v ekološkem smislu vrzeli. Skupna površina tako opredeljenih vrzeli je 15,5 % celotne površine, od tega je 12,4 % vrzeli z nasajeno smreke in 3,1 % »pravih« vrzeli. V pragozdu je nekoliko večji delež debeljaka, vendar je delež starejših debeljakov v pragozdu občutno večji. V gospodarskem gozdu je razvojni cikel posameznega drevesa in sestoja krajši in zaključen, še preden sestoji dosežejo stanje, ki ga v pragozdu še vedno imenujemo optimalni stadij. Dvoslojni sestoji nastanejo tako, da posamezne jelke iz zgornjega položaja izpadejo bodisi zaradi poseka ali umiranja. Pri tem nastajajo manjše vrzeli. Običajno jih zapolni bukev, ki se postopoma vrašča v zgornji položaj. V pragozdu je raznomerna zgradba praviloma prehodna oblika, več ali manj stalna pa je na lokacijah, kjer so rastiščne razmere nekoliko bolj ekstremne (skalnati vrhovi, grebeni) in/ali v sestojih z večjim deležem iglavcev. V gospodarskem gozdu pa je površina raznomernih sestojev odvisna od gojitvenega sistema.

V obeh objektih prevladujejo v skupnem številu majhne zaplate razvojnih faz. V večini primerov ustreza površina zaplat razvojnih faz velikosti skupine (do 5 arov) in velikosti gnezda (5-50 arov). V analiziranih objektih smo evidentirali le nekaj zaplat, katerih površina je bila večja od 0,5 ha, tako da gojitveno-tehnično ustrezajo sestoji; kljub temu je skupni delež tovrstnih zaplat prevladujoč glede na celotno površino analiziranih objektov. Tako je v Rajhenavskem pragozdu 5 %, v gospodarskem gozdu 13 % zaplat, katerih površina je večja od 50 arov. Zaplate razvojnih faz, ki so večje od 50 arov, pokrivajo v Rajhenavskem pragozdu 77 %, v gospodarskem gozdu pa 62 % skupne površine. Mozaičnost je v analiziranem primeru torej bolj izrazita v gospodarskem gozdu.

4.2 VERTIKALNA STRUKTURA SESTOJEV VERTICAL STAND STRUCTURE

Vertikalno strukturo sestojev lahko opišemo z zastiranjem vertikalnih plasti vegetacije. Razvitost spodnjih plasti vegetacije je odvisna od zastiranja zgornjih plasti vegetacije. V debeljakih in drogovnjakih so krošnje v zgornji drevesni plasti sklenjene, zato je plastovitost v teh razvojnih fazah manj izražena.

Med objektoma nismo opazili večjih razlik v zastiranju drevesne in grmovne plasti. Grmovno plast dinarskih jelovo-bukovih gozdov gradijo predvsem drevesne vrste. Število grmovnih vrst, ki bi lahko trajno uspevale v tej plasti, je majhno. Spodnja grmovna plast je najbolj skromno razvita v dvoslojnih sestojih, drogovnjakih in debeljakih, najbolje pa v sestojih v obnovi. Zgornja zeliščna plast (Z_1) je dobro razvita le v večjih vrzelih, zato je ne moremo prištevati k ohranjeni obliki gozdne vegetacije obravnavanega sintaksona. Obilje spodnje zeliščne plasti se med razvojnimi fazami zelo razlikuje. Ta plast je najbolj skromno razvita v gošči in dvoslojnih sestojih, najbolj pa v vrzelastem debeljaku, sestoju v obnovi in v vrzeli.

Preglednica 1: Poprečna zastrtost tal (%) z vertikalnimi plastmi vegetacije po razvojnih fazah v gospodarskem gozdu (G) in Rajhenavskem pragozdu (P)

Table 1: Average coverage (%) of vegetation strata for the developmental phases in the managed forest (G) and the virgin forest remnant (P)

Razvojna faza <i>Developmental phases</i>	D ₁ <i>upper tree layer</i>		D ₂ <i>lower tree layer</i>		G ₁ <i>upper shrub layer</i>		G ₂ <i>lower shrub layer</i>		Z ₁ <i>upper herb layer</i>		Z ₂ <i>lower herb layer</i>		M <i>moss</i>	
	G	P	G	P	G	P	G	P	G	P	G	P	G	P
Gošča / <i>Stand initiation phase</i>	4	7	4	1	100	100	15	9	0	0	17	30	4	5
Drogovnjak / <i>Pole phase</i>	97	-	5	-	1	-	0	-	0	-	41	-	5	-
Dvoslojni sestoj / <i>Two-layered phase</i>	49	40	58	92	0	6	1	0	0	0	28	29	5	6
Debeljak / <i>Optimal phase</i>	88	96	10	3	0	0	1	0	0	0	44	40	8	8
Vrzelasti debeljak / <i>Optimal phase with canopy gaps</i>	69	74	8	4	3	10	11	23	3	1	59	74	12	11
Sestoj v obnovi / <i>Understory reinitiation phase</i>	40	53	17	3	39	38	23	40	3	0	53	58	5	11
Raznomerni sestoj / <i>Selection phase</i>	56	48	42	37	12	43	8	13	1	1	47	49	20	7
Vrzel / <i>Gap</i>	4	14	0	2	0	6	14	22	69	2	69	75	3	9

4.3 LESNA ZALOGA, DREVESNA SESTAVA IN PRIRASTEK GOZDNIH SESTOJEV

GROWING STOCK, TREE SPECIES COMPOSITION AND STAND INCREMENT

Lesna zaloga pragozda je 799 m³/ha, gospodarskega razreda jelovo-bukovih gozdov na rastišču *A-F asperuletosum* na Rogu, v katerega je uvrščen raziskovalni objekt, pa 368 m³/ha. Struktura lesne zaloge po razširjenih debelinskih razredih A, B, C kaže, da je v pragozdu manjša količina tanjšega (A) drevja (32 m³/ha) kot v gospodarskem gozdu (60 m³/ha), tudi nekoliko manjša količina srednjedebelega drevja (B), in sicer 102 m³/ha v pragozdu in 124 m³/ha v gospodarskem gozdu, medtem ko je v pragozdu veliko več debelega (C) drevja (665 m³/ha) kot v gospodarskem gozdu (184 m³/ha).

Ob tem pa je prirastek v pragozdu (10,1 m³/ha) le nekoliko večji kot v gospodarskem gozdu (8,3 m³/ha). Letna količina odmrlega drevja v pragozdu je okvirno enaka prirastku, saj znaša približno 11 m³/ha, letni etat v gospodarskem gozdu pa 7 m³/ha. V gospodarskem gozdu je ravnost sestojev le nekoliko manjša, čeprav je lesna zaloga občutno manjša (preglednica 2). V gospodarskem gozdu so krošnje dreves značilno večje, tudi vitalnost drevja je boljša (BONČINA 1997), po drugi strani pa predstavlja deblovina pragozda v veliki meri mrtev les sicer živih dreves.

V drevesni sestavi so med primerjanima objektoma sicer majhne a pomembne razlike. V lesni zalogi pragozda prevladujeta jelka (57,2 %) in bukev (42,1 %), drugih vrst (gorskega javorja, smreke, lipovca, gorskega bresta in drugih) je skupaj 0,7 %, v gospodarskem gozdu pa 4,6 %.

4.4 DEBELINSKA STRUKTURA DIAMETER STRUCTURE

Med pragozdom in gospodarskim gozdom smo ugotovili pomembne razlike v debelinski zgradbi sestojev:

- V pragozdnih sestojih so največje debeline dreves v vseh razvojnih fazah večje kot v istih razvojnih fazah gospodarskega gozda.

- V pragozdnih sestojih razvojne faze debeljak (optimalna faza) je število dreves veliko večje. Velikost njihovih krošenj je zato manjša. Zaradi velike gostote drevesa tudi v tej fazi intenzivno odmirajo.
- V pragozdu je število tanjšega drevja v raznomernih in dvoslojnih sestojih manjše kot v gospodarskem gozdu. Svetlobne razmere so v pragozdu zaradi večje zastrtosti z zgornjo drevesno plastjo manj ugodne.

Preglednica 2: Nekateri parametri sestojev različnih razvojnih faz v gospodarskem gozdu (G) in pragozdu (P), ugotovljeni na izbranih vzorčnih ploskvah

Table 2: Some stand parameters of different developmental phases of the virgin forest remnant (V) and managed forest (P), established on sample plots

Razvojna faza Developmental phase	Lesna zaloga Growing stock (m ³ /ha)		Mrtvo drevje Dead trees (m ³ /ha)		Število drevja (N / ha) Tree number per hectare									
					Skupaj Total		A		B		C		D	
					P	G	P	G	P	G	P	G	P	G
Debeljak Optimal phase	1066	630	113	4	379	330	145	123	111	133	93	70	30	4
Vrzelasti debeljak Optimal phase with canopy gaps	846	679	431	8	239	219	82	48	63	89	41	63	72	19
Pomlajenec Understory reinitiation phase	942	559	474	14	241	212	100	111	41	26	45	41	55	34
Raznomerni sestoj Selection phase	720	475	165	6	259	319	118	204	52	41	52	70	37	4
Dvoslojni sestoj Two-layered phase	977	486	316	9	289	578	137	489	37	30	44	41	71	18

Opomba / Remark: Debelinski razredi / Diameter classes: A ($10 \leq d_{1,3} < 30$ cm), B ($30 \leq d_{1,3} < 50$ cm) C ($50 \leq d_{1,3} < 70$ cm) D ($70 \leq d_{1,3}$)

4.5 MRTVO DREVJE

DEAD TREES

Na treh stalnih raziskovalnih ploskvah v Rajhenavskem pragozdu (1,91 ha), ki so jih zasnovali Mlinšek in sodelavci (1980), smo v letu 1994 ugotovili, da je lesna zaloga 961 m³/ha. V obdobju desetih let so odmrli drevesa, katerih lesna zaloga je v letu 1984

znašala skupno 114 m³/ha. Od evidentiranega mrtvega drevja prevladuje stoječe (73%), manj pa je mrtvega ležečega drevja (27%). Pri polni meritvi Rajhenavskega pragozda so izmerili 138 m³/ha mrtvega drevja. Na podlagi analize sestojev na 18 ploskvah pa ugotavljamo, da so med razvojnimi fazami velike razlike v količini mrtvega drevja, in sicer od 113 pa do 474 m³/ha (preglednica 2). Količina mrtvega drevja v gospodarskem gozdu je le nekaj odstotkov tiste v pragozdu.

4.6 POMLAJEVANJE REGENERATION

Z mladici označujemo vse tiste osebkne drevesnih vrst, katerih prsni premer je manjši od 10 cm, oziroma je njihova starost vsaj eno leto. Na vzorčnih ploskvah smo analizirali le mladice drevesnih vrst, ki so bile višje od 1,3 m, mladice do višine 1,3 m pa smo posredno analizirali s fitocenološkimi popisi.

Gostota in višinska struktura mladice se med razvojnimi fazami in med objekti občutno razlikuje:

- V pragozdu je gostota mladice v debeljkih in dvoslojnih sestojih večja kot v gospodarskem gozdu kljub bistveno višji lesni zalogi.
- V obdobju obnavljanja sestojev je gostota mladice v gospodarskem gozdu občutno večja, saj je osvetlitev boljša kot v pragozdu in je zato selekcija med mladici manj izrazita.

Preglednica 3: Višinska struktura mladice (število / ha), višjih od 1,3 m, v sestojih različnih razvojnih faz v pragozdu (P) in gospodarskem gozdu (G)

Table 3: Height structure of saplings in different developmental phases in the virgin forest remnant (P) and in the managed forest (G)

Razvojna faza <i>Developmental phase</i>	1,3 – 5 m		5,1 – 15 m	
	G	P	G	P
Dvoslojni sestoj / <i>Two-layered phase</i>	229	1848	725	2139
Debeljak / <i>Optimal phase</i>	10	396	26	0
Vrzelasti debeljak / <i>Optimal phase with canopy gaps</i>	632	1969	14	439
Pomlajenec / <i>Understory reinitiation phase</i>	11453	7824	666	358
Raznomerni sestoj / <i>Selection phase</i>	2347	2291	186	296

Drevesna sestava mladice je podobna v vseh analiziranih sestojih, skoraj izključno prevladuje bukev, evidentirali smo le nekaj osebkov drugih vrst, in sicer jelko, gorski javor in smreko. Pomladek drevesnih vrst do višine 1,3 m smo evidentirali v okviru fitocenoloških popisov (glej pogl. 3). Drevesna sestava pomladka se med gospodarskim gozdom in pragozdom bistveno ne razlikuje. Še najbolj opazna razlika je pri gorskem brestu in jerebiki; v pragozdu nismo na nobeni izmed 80 ploskvic našli gorskega bresta, medtem ko je v gospodarskem gozdu vsaj v zeliščni plasti prisoten. V gospodarskem gozdu nismo našli jerebike, medtem ko je bila v pragozdu prisotna v zeliščni plasti v štirih razvojnih fazah gozda.

Preglednica 4: Poprečno obilje (po Van der Maarelu) drevesnih vrst v zeliščni (Z), spodnji (G₂) in zgornji grmovni plasti (G₁) v Rajhenavskem pragozdu (P) in gospodarskem gozdu (G)

Table 4: Average abundance (values according to van Maarel) of tree species in herb layer (Z), lower (G₂) and upper (G₁) shrub layer in the virgin forest remnant (P) and the managed forest (G)

Drevesna vrsta Tree species	Gošča Stand initiation phase		Dvoslojni sestoj Two- layered phase		Debeljak Optimal phase		Vrzelasti debeljak Opt. phase with can. gaps		Pomlajenec Understorey reinitiation phase		Raznomerni sestoj Selection phase		Vrzel Gap	
	P	G	P	G	P	G	P	G	P	G	P	G	P	G
<i>Z / herb layer</i>														
<i>Fagus sylvatica</i>	2,9	2,0	1,9	1,8	4,1	4,0	6,3	4,6	3,7	4,4	6,0	3,4	6,4	2,1
<i>Abies alba</i>	1,6	1,0	2,0	1,6	2,1	2,0	2,0	1,6	1,2	2,2	2,0	1,3	2,4	1,0
<i>Acer pseudoplatanus</i>	0,7	0,6	1,8	0,8	1,9	2,1	1,9	1,8	1,8	1,8	2,0	1,6	2,5	0,8
<i>Sorbus aucuparia</i>	0,2	-	-	-	-	-	0,4	-	0,4	-	0,1	-	-	-
<i>Picea abies</i>	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,2	-	-
<i>Ostrya carpinifolia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-
<i>Salix caprea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	0,1	0,9
<i>Ulmus glabra</i>	-	-	-	0,4	-	0,9	-	0,8	-	0,6	-	-	-	0,2
<i>Prunus avium</i>	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>G2 / lower shrub layer</i>														
<i>Fagus sylvatica</i>	4,2	4,8	0,3	0,2	0,2	-	5,4	4,1	4,8	5,4	6,7	3,0	5,0	0,2
<i>Acer pseudoplatanus</i>	-	-	-	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-	0,2
<i>G1 / upper shrub layer</i>														
<i>Fagus sylvatica</i>	9,0	9,0	2,1	0,5	-	-	3,8	1,1	6,3	6,2	6,3	3,4	2,0	-
<i>Abies alba</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	0,7	-	-

Opomba / Remark: najvišja ocena je 9 / the highest score is 9

V pragozdih in gospodarskih sestojih je diverzitet drevesnih vrst v zeliščni plasti občutno večja kot v grmovni, kjer je največkrat zastopana le bukev. Različne drevesne

vrste se sicer pomlajujejo, vendar so kasneje izločene bodisi zaradi ekoloških razmer bodisi zaradi vpliva parkljaste divjadi in zato ne uspejo prerasti niti v grmovno plast. Jelka je v zeliščni plasti stalno prisotna, prav tako gorski javor, manj pogoste so t.i. manjšinske drevesne vrste (jerebika, iva in druge). Iva se pojavlja le v vrzelih ali v presvetljenih sestojih. Smrekove mladice so redke, posamezne najdemo na mestih, kjer so rastiščne razmere nekoliko bolj ekstremne, predvsem na mestih, kjer je skalovitost večja, zgradba sestojev pa pogosto raznomerna.

4.7 DIVERZITETA RASTLINSKIH VRST V ZELIŠČNI PLASTI PLANT SPECIES DIVERSITY IN HERB LAYER

Floristična sestava in obilje vrst v zeliščni plasti se spreminja glede na ciklični razvoj gozda. Med razvojnimi fazami so opazne velike razlike v številu, obilju ter diverziteti rastlinskih vrst v zeliščni plasti. Med razvojem od letvenjaka preko drogovnjaka do debeljaka se povečuje zastiranje zeliščne plasti in obilje posameznih rastlinskih vrst, povečuje pa se tudi število evidentiranih vrst. V vrzelih smo evidentirali največ različnih vrst, sicer pa je število vrst največje v vrzelastem debeljaku in pomlajencu. V gošči je glede na skromno zastiranje zeliščne plasti in nizko stopnjo osvetljenosti število vrst presenetljivo visoko. Razlaga je v sestojni dinamiki: v gošči so namreč še prisotne tiste vrste, ki so imele optimalne razmere v vrzeli ali sestoju v obnovi, v gošči pa zaradi manj ugodnih svetlobnih razmer odmirajo postopoma. Najmanj vrst bi torej našli v letvenjaku. Rastlinska raznovrstnost se nato povečuje do vrzelastega debeljaka in sestaja v obnovi, kjer se ob uspešnem obnavljanju bukve zopet zmanjšuje.

4.7.1 Primerjava floristične sestave med razvojnimi fazami Comparison of plant species diversity between developmental phases

Floristično sestavo smo analizirali v osmih razvojnih fazah pragozda (P) in gospodarskega gozda (G). Za oceno ekoloških razmer v posamezni razvojni fazi imajo največjo indikatorsko vrednost tiste vrste, ki se (ne) pojavljajo le v določeni razvojni fazi, in tudi tiste, ki so bolj pogosto in/ali bolj obilno zastopane v posameznih razvojnih fazah gozda.

Za vsako razvojno fazo v gospodarskem gozdu (G) in pragozdu (P) v oklepaju poleg imena razvojne faze navajamo:

(skupno število evidentiranih vrst na desetih ploskvah / poprečno število vrst na ploskvi).

Vrzel (G 86/36; P 46/19)

Če izvzamemo iz analize vrste, ki se od 80 popisov pojavljajo le v enem, potem so v vrzelih gospodarskega gozda izključno prisotne vrste (frekvenca v popisih vrzeli od 20 do 70 %): *Linaria vulgaris*, *Rorippa sylvestris*, *Cirsium arvense*, *Prunella grandiflora*, *Eupatorium cannabinum*, *Deschampsia caespitosa*, *Glechoma hederacea*, *Hypericum perforatum*, *Myosotis sylvatica*, *Stachys sylvatica*, *Urtica dioica*, *Brachypodium rupestre*, *Cirsium palustre*, *Pteridium aquilinum*, *Linum catharticum*, *Plantago major*, *Stellaria graminea* in *Trifolium campestre*. Razmere v vrzeli dobro opisujejo tudi tiste vrste, ki se v njej pogosto (in obilno) pojavljajo (večja frekvenca), oziroma so le izjemoma prisotne v kateri od drugih razvojnih faz (v enem ali dveh popisih): *Calamagrostis epigejos*, *Atropa belladonna*, *Veronica officinalis*, *Salix caprea*, *Carex pendula* in *Solanum dulcamara*, *Taraxacum officinale*, *Rubus idaeus*, *Fragaria vesca*, *Clematis vitalba*, *Circaea lutetiana*, *Prenanthes purpurea*, *Veronica montana*. Razmere v vrzeli bi lahko opisali tudi z vrstami, ki so v vrzeli redkeje prisotne kot v drugih razvojnih fazah gozda (manjša frekvenca) ali pa le v vrzeli niso prisotne. To so: *Cardamine trifolia*, *Daphne mezereum*, *Carex digitata*, *Oxalis acetosella*, *Mercurialis perennis* in druge. Vrste, ki imajo modus frekvenc v vrzelih pragozda, so: *Brachypodium sylvaticum*, *Viola* sp., *Rubus idaeus*, *Fragaria vesca*, *Arum maculatum*, *Clematis vitalba*, *Salvia glutinosa*, *Dactylis glomerata* in *Taraxacum officinale*.

Sestoj v obnovi (G 52/25; P 45/21) in vrzelasti debeljak (G 57/26; P38/19)

Razvojni fazi obravnavamo skupaj, ker so svetlobne razmere podobne in ugodnejše kot v sklenjenem debeljaku. V gospodarskem gozdu se v sestojih v obnovi in vrzelastih debeljakih relativno bolj pogosto pojavljajo naslednje vrste: *Euphorbia amygdaloides*, *Mycelis muralis*, *Daphne mezereum*, *Hordelymus europaeus*, *Ajuga reptans*; skupaj z vrzeljo pa še vrste *Brachypodium sylvaticum*, *Salvia glutinosa*, *Senecio fuchsii*, *Calamintha grandiflora*, *Viola sylvestris*, *Rubus hirtus*. V Rajhenavskem pragozdu pa so bolj pogoste vrste: *Aremonia agrimonioides*, *Sanicula europaea*, *Daphne mezereum*, *Daphne laureola*, *Mycelis muralis*, *Euphorbia amygdaloides*, *Veronica montana*,

Hordelymus europaeus, *Calamintha grandiflora*, *Maianthemum bifolium*, *Prenanthes purpurea*, *Polygonatum multiflorum*, *Dryopteris dilatata*, skupaj z vrzeljo pa tudi vrsta *Omphalodes verna*.

Drogovnjak (G50/20), dvoslojni sestoj (G46/19; P29/14), debeljak (G44/20; P24/12)

Za vse tri razvojne faze je značilno veliko zastiranje drevesne plasti in zato manjše obilje vrst v zeliščni in grmovni plasti. Največjo frekvenco v popisih navedenih razvojnih faz gospodarskega gozda imajo vrste: *Anemone nemorosa*, *Lamium orvala*, *Dentaria bulbifera*, *Euphorbia dulcis*, *Stellaria glochidisperma*, *Prunus avium*, *Asarum europaeum*, *Veratrum album*, *Mercurialis perennis*, *Acer pseudoplatanus*. V pragozdu imata največjo frekvenco vrsti *Lamium orvala* in *Rosa pendulina*.

Gošča (G49/15; P 47/17)

Modusi rastlinskih vrst za to razvojno fazo niso izraziti.

Raznomerni sestoj (G54/24; P40/16)

Raznomerna zgradba sestojev je pogosto posledica mikrorastiščnih razmer, ki so običajno nekoliko bolj ekstremne, velikokrat je skalovitost večja in kemična reakcija tal bolj kisla. V gospodarskem gozdu so v tej razvojni fazi relativno bolj pogoste vrste: *Dryopteris filix mas*, *Carex digitata*, *Rhamnus fallax*, *Scopolia carniolica*, *Corylus avellana*, v Rajhenavskem pragozdu pa *Dentaria enneaphyllos*, *Senecio fuchsii*, *Rhamnus fallax*, *Lonicera alpigena*.

4.7.2 Primerjava floristične sestave med Rajhenavskim pragozdom in gospodarskim gozdom

Comparison of plant species diversity between virgin forest remnant and managed forest

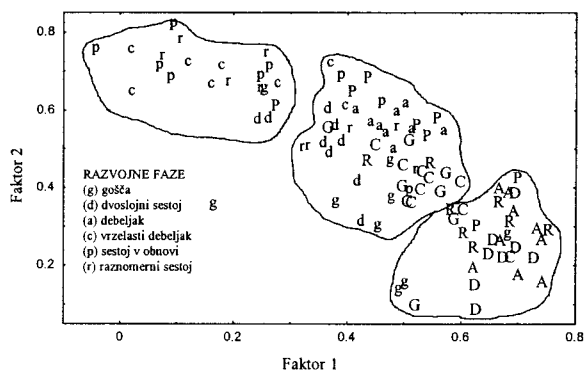
Med pragozdom in gospodarskim gozdom so v analiziranih razvojnih fazah gozda kljub podobnim rastiščnim razmeram velike razlike v vrstni sestavi (BONČINA 2000):

- V gospodarskem gozdu smo na osemdesetih ploskvah evidentirali 117 različnih rastlinskih vrst, v pragozdu pa na enakem številu ploskev le 69 rastlinskih vrst.

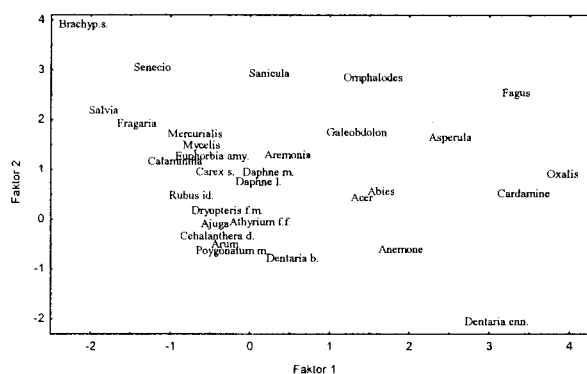
- V vseh razvojnih fazah, razen v gošči, so bogastvo rastlinskih vrst, njihovo obilje ter indeks raznovrstnosti občutno večji v gospodarskem gozdu kot v pragozdih sestojih. Z gojitvenimi ukrepi povečujemo vrstno diverzitetu in ustvarjamo razmere, ugodne za uspevanje vrst, ki sicer sploh ne bi bile prisotne ali pa bi bilo njihovo obilje občutno manjše.

V pragozdu je tudi pogostnost pojavljanja posameznih vrst v popisih občutno manjša, posebno tistih vrst, ki nakazujejo bolj svetle in tople razmere, na primer: *Fragaria vesca*, *Salvia glutinosa*, *Rubus idaeus*, *Clematis vitalba* itd. Nekaterih pa v pragozdu sploh nismo evidentirali, na primer *Atropa belladonna*. V pragozdu je frekvenca pojavljanja vrst v osemdesetih popisih vsaj za deset večja kot v gospodarskem gozdu pri naslednjih vrstah: *Dentaria enneaphyllos*, *Anemone nemorosa*, *Acer pseudoplatanus*, *Abies alba*, *Veronica montana*. Med objektoma ne obstajajo le razlike v floristični sestavi, marveč tudi v obilju posameznih vrst. Analizirali smo obilje tistih vrst, ki so bile v gospodarskem gozdu ali pragozdu prisotne vsaj v petih popisih. V oklepaju navajamo razlike ocen poprečnega obilja (transformirane vrednosti po Van der Maarelu) med gospodarskim gozdom in pragozdom: *Brachypodium sylvaticum* (2,4), *Fragaria vesca* (1,1), *Carex sylvatica* (0,7), *Veratrum album* (0,7), *Calamintha grandiflora* (0,6), *Hordelymus europaeus* (0,6), *Rubus idaeus* (0,5) itd. V pragozdu pa je poprečno obilje večje pri naslednjih vrstah: *Fagus sylvatica* (1,2), *Cardamine trifolia* (0,6), *Lonicera alpigena* (0,4), *Dentaria bulbifera* (0,4), *Dentaria enneaphyllos* (0,4), *Oxalis acetosella* (0,3) itd. Pri faktorski analizi fitocenoloških popisov smo izločili dva faktorja, ki razmeroma dobro pojasnjujeta variabilnost posameznih spremenljivk, saj smo z njima pojasnili 45 % celotne variabilnosti med popisi:

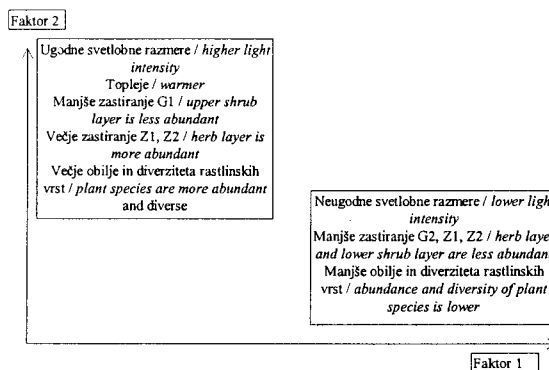
	Lastna vrednost	Pojasnjena varianca (%)
Prvi faktor	46,49	38,74
Drugi faktor	7,84	6,54



Grafikon 2a: Dvorazsežna ordinacija popisov glede na floristično sestavo (PCA, varimax); velike črke označujejo popise iz pragozda, male črke pa iz gospodarskega gozda
 Graph 2a: Two-dimensional ordination of relevés in regard to floral composition (PCA, varimax); relevés (inventories) from virgin forest remnant are signed by capitals, relevés from managed forest by small letters (developmental phases: (g) stand initiation phase, (d) two-layered phase, (o) optimal phase, (c) optimal phase with canopy gaps, (p) under story reinitiation phase, (r) selection phase



Grafikon 2b: Razmestitev nekaterih rastlinskih vrst v faktorskem prostoru
 Graph 2b: Distribution of some plant species in factor space



Grafikon 2c Opis faktorskega prostora
 Graph 2c: Description of factor space

Grafikon 2: Faktorska analiza popisov

Graph 2: Factor analyses of relevés

Iz grafikona 2a je razvidno, da so med razvojnimi fazami in med objektoma razlike v sestavi in obilju vrst v zeliščni plasti in s tem posredno tudi razlike v ekoloških razmerah. Razmestitev popisov v faktorskem prostoru lahko opišemo s tremi skupinami:

- levi zgornji del prostora zavzemajo popisi razgrajenih sestojev gospodarskega gozda, ki smo jih opisali z razvojno fazo vrzelastih debeljakov in sestojev v obnovi;
- v srednjem delu faktorskega prostora se združujejo popisi iz pragozda in gospodarskega gozda. Iz gospodarskega gozda so to predvsem popisi iz gošč, sklenjenih debeljakov in dvoslojnih sestojev, iz pragozda pa popisi iz gošč, pomlajencev in vrzelastih debeljakov. Podobnost floristične sestave med temi popisi kaže na podobnost ekoloških razmer. Glede na floristično sestavo so si med seboj podobni sklenjeni sestoji gospodarskega gozda in pragozdni presvetljeni sestoji.
- v desnem spodnjem delu faktorskega prostora so skoraj izključno popisi iz pragozdnih sestojev, in sicer iz dvoslojnih sestojev in sklenjenih debeljakov. Od popisov iz gospodarskega gozda so v tem delu faktorskega prostora le nekateri popisi iz gošče.

Faktorske uteži popisov smo primerjali z drugimi parametri, ki smo jih ocenjevali pri popisovanju (zastrtost, srednje indikatorske vrednosti za ekološke dejavnike itd.) in z Ellenbergovimi indikatorskimi vrednostmi za ekološke dejavnike. Grafikon 2c prikazuje samo tiste parametre, pri katerih so korelacije z enim ali obema faktorjema značilne pri tveganju, manjšem od 0,01.

Izločeni faktorji pojasnjujejo večji del variance, zato lahko z njimi določimo faktorske vrednosti za posamezne rastlinske vrste. Razmestitev vrst v faktorskem prostoru (grafikon 2b) je lahko osnova za uvrščanje rastlinskih vrst v ekološke skupine. S pomočjo indikatorskih vrednosti rastlinskih vrst za posamezne ekološke dejavnike pa lahko posredno opišemo tudi ekološki pomen izločenih faktorjev:

- vrste, ki so v faktorskem prostoru razmeščene skupaj, so se pojavljale v istih popisih in s podobnim obiljem, zato lahko domnevamo, da imajo podobno nišo;
- lokacije posameznih vrst oziroma skupine vrst v faktorskem prostoru posredno dobro opisujejo sam faktorski prostor, zato tudi razmere v posameznem popisu in razvojni fazi. Rastlinske vrste *Brachypodium sylvaticum*, *Senecio fuchsii*, *Salvia glutinosa*, *Fragaria vesca* in druge so razporejene v istem delu faktorskega prostora kot

razgrajeni sestoji, medtem ko so vrste *Dentaria enneaphyllos*, *Cardamine trifolia*, *Oxalis acetosella* razporejene v desnem spodnjem delu prostora - podobno kot sklenjeni pragozdni sestoji.

5 POMEN IZSLEDKOV ZA GOZDARSKO NAČRTOVANJE CONCLUSIONS FOR FORESTRY PLANNING

Spoznanja iz opravljene raziskave, ki so pomembna za ravnanje z gozdovi in za gozdarsko načrtovanje, lahko strnemo v naslednje točke:

1. Horizontalna struktura in razmerje razvojnih faz kot indikatorja trajnostnega gospodarjenja z gozdovi

Razmerje razvojnih faz gozda ni pomembno le kot kazalec trajnosti donosov in s tem ekonomske trajnosti, ampak je hkrati primeren kazalec za posredno ocenjevanje tudi drugih kriterijev trajnostnega gospodarjenja z gozdovi, kot je ohranitev biotske raznovrstnosti, stabilnost gozdnih ekosistemov itd. Enakega ali podobnega mnenja so mnogi drugi raziskovalci, pri tem pa nekateri izpostavljajo le pomen ustreznega deleža starejših razvojnih faz gozda, drugi celotno razmerje razvojnih faz, tretji pa pomen horizontalne strukture gozda, ki poleg razmerja razvojnih faz vključuje tudi razmestitev in velikost sestojev posameznih razvojnih faz gozda.

2. Vpliv gospodarjenja na horizontalno strukturo gozda

V splošnem se kaže vpliv človeka na gozd in krajino v poenostavljanju strukture in spreminjanju deleža posameznih elementov. Zato so na prvi pogled presenetljivi rezultati raziskave, ki ne potrjujejo navedenega, saj so v posameznih primerih celo nasprotni. Vendar rezultatov raziskave nikakor ne moremo posplošiti na vse gospodarske gozdove. Horizontalna struktura sestojev je v največji meri odvisna od zasnove gojenja gozdov, ki pogosto poenostavlja horizontalno strukturo gozda, lahko pa ustvarja, kot kaže analizirani primer, raznovrstne zgradbe. Drugi zadržek pri posploševanju dobljenih rezultatov je uporabljena metoda, ki temelji na klasifikaciji sestojev in delov sestojev. Takšna metoda je sicer uporaben pripomoček za analizo sestojev, ne odslkava pa popolnoma vseh značilnosti horizontalne strukture gozdov.

Glede zgradbe gozdnih sestojev so pogoste neutemeljene vrednostne sodbe, češ da je malopovršinska-raznomerna ali pa prebiralna zgradba sestojev sama po sebi najbolj ustrezna sestojna zgradba. To v določenih primerih drži, sicer pa je pomembneje posnemati značilnosti naravnih obnovitvenih ciklov gozdov. Obenem pa moramo upoštevati javne in zasebne interese ter zato oblikovati sestojno zgradbo, ki bo v danih razmerah optimalno ustrezala ciljem gospodarjenja.

3. Pragozd kot referenčni objekti za strukturo gospodarskih gozdov

Pragozdni ostanki so pomembni referenčni objekti za gospodarske gozdove. Vendar dejanske strukture gospodarskega gozda ne moremo shematsko primerjati s pragozdni sestojnimi parametri. Eden od razlogov je tem, da je v gospodarskem gozdu struktura sestojev odvisna tudi od ciljev gospodarjenja. Drugi razlog pa je dejstvo, da se nekateri sestojni parametri tudi v pragozdu občutno spreminjajo (glej DIACI 2000), na primer njihova drevesna sestava, razmerje razvojnih faz gozda, debelinska struktura itd. Horizontalna struktura analiziranega pragozda bi bila lahko tudi drugačna, pa bi bila kljub temu naravna. Prav spoznanja o različnih obnovitvenih ciklih pragozdnih sestojev (BONČINA 2000) in o drugih značilnostih naravne dinamike sestojev lahko uporabimo pri gojitvenem ukrepanju. Na voljo imamo torej različne možnosti za usmerjanje razvoja sestojev. Če so za to utemeljeni razlogi, kot je denimo pospeševanje določenih minoritetnih vrst, se lahko odločimo tudi za obnovitvene cikle, ki se v naravi pojavljajo manj pogosto.

4. Struktura sestojev in rastlinska raznovrstnost

Raziskava je potrdila, da lahko vrstno diverzitetu analiziramo glede na strukturo sestojev. Z gospodarjenjem vplivamo na fluktuacije fitocenoze, kar se odraža v spremenjeni vrstni sestavi in spremenjenih količinskih razmerjih med vrstami. V pragozdu je notranje okolje dobro razvito, zato je raznovrstnost v zeliščni plasti občutno manjša. Podobne raziskave je v Gorskem Kotarju opravil Trinajstić (1972, 1995), ki na podlagi fitocenoloških raziskav subasociacije *Fagetum croaticum abietetosum* dokazuje, da se floristična sestava pragozda Čorkova uvala razlikuje od sestave gospodarskega gozda na enakem rastišču. V pragozdu je s fitocenološkimi popisi evidentiral 23 do 44 vrst v posameznem popisu, v

gospodarskem gozdu pa 31 do 73 vrst na popis. V gospodarskem gozdu je delež termofilnih elementov večji, hkrati pa so prisotne vse vrste iz popisov iz pragozda. Podobna primerjava floristične sestave Rajhenavskega pragozda z gospodarskim gozdom (MARINČEK / PUNCER / ZUPANČIČ 1980) prav tako kaže, da uspeva v gospodarskem gozdu na nivoju asociacije *Abieti-Fagetum dinaricum* kar 58 vrst več kot v pragozdu, medtem ko v gospodarskem gozdu ni petih vrst, ki so sicer prisotne v pragozdu. O tem je aktualna misel, da bi lahko tudi v pragozdu, posebno če bi obsegal večje površine, našli več rastlinskih vrst, tudi tistih iz sekundarne gozdne sukcesije, le da bi bilo njihovo obilje verjetno majhno.

5. Drevesna sestava gozdov

Tudi drevesno sestavo sestojev lahko v določenih rastiščnih razmerah presojamo v okviru rastlinske raznovrstnosti in vpliva motenj. Rajhenavski pragozd gradita skoraj izključno jelka in bukev; njun delež v lesni zalogi je praktično 100 %; manj kot 1 % v celotnem številu drevja imajo druge drevesne vrste. V gospodarskem gozdu so razmere za uspevanje drugih vrst že ugodnejše; v jelovo-bukovih sestojih na rastišču sintaksona *Abieti-Fagetum asperuletosum* na Rogu je skupni delež jelke in bukve 95,4 %. Raznolikost drevesnih vrst v dinarskem jelovem bukovju je zelo skromna. Iz Puncerjeve sintetske tabele 109 fitocenoloških popisov za osem subasociacij jelovega bukovja lahko razberemo, da so v značilni kombinaciji vrst vsaj v eni opisani subasociaciji naslednje drevesne vrste: jelka, bukev, gorski javor, gorski brest, smreka in jerebika (PUNCER 1980). Druge evidentirane drevesne vrste v sintetski tabeli (lipovec, mali jesen, topokrpi javor, mokovec, beli gaber, bodika, krhlika, črni gaber, maklen) se pojavljajo redko ali celo v enem samem popisu ali pa so prisotne le v varianti *Abieti-Fagetum asaretosum*, ki predstavlja že prehod v submontanski vegetacijski pas. Navedeni seznam je pomanjkljiv. Lokacije popisov so praviloma optimalne razvojne faze gozda, kjer je drevesna sestava običajno manj pestra. Na podlagi podatkov iz območnega načrta za kočevsko gozdnogospodarsko območje 1991-2000 lahko objektivneje prikažemo drevesno sestavo jelovo-bukovih gozdov. Skupni delež jelk, bukve in smreke v štirih območnih gospodarskih razredih, ki pokrivajo te gozdove, je od 93 % do 97 %, gorskega javorja je od 3 % do 6 % in manj kot 1 % je drugih drevesnih vrst (ANDOLJŠEK et al. 1991). Popolno nasprotje - izrazito pestro drevesno sestavo, zgolj za primerjavo, najdemo v pionirskih gozdovih, oziroma gozdovih v nastajanju v submontanskem pasu, kjer so

bukev, smreka in jelka zastopane le z 42 % deležem v lesni zalogi! Podobno meni Robič (1995), saj pri analizi večjega števila fitocenoloških popisov na Slovenskem ugotavlja, da so v predrugačenih gozdovih, kjer je okoljetvorni vpliv gozdne vegetacije manjši, večje možnosti za zasnovno gozdnih sestojev, ki bodo po sestavi in zgradbi pestrejši ter raznovrstnejši. Ta spoznanja zahtevajo ustrezno gojitveno obravnavo manjšinskih drevesnih vrst (KOTAR 1995).

6. Razmerje razvojnih faz, (rastlinska) raznovrstnost in stabilnost

Raznovrstnosti ne moremo enačiti s stabilnostjo. Ni smotno zagovarjati mnenja, da je več vrst boljše za funkcioniranje gozdnih ekosistemov. Vsekakor pa je slabo, če sicer naravne vrste povsem izrinemo iz ekosistemov. Čeprav je izginjanje vrst v splošnem tudi naravni pojav, pa s pospeševanjem izginjanja vrst slabimo stabilnosti gozdov in možnost njihovega prilagajanja spremenjenim razmeram (PETERSON / ALLEN / HOLLING 1998). Raznovrstnost rastlinskih vrst smo analizirali v posameznih razvojnih fazah gozda, presojati pa jo moramo tudi glede na gozd kot mozaik različnih razvojnih faz. Prav kombinacija različnih sestojev, različnih razvojnih faz in vrzeli omogoča večjo raznovrstnost. Zaradi različne zgradbe sestojev je število različnih niš večje, vrste lažje migrirajo z ene zaplate na drugo in povečujejo raznovrstnost. »Fitocenoza je stabilna, če je relativna pomembnost vrst relativno konstantna v ustreznem časovnem obdobju« (WOODS / WHITTAKER 1981, str. 305). Razumevanje stabilnosti je odvisno od prostorske in časovne razsežnosti; v dolgem časovnem obdobju nobena fitocenoza ni stabilna. Posamezna skupina drevja po tej definiciji ni stabilna, medtem ko v velikem prostoru vsi gozdovi ustrezajo kriterijem. Glede na kriterije je stabilnost odvisna od horizontalne strukture, le-ta pa od gojitvenih ukrepov; raznomerni sestoji omogočajo stabilnost že na majhni površini.

7. Razvojna faza in struktura sestojev

Podatek o razvojnih fazah je pogosto ena od osnov za klasifikacijo gozdnih sestojev, vendar sam po sebi še nezadosten. Razlike med sestoji iste razvojne faze so lahko znatne, kar kaže tudi opravljena raziskava. Hkrati se je pokazalo, da je z vidika strukture gozdnih sestojev, pomlajevanja in sestave rastlinskih vrst še posebno pa zaradi različne gojitvene obravnave potrebna bolj podrobna razdelitev razvojne faze debeljak.

6 SUMMARY

The aim of the study was to determine the differences in stand structure, natural regeneration and plant diversity between virgin forest remnant and (near to nature) managed forests, and to discuss research results with regard to their significance for forestry planning and forestry praxis. Both research objects – the Rajhenav virgin forest remnant (forestry unit Rog, compartment 31) and the compared managed forest nearby (forestry unit Rog, compartment 34) - lie on Rog ridge in Kočevje region.

The following research results should be underlined:

- In the managed forest horizontal forest structure is more diverse. The number of canopy gaps and stand initiation patches is higher, and their average area is larger, too. In both objects stands (patches) of optimal phase prevail.
- The tree and shrub layers do not significantly differ between the analysed objects.
- The growing stock of virgin forest stands (798 m³/ha) is much higher if compared to managed forest on the same site type (368 m³/ha). In the virgin forest the volume of large diameter trees (DBH>50 cm) is much larger than in the managed forest, encompassing 665 m³/ha and 184 m³/ha respectively. In spite of great differences of growing stock, the volume increment of the virgin forest stands is just a little larger compared to the one in the managed forest: 10 m³/ha and 8,3 m³/ha respectively. Small differences between the two are found in tree species composition; fir and beech dominate in the virgin forest remnant (57,2% and 42,1% respectively) while other tree species, e.g. *Tilia cordata*, *Acer pseudoplatanus*, *Ulmus glabra*, *Picea abies*, are in minority (0,7%). Their proportion is significantly higher in the managed forest (4,6%).
- There is no significant difference in natural regeneration of tree species between analysed areas. In the optimal phase stand and the two-layered stand, seedling density is higher in the virgin forest in spite of higher growing stock.
- The abundance and composition of herb layer depend on stand dynamics. Species richness, abundance of particular plant species and the whole herb layer are increasing through the stand cycle from juvenile to optimal phase (Bončina 2000). Species richness was greatest in gaps, in optimal phase with canopy gaps and stand re-initiation phase it is just a bit lower.
- The floral composition is more diverse and the abundance of plant species is greater in the managed forest compared to the virgin forest remnant in spite of similar site

conditions. The floral composition is more diverse and the abundance of plant species is greater in the managed forest compared to the virgin forest remnant (Boncina 2000). In the managed forest 117 different plant species were recorded on 80 plots, and 69 in the virgin forest remnant on the same plot number. Similar research results were reached by Trinajstić (1972) and Marinček / Puncer / Zupančič (1980). In all developmental phases of cyclic stand development the number of plant species and Simpson's diversity index are higher in the managed forest compared to the virgin forest remnant.

- It is confirmed that proportion of developmental phases is a suitable indicator for assessment of different criteria of sustainable forest management, e.g. biodiversity.

For forestry planning the next facts, deriving from research results, are of great importance:

- The proportion of developmental phases is a suitable indicator for assessment of different criteria of sustainable forest management (SFM), e.g. biodiversity, and not just for assessment of the economic component of SFM (sustained yield).
- The horizontal structure of managed forests depends on silvicultural treatment used in forest management. Silvicultural measures often simplify stand structure but are, on the other hand, able to create very diverse stand structure.
- Virgin forest remnants are of great importance as reference objects for managing forests. However, stand parameters of managed forests should not be compared schematically to those deriving from comparable virgin forest remnants.
- It is confirmed that (plant) species diversity can be analysed with regard to stand structure. Silvicultural treatments influence species composition, abundance (density) of a particular species population, etc. Growing stock of virgin forest is very high, resulting also in less diversity of plant species in herb layer.
- In the managed forest better conditions for more diverse tree species composition exist compared to virgin forest remnants.
- Forest biodiversity is not a synonym for forest stability. However, it is not appropriate to intensify the disappearing (loss) of natural species, as this could result in a decreased capability of forests as a functional system to adapt to changing conditions of the environment.
- Stand classification is usually based on developmental phases. However, the differences between the stand of the same development phase can be evident.

Research results show, that especially the optimal phase as a developmental phase is defined too broadly. It would be advisable to divide it into two or more sub-phases.

7 VIRI REFERENCES

- ANDOLJŠEK, J. / BONČINA, A. / ČERNAČ, J. / DEČMAN, S. / FICKO, Z. / GREGORIČ, A. / KONEČNIK, J. / OŽBOLT, I. / PERUŠEK, M. / PRELOŽNIK, M. / ŠTRUMBELJ, C., 1991. Gozdnogospodarski načrt za VI. gozdnogospodarsko območje Kočevje 1991–2000.- Kočevje, Gozdno gospodarstvo Kočevje, 241 s.
- ANGELSTAM, P., 1998. Towards a logic for assessing biodiversity in boreal forest.- V: Assessment of biodiversity for improved forest planning. Bachmann P., Köhl M., Päivinen R. (ur.). European forest institute, Proceedings No 18, s. 301-313.
- ANKO, B., 1993. Vpliv motenj na gozdni ekosistem in na gospodarjenje z njim.- Zbornik gozdarstva in lesarstva, 42, s. 85-109.
- AUBRÉVILLE, A., 1938. La foret coloniale: les forets de l'Afrique occidentale française.- Annales Academie Sciences Coloniale, 9, 1, s. 1-245.
- BONČINA, A., 1997. Naravne strukture gozda in njihove funkcije pri sonaravnem gospodarjenju z gozdom. - Doktorska disertacija. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo, 210 s.
- BONČINA, A., 2000. Comparison of structure and biodiversity in the Rajhenav virgin forest remnant and managed forest in the Dinaric region of Slovenia.- Global Ecology and Biogeography, 9, 3, s. 201-212.
- DIACI, J., 2000. Vključevanje koncepta biotske pestrosti v prakso gojenja gozdov.- Zbornik gozdarstva in lesarstva, 63, s. 255 – 278.
- GREGORIČ, V. / PUNCER, I. / ZUPANČIČ, M. / WRABER, M., 1970. Vegetacijska in rastiščna analiza za GE Rog.- Ljubljana, Biološki inštitut Jovana Hadžija, 105 s.
- HARRIS, L.D., 1984. Fragmented forest. Island biogeography theory and the preservation of biotic diversity.- Chicago, The University of Chicago Press, 211 s.
- HARTMAN, T., 1986. Gozdnogospodarski načrt za gospodarsko enoto Rog.- Kočevje, Gozdno gospodarstvo Kočevje, 116 s.
- HARTMAN, T., 1987. Pragozd Rajhenavski Rog.- Strokovna in znanstvena dela, 89, 80s.

- HILLGARTER, F.W., 1971. Waldbauliche und ertragskundliche Untersuchungen im subalpinen Fichtenurwald Scatle/Briegels.- Beiheft Schweiz. Zeitschrift für Forstwesen, 80 s.
- KORPEL, Š., 1995. Die Urwälder der Westkarpaten.- Stuttgart, Gustav Fischer Verlag, 310 s.
- KOŠMELJ, B., 1986. Faktorska analiza.- Ljubljana, Ekonomska fakulteta, 55 s.
- KOTAR, M. (ed.), 1995. Prezrte drevesne vrste.- Zbornik seminarja, 19. gozdarski študijski dnevi, Dolenjske Toplice, 9. in 10. november 1995. Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo, 293 s.
- MAAREL, E. van der, 1979. Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effects on community similarity.- *Vegetatio*, 39, 2, s. 97-114.
- MARINČEK, L. / PUNCER, I. / ZUPANČIČ M., 1980. Die floristischen und strukturellen Unterschiede zwischen dem Urwald und dem Wirtschaftswald der Gesellschaft *Abieti-Fagetum dinaricum*.- Bericht über das internationale Symposium der Internationalen Vereinigung für Vegetationskunde in Rinteln, Vaduz, J. Cramer, s. 249-263.
- MARTINČIČ, A. / SUŠNIK, F., 1984. Mala flora Slovenije.- Ljubljana, Državna založba Slovenije, 793 s.
- MIEGROET, M. van, 1986. Bioecological aspects of silvicultural intervention.- V: 18th IUFRO World Congress, Div.1, Vol. 1, Forest Environment and Silviculture, Ljubljana, s. 273-285.
- 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, 414 s.
- OTTO, H.J., 1994. Waldökologie.- Stuttgart, Verlag Ulmer, 391 s.
- PETERSON, G. / ALLEN, C.R. / HOLLING, C.S., 1998. Ecological resilience, biodiversity, and scale.- *Ecosystems*, 1, 6, s. 6-18.
- PICKETT, S.T.A. / WHITE, P.S. (ed.), 1985. The ecology of natural disturbance and patch dynamics.- San Diego, Academic Press, 472 s.
- PLATT, W.J. / STRONG, D.R. (ed.), 1989. Gaps in forest ecology.- *Ecology*, 70, 3, s. 535-576.
- PUNCER, I., 1978. Die Waldvegetation und die Urwaldreste in der Gegend von Kočevje.- Ljubljana, Poroč. Vzhodalp. - dinar. dr. preuč. veget., 14, s. 69-76.

- PUNCER, I., 1980. Dinarski jelovo bukovi gozdovi na Kočevskem.- Razprave XXII/6, SAZU, s. 407-561
- ROBIČ, D., 1995. Manjšinske drevesne vrste gozdnih sestojev v sinekološki in avtekološki luči.- V: Prezrte drevesne vrste. Kotar M. (ed.). Zbornik seminarja, 19. gozdarski študijski dnevi, Dolenjske Toplice, 9. in 10. november 1995. Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo, s. 25-41.
- ROBIČ, D. / ACCETTO, M., 1999. Pregled sintaksonomskega sistema gozdnega in obgozdnega rastlinja Slovenije.- Študijsko gradivo iz fitocenologije. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 18 s.
- SCHERZINGER, W., 1996. Naturschutz im Wald.- Stuttgart, Verlag Eugen Ulmer, 447 s.
- TRINAJSTIĆ, I., 1972. O rezultatima komparativnih istraživanja florističnog sastava prašumskih i gospodarskih sastojina zajednice *Fagetum croaticum abietetosum* Ht. u Hrvatskoj.- Šumarski list, 96, 9-10, s. 334-347.
- TRINAJSTIĆ, I., 1995. Urwald, Naturwald, Wirtschaftswald: ein Vergleich der floristischen Struktur.- Sauteria, 6, s. 109-132.
- WHITTAKER, R.H., 1975. Communities and ecosystems.- New York, Macmillan Publishing Co., 385 s.
- WOODS, K.D. / WHITTAKER, R.H., 1981. Canopy-understory interaction and the internal dynamics of mature hardwood and hemlock-hardwood forests.- V: Forest Succession, Concepts and Application. West D.C., Shugart H.H., Botkin D.B. (ed.). New York, Springer Verlag, s. 305-323.

8 ZAHVALA

ACKNOWLEDGEMENT

Zahvaljujem se mag. Robiču in dr. Dakskoblerju za pomoč pri determinaciji rastlinskih vrst, prof. Accetu in doc. Diaciju pa za pripombe, s pomočjo katerih smo izboljšali prvotno besedilo. Raziskava je potekala v okviru raziskovalnega projekta (L4-0855-98), ki ga financirata Ministrstvo za znanost in Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.