

STRUKTURA I RAZVOJ 161 GODINU STARE SMREKOVE KULTURE

STRUCTURE AND DEVELOPMENT OF A 161 YEAR-OLD SPRUCE CULTURE

Tomislav DUBRAVAC*, Vlado KREJČI**, Boris VRBEK*

SAŽETAK: Na trajnoj pokusnoj plohi osnovanoj 1956. godine u 113-godišnjoj kulturi smreke na području Šumarije “Delnice”, G. j. “Delnice”, predjel “Velika Rebar–Sović laz”, praćen je razvoj strukture te obnove sastojine tijekom pet sukcesivnih izmjera (1956, 1957, 1962, 1994. i 2004). Ploha graniči s prirodnom šumom bukve i jele (*Omphalodo-Fagetum* Marinček et al. 1992) na dolomitu. Neposredna blizina te sastojine odrazila se na povratak bukve, javora, jele i ostalih vrsta drveća i grmlja na svoje prvotno stanište koje je čovjek pretvorio u sjenokošu – laz te prije 161. godinu u kulturu smreke.

Na temelju dosadašnjih izmjera razvidno je kako se sastojina sastoji od tri dijela. Dominantni sloj čine posađena stabla smreke, čija je distribucija broja stabala zvonolika s postupnim pomicanjem distribucije u desno, koja postaje razvučenija i spljoštenija. Drugi dio sastojine, podstojni sloj, čini prirodnim putem urasla bukva s pokojim gorskim javorom s izrazito padajućom distribucijom broja stabala. Prirodno urasla jela čini potisnuti dio sastojine, obzirom na male dimenzije i zastupljenost s padajućom distribucijom broja stabala.

Izmjera mladog naraštaja ukazuje kako se brojno stanje pomlatka jele u deset godina (1994–2004) povećalo skoro 100 % (sa 4700 na 8950 jedinki po ha), ali niti jedna nije svojom visinom prerasla 30 cm. Brojno stanje mladika bukve je nedostatno (1250 jedinki 1994. godine, a 2004. godine 950 jedinki po ha), a kvaliteta izrazito loša. Javor se u razvojnog stadiju pomlatka i mladika javio obilnije, ali zbog prevelike zastrtosti tla krošnjama smreke i bukve od 88 % te obgrizanja divljači ne osigurava kvalitetnu obnovu.

Kultura smreke razvila se na matičnoj podlozi dolomita te na tri glavna tipa tla. Luvisoli se javljaju pretežno u vrtacama (zastupljenost 20 %), dok se rendzine (zastupljenost 30 %) i smeđa tla na dolomitu (zastupljenost 50 %) nalaze na strmijim stranama te na hrptovima. Dobiveni rezultati kemijskih i fizikalnih analiza upućuju kako su tla iz prirodne jelovo-bukove sastojine i livade bogatija hranjivima i humusom od tla iz smrekove kulture.

Buduća istraživanja treba usmjeriti u dva usporedna smjera i to praćenjem prirodnog tijeka razvoja smrekove kulture te praćenjem uspjeha obnove primjenom kombiniranih metoda odnove na malim površinama (grupe ili skupine) i razvoju ovih sastojina u pravcu bukovo-jelovih sastojina.

Glavne riječi: struktura sastojine, prirodna obnova, mladi naraštaj, zastrtost, pedološke analize, smreka, bukva, jela

* Dr. sc. Tomislav Dubravac, Dr. sc. Boris Vrbeč,
Šumarski institut Jastrebarsko, Trnjanska 35, Zagreb.

** Mr. sc. Vlado Krejči, Rudolfa Bičanića 30, Zagreb

UVOD – Introduction

Tijek razvoja šuma je vrlo dugačak. Gotovo je nemoguće pratiti razvoj neke sastojine od njenog osnutka do sječne zrelosti. Kod nekih vrsta taj proces premašuje i dvije ljudske generacije. Najčešće se zbog toga pribjegava kratkoročnim pokusima. Posebice je taj proces dugoročan, a promatranja izrazito vrijedna i zanimljiva kod praćenja prirodnog tijeka razvoja šumskih sastojina. Što su ti pokusi dugoročniji, njihova vrijednost za razumijevanje razvoja šumskih sastojina je veća. Nažalost, dugoročna istraživanja rijetka su i u svijetu, a u Hrvatskoj su gotovo zanemariva. Poradi toga podaci prikupljeni za ova istraživanja, u razdoblju od skoro 50. godina, makar i na jednoj plohi, iznimno su vrijedne spoznaje za tumačenje prirodnog tijeka razvoja sastojina.

U svrhu praćenja prirodnog tijeka razvoja umjetno podignute sastojine, J. Šafar je 18. travnja 1956. godine osnovao stalnu pokusnu plohu u kulturi smreke. Na temelju analize 16 stabala smreke 1957. godine, kultura je u vrijeme osnivanja plohe bila stara 113 godina, što nas upućuje da je sastojina umjetno podignuta 1843. godine. Prema izvornim bilješkama (1956) na toj površini prije sadnje smreke bila je livada (košanica) – pašnjak. Kultura je odlično sačuvana, što pripisujemo

gospodarenju knezova Thurn – Taxis tim šumama od 1872. do 1939. godine.

Naš poznati stručnjak, uvaženi prof. uzgajanja šuma, Đ. Nenađić u jednoj svojoj ekspertizi za posjed Thurn – Taxis 1920. godine piše: “Ni u jednom dijelu šuma naše države nisu tekovine šumarske nauke u toku posljednjih pedeset godina s toliko kozenkvencije i žive energije provedene kao ovdje. Radi toga su ove šume u tom pogledu ne samo od materijalne vrijednosti, već i od ogromnog značenja za našu kulturu. S obzirom na uzgojni karakter ovih šuma kao i s obzirom na dragocjene osebine, koje imaju ove šume, one predstavljaju takve normalne tipove, koji mogu našim budućim šumarskim stručnjacima poslužiti kao uzor, kako se ima postupiti sa šumama na kamenitom zemljištu i na kršu uopće...” (Frančisković, 1981).

Na temelju do sada neobjavljenih rezultata Šafarovih istraživanja 1956, 1957, 1962. godine te naših izmjera 1994. i 2004. godine, cilj nam je ukazati na stanje strukture sastojine koja je prepuštena prirodnom tijeku razvoja te smjer razvoja 161 godinu stare smrekove kulture.

PODRUČJE ISTRAŽIVANJA – Research area

Ploha je osnovana 1956. godine na području Šumarije “Delnice”, G. j. “Delnice”, predjel “Velika Rebar-Sović laz”, odjel 63, čija je izvorna shema iz toga vremena s osnovnim podacima razvidna na slici 1. Istraživana, sačuvana kultura smreke posađena je još davne 1843. godine na zapuštenoj gorskoj sjenokoši (pašnjaku) – laz. Tu nam tvrdnju osnažuje činjenica kako se kultura i danas naslanja na predjel Sović laz, čiji je sastavni dio bila u prošlosti.



Fotografija 1. Izgled 161. godinu stare smrekove kulture, srpanj 2004.

Photo 1
Appearance of a 161 year-old spruce culture,
July 2004

(Foto: T. Dubravac)



Slika 1. Izvorna shema položaja trajne pokusne plohe, 18. 4. 1956. godine

Fig. 1
Source scheme of the location of a permanent
experimental plot, 18. 4. 1956

Prirodna, sačuvana sastojina koja graniči sa smrekovom kulturom je šuma bukve i jele na dolomitu (*Omphalodo-Fagetum* Marinček *et al.* 1992) te pretpostavljamo kako je ta šumska zajednica, prije nego je iskrčena i pretvorena u sjenokošu–laz, nastanjivala površinu današnje kulture. Izgled sastojine razvidan je na fotografiji 1. Prema Martinoviću (2003) u toj šumskoj zajednici zastupljena su tri tipa tla: smeđe tlo na dolomitu, plitko, skeletno; rendzina na dolomitu, plitka i lesivirano tlo u vrtači.

METODA RADA – Working method

Izbor mjesta za plohu odredio je J. Šafar 18. 4. 1956. godine. Ploha je kvadratnog oblika sa stranicama 100 x 100 m (1 ha). Oko plohe je postavljen zaštitni pojas širine 30 m. Točke uglova plohe fiksirane su jačim kolcima. U smjeru stranica plohe, u uglovima su iskopani jarci dužine 2 m, širine 30 cm. Granice plohe označene su vodoravnom crtom – bijelom uljanom bojom s unutarnje strane. Na plohi su izmjerena sva stabla prsnog promjera iznad 2,5 cm. Po sredini plohe postavljena je pruga širine 10 m, dužine 100 m, na kojoj su obročana, izmjerena i temeljito opisana sva stabla. Tijekom 1957. godine načinjena je prorjeda vađenjem 39 stabala smreke (od toga je 16 stabala analizirano) te je 1962. godine posječeno još 27 stabala i postignut intenzitet sječe 19 % po broju stabala na plohi. Nakon toga na plohi nije bilo redovitih sječa, jer se ista vodila kao rezervat Šumarskog instituta. Na temelju izvorne sheme, ploha je 1994. godine obnovljena te je obavljena izmjera po istoj metodici kao i 1956. godine, s tim što je dodatno sredinom pruge snimljeno stanje mladog naraštaja na pruži 2 x 100 m (200 m²). Izmjera svih stabala kao i

Prema karti klimatske podjele Hrvatske, Seletković i Katušin (1992) ploha se nalazi u klimatskom području “C f s b x”. To je umjereno topla kišna klima, nema sušnog razdoblja, oborine su jednoliko razdijeljene na cijelu godinu, najsuši dio godine pada u toplo godišnje doba. Maksimumu oborina u početku toplog dijela godine pridružuje se maksimum u kasnoj jeseni, koji je veći od prvoga.

mladog naraštaja na plohi je ponovljena i 2004. godine te su na pruži 10 x 100 m, svim obročanim stablima snimane horizontalne projekcije krošanja koje su u uredu obrađene u digitalnom obliku (*AutoCad2000*). Na temelju digitalnog oblika horizontalnih projekcija krošanja napravljen je vertikalni profil sastojine i prostorni raspored stabala (*CorelDraw*) koji proporcionalno prikazuje odnos visine stabla, dužine debla, te širina i dužina krošanja (Dubravac, 2003, 2005). Poradi kontinuiteta obrade podataka, pri obračunu osnovnih strukturnih pokazatelja sastojine (broja stabala, temeljnice i volumena) primjenjene su Šuričeve tablice (1938.), kako je Šafar prvotno odredio za smreku I. bonitetni razred, a za bukvu II. bonitetni razred.

Na tri mjesta, (kultura smreke, prirodna sastojina bukve i jele, livada), u različitim reljefnim položajima, iskopane su pedološke jame do matičnog supstrata poradi definiranja tipova tala te uzimanja uzoraka za laboratorijske analize. Sondom je u dnu vrtače uzet uzorak iz dubine od 250 cm.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA – Results

1. Struktura sastojine

Na temelju prve izmjere plohe 1956. godine (tablica 1.) očito je kako se 113 godišnja kultura smreke sastoji od tri dijela. Dominantni, nadstojni sloj čini posadena smreka srednje visine 33,2 m, srednjeg prsnog promjera 42,8 cm s drvnom zalihom od 706 m³. Drugi dio sastojine, podstojni sloj, čini prirodnim putem urasla bukva s ponekim javorom, srednjeg prsnog promjera 10,9 cm i drvnom zalihom od 30 m³. Treći potisnuti sloj čini mala prisutnost prirodno urasle jele, svega 35 jela srednjeg prsnog promjera 5,3 cm. U omjeru smjese po broju stabala smreka sudjeluje sa 40 %, bukva sa 56 %, a jela sa samo 4 %. Glede drvne mase smreka sudjeluje sa 96 %, bukva sa 4 %, dok je udio jele zanemariv.

Nakon osnivanja plohe u dva navrata 1957. i 1961. godine načinjena je prorjeda intenziteta 19 % po broju stabala. Posječeno je 66 stabala smreke u namjeri da se pomogne povratku jele u sastojinu. Sljedeće 42. godine na plohi nije bilo redovitih sječa. U tom periodu izluče-

no je, uglavnom vjetroizvalama te ponekim sušcem, 110 stabala smreke koje možemo smatrati prirodnim izlučivanjem čiji intenzitet po broju stabala za to razdoblje iznosi 10 %. Tako danas (2004. g.), što je razvidno iz tablice 1., dominantni sloj čini 161 godišnja kultura smreke, sa 163 stabla, srednjeg prsnog promjera 53,8 cm, srednje visine 37,5 m, te drvne zalihe od 585,15 m³. Drugi, podstojni sloj čini bukva sa 481 stablom po ha, srednjeg promjera 14,8 cm, srednje visine 14,6 m te drvne zalihe od 72,82 m³. Treći sloj čini zastarčena jela sa 66 stabala, promjera 13,5 cm. U omjeru smjese po broju stabala smreka sudjeluje sa 23 %, bukva sa 68 %, a jela sa samo 9 %. Glede drvne mase smreka sudjeluje sa 89 %, bukva sa 11 %, dok je udio jele, kao i kod prethodne izmjere, zanemariv. Srednji godišnji periodički debljinski prirast smreke između 113. i 161. godine iznosi 2,3 mm, a srednji godišnji periodički visinski prirast 8,96 cm.

Tablica 1. Broj stabala, temeljnica i volumen po vrstama drveća i debljinskim stupnjevima i godinama izmjera
 Table 1. Number of trees, basal area and volume by tree species and diameter degrees, and years of measurements

Debljinski stupanj (cm) dbh (cm)	Godina izmjere – Year of measurement																			
	1956.				1957.				1962.				1994.				2004.			
	Smreka Spruce	Jela Fir	Bukva Beech OTB	Ukupno Total	Smreka Spruce	Jela Fir	Bukva Beech OTB	Ukupno Total	Smreka Spruce	Jela Fir	Bukva Beech OTB	Ukupno Total	Smreka Spruce	Jela Fir	Bukva Beech OTB	Ukupno Total	Smreka Spruce	Jela Fir	Bukva Beech OTB	Ukupno Total
5	-	33	232	265	-	33	229	262	-	137	450	587	-	48	216	264	-	50	136	186
10	-	2	147	149	-	1	140	141	-	2	144	146	-	18	176	194	-	12	161	173
15	-	-	62	62	-	-	55	55	-	1	70	71	-	3	104	107	-	3	68	71
20	5	23	28	28	3	21	24	24	3	16	19	19	2	47	49	49	-	-	75	75
25	19	6	25	25	9	4	13	13	6	4	10	10	1	18	19	19	1	1	13	15
30	40	5	45	45	33	4	37	37	31	4	35	35	13	8	21	21	8	18	18	26
35	57	2	59	59	49	1	50	50	44	1	45	45	17	5	22	22	13	4	4	17
40	75	1	76	76	73	1	74	74	57	1	58	58	25	2	27	27	14	4	4	18
45	50	-	50	50	47	-	47	47	48	-	48	48	25	-	25	25	19	1	1	20
50	43	-	43	43	40	-	40	40	42	-	42	42	39	1	40	40	22	1	1	23
55	29	-	29	29	26	-	26	26	25	-	25	25	29	-	29	29	36	-	-	36
60	13	-	13	13	13	-	13	13	9	-	9	9	22	-	22	22	22	-	-	22
65	7	-	7	7	6	-	6	6	4	-	4	4	13	-	13	13	11	-	-	11
70	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	3	3	8	-	8	8	9	-	-	9
75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	4	4	3	-	-	3
80	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	1	2	-	2	2	4	-	-	4
85	1	-	1	1	1	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	1	-	-	-	-
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
Ukupno Total	339	35	478	852	300	34	455	789	273	140	690	1103	201	69	577	847	163	66	481	710
G m ²	48,67	0,08	4,44	53,19	44,49	0,07	3,86	48,42	41,02	0,31	4,48	45,81	41,44	0,28	7,53	49,25	36,98	0,29	8,25	45,52
V m ³	705,70	0,08	29,81	735,59	644,64	0,03	25,09	669,75	609,48	0,20	20,59	630,27	646,61	1,08	59,67	707,36	585,15	1,35	72,82	659,32
d, 1,3 cm h, m	42,8 33,2	5,3	10,9		43,5	5,2	10,4		43,7	5,3	9,1		50,6	7,2	12,9		53,8	13,5	14,8	
Starost god. Age (years)	113				114				119								161			

U promatranom razdoblju jela je najbrojnija 1962. godine sa 140 stabalaca srednjeg prsnog promjera 5,3 cm. Zadnjom izmjerom 2004. godine izbrojano je svega 66, već po vanjskom izgledu vrlo zastarčenih jela. Kako bi se uvjerali u njihovu starost, posječeno je jedno od 50 stabalaca jela u razvojnom stadiju koljika. Prsni promjer tog stabalca je 5,2 cm, visina 2,91 m, a dužina debla 2,25 m. Digitalnim čitačem godova (*Digitalni poziciometar*) očitana je starost od 93 godine (fotografija 2.). Iz toga je razvidno kako je ta jela 1959. godine (arhivski podaci opisa plohe), već bila stara 48 godina i do danas dobro podnijela zasjenu.

Na temelju pet proteklih izmjera (1956, 1957, 1962, 1994 i 2004. godine) dobiven je razvoj strukture distribucije broja stabala prikazan slikama 2. i 3. iz kojih je razvidno kako se sastojina sastoji od tri dijela. Po promjerima i visinama dominiraju posađena stabla smreke, čija je distribucija broja stabala zvonolika. Od 1956. godine dolazi do postupnog pomicanja distribucije u desno, koja postaje razvučenija i spljoštenija (slika 2). Za daljnja istraživanja interesantan je podatak Oršanića, Matića i Anića (2001) da prirodna sastojina smreke u Štirovači ima istu unimodalnu distribuciju broja stabala kao istraživana kultura smreke.

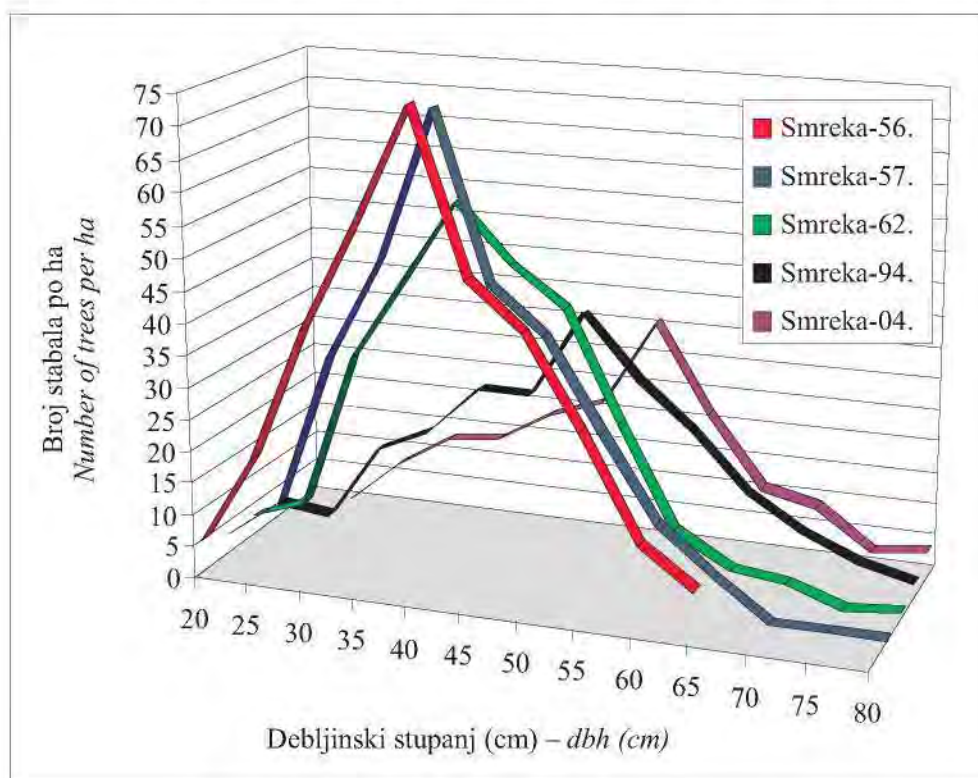
Drugi dio sastojine, podstojni sloj (slika 3) čini prirodnim putem urasla bukva s pokojim gorskim javorom. Distribucija stabala bukve je izrazito padajuća. Tijekom prve tri izmjere razlike u distribuciji su neznatne, osim izmjerenog velikog broja stabala bukve u prvom



Fotografija 2. Razizemni presjek zastarčene jela stare 93 godine, prsnog promjera 5,2 cm, visine 2,91 m, dužine debla 2,25 m.

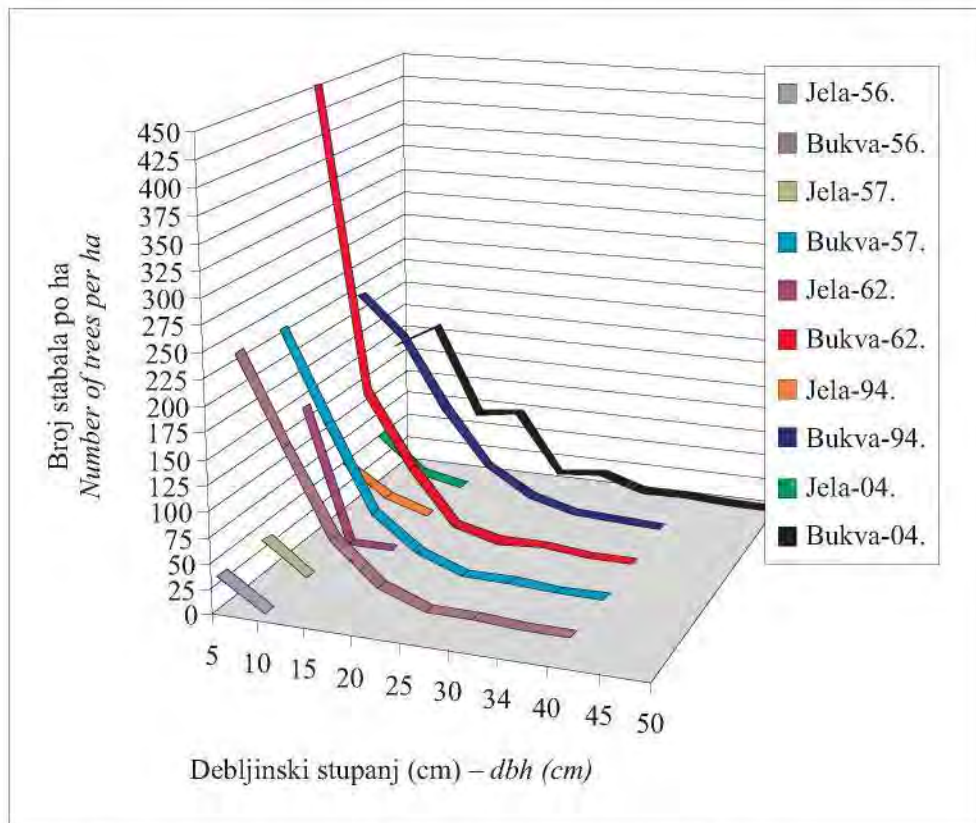
Photo 2 Ground level cross-section of a suppressed fir, 93 years old, 5.2 cm d b h, 2.91 m height, 2.25 m stem length

debljinskom stupnju 1962. godine, koji je iznosio 450. U odnosu na prve tri izmjere, izmjerom 1994. i 2004. godine utvrđeno je malo pomicanje distribucije stabala



Slika 2. Distribucija prsnih promjera smreke (vrijeme motrenja 1956-2004)

Fig. 2 Distribution of the spruce dbh (monitoring period 1956-2004)



Slika 3. Distribucija prsnih promjera bukve i jela (vrijeme motrenja 1956–2004)
 Fig. 3 Distribution of the dbh for beech and fir (monitoring period 1956–2004)

bukve u desno. Prirodno urasla jela tvori potisnuti dio sastojine, s obzirom na male dimenzije i zastupljenost. Razvidan je mali pomak distribucije stabala od prve tri izmjere prema zadnje dvije izmjere. Jedino se izdvaja velik broj stabalaca jela izmjereno 1962. godine u prvom debljinskom stupnju, koji je iznosio 135 stabalaca.

2. Stanje mladog naraštaja

Pri osnivanju plohe 1956. godine nije izmjereno stanje mladog naraštaja. Iz izvornih podataka kronike o radovima na plohi od 2. 6. 1959. godine spominje se nešto jelovog pomlatka ne navodeći brojnost niti razvojni stadij, a 24. 6. 1961. godine doznačeno je 27 stabala smreke koje smetaju jelovom mladiku o kojem također nema mjerenih podataka.

Prva izmjera stanja mladog naraštaja na plohi po vrsti drveća i visinskim razredima načinjena je 1994. godine, a iduća 2004. godine (tablica 2.). Iz tablice je razvidno kako se brojno stanje pomlatka jela u deset godina povećalo skoro 100 % (sa 4700 na 8950 jedinki po ha), ali niti jedna nije svojom visinom prerasla 30 cm. Iako se javlja u svim visinskim razredima, brojno stanje mladika bukve je nedostavno (1250 jedinki 1994, a 2004. godine 950 jedinki po ha), a kvaliteta izrazito loša. Javor se u razvojnem stadiju pomlatka i mladika javlja obilnije (6800 jedinki 1994, a 2004. godine 13650), ali zbog prevelike zastrtosti tla krošnjama

smreke i bukve od 88 % te obgrizanja divljači ne osigurava kvalitetnu obnovu. Unatoč velikog broja starih stabala nije pronađeno niti jedno stabalce smreke, što objašnjavamo velikom zastrtosti tla krošnjama. Iste rezultate donose istraživanja Oršanića, Matića i Anića (2001) u prirodnoj sastojini smreke, gdje unatoč starih smrekovih stabala u pomlatku prevladavaju jela i bukva. U takvim dugo zasjenjenim mjestima smreka nema šanse u odnosu na skiofilniju bukvu i jelu.



Fotografija 3. Mlada sklopljena smrekova sastojina nastala iz sjemena smrekove kulture, srpanj 2004.

Photo 3 Young, under canopy, spruce stand grown from the seed of spruce culture, July 2004

(Foto: T. Dubravac)

Tablica 2. Stanje ponika, pomlatka i mladika po visinskim razredima (vrijeme motrenja: 1994 – 2004. godina)
 Table 2 State of saplings, seeding plants and young plants by height classes, monitoring period 1994–2004

Visinski razred raslinja (cm)	Broj biljaka stabalaca po ha									
	Vrsta drveća									
	Stanje 1994. godine									
	jela – fir		bukva – beech		gorski javor		brijest		jarebika	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
< 30	4.650	99	100	8	5.800	85	250	62	500	83
31-60	50	1			850	13	150	38		
61-130			350	28	150	2			100	17
131-150			100	8						
151-200										
201-250			50	4						
251 >			650	52						
Ukupno – Total	4.700	100	1.250	100	6.800	100	400	100	600	100
	Stanje 2 004. godine									
< 30	8.950	100	250	26	10.950	80	250	50	600	92
31-60			200	21	2.350	17	250	50	50	8
61-130			100	11	350	3				
131-150			50	5						
151-200			50	5						
201-250			100	11						
251 >			200	21						
Ukupno – Total	8.950	100	950	100	13.650	100	500	100	650	100

Mladu sklopljenu smrekovu sastojinu nastalu iz sjemena stare smrekove kulture, nalazimo na zapuštenoj livadi, mrazištu u blizini pokusne plohe (fotografija 3.).

Digitalni model horizontalne projekcije krošanja (*AutoCAD*) te vertikalni profil sastojine (*CorelDraw*), koji proporcionalno prikazuje odnos visine stabla, dužine debla te dužine i širine krošanja, zorno nam prikazuje stanje na plohi 2004. godine (slika 4). Iz profila je razvidan vertikalni oblik sklopa te dominantni-nadstojni sloj sadene smreke starosti 161. godinu prosječne visine 37,5 m, prosječne širine krošnje 5,44 m te donji sloj prirodno uraslih stabala bukve prosječne visine 14,6 m, prosječne širine krošnje 6,20 m s tek jednom zastarčenom jelom prsnog promjera 12,5 cm, visine 12 m, srednje širine krošnje 3,85 m. Horizontalne projekcije krošanja pokazuju preveliku zastrtost tla krošnjama od 87,53 % odnosno nezastrtost od 12,47 % (zelene površine).

Zastrtost tla krošnjama jedan je od bitnih čimbenika koji utječe na mogućnost prirodne obnove. Rezultate takvih istraživanja nalazimo kod *D i a c i a* (2002) koji je istraživao prirodnu obnovu plantaže stare smrekove sastojine sa različitim veličinama otvora sklopa (gaps) u sastojini. Sastojine s nagomilanom drvnom masom, a koja nije raspoređena u prebornu strukturu, ne stvaraju povoljne uvjete za opstanak ponika (*M a t i ć* 1983), čiji je visinski rast i prirast u čvrstoj vezi s horizontalnom projekcijom krošanja stabala (*M a t i ć* 1973). Sklop krošanja i njegova struktura izrazito je bitan čimbenik kod ekoloških uvjeta (svjetla, oborina, "sastojinske klime",

topline i vlage te mineralizacije i humifikacije organske tvari u tlu) i posebice uvjeta pomlađivanja. Pod tamnim vertikalnim sklopom nastaje pojedinačna i grupična izmjena vrsta drveća, dakle razvija se proces nagle invazije bukve. O izmjeni vrsta i utjecaju zastrtosti tla krošnjama te širenju bukve u arealu jele nalazimo kod *Š a f a r a* (1955, 1965), kao i istraživanjima *D u b r a v a c* i *V u l e t i ć* (2003) te *D u b r a v a c*, *V u l e t i ć* i *V r b e č* (2005) u nacionalnom parku Risnjak.

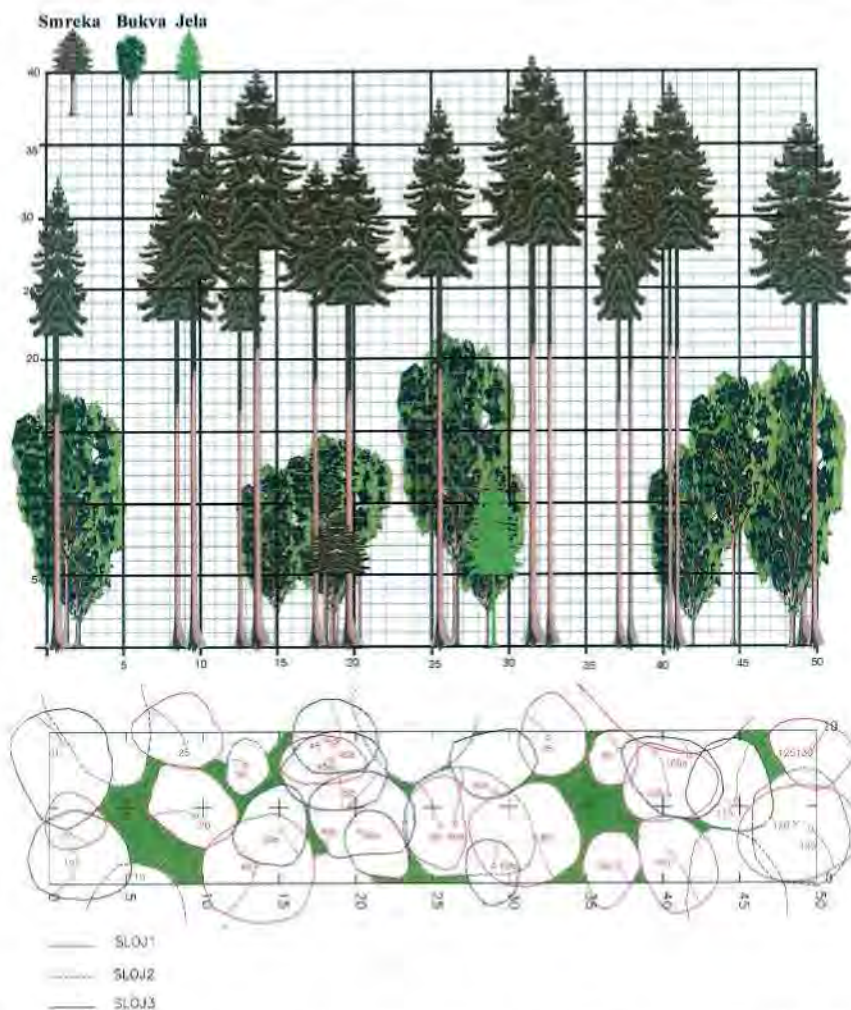
Na temelju uvida u stanje obnove i pojavnosti mladog naraštaja (tablica 2) te strukturnih elemenata kulture smreke i autohtone bukve i jele (tablica 1, slike 2. i 3) uviđamo kako je izostanak adekvatnih i pravovremenih uzgojnih zahvata glavni krivac sadašnjeg stanja prirodne obnove na pokusnoj plohi. *H r e n* (*C e s t a r* i dr. 1978) navodi kako pomlađivanje ovisi o načinu gospodarenja i ekološkim uvjetima u šumskim zajednicama te zaključuje kako se smreka može obnoviti prirodnim pomlađivanjem, oplodnom sječom u većim grupama i skupinama. Do istog su zaključka došli *O r š a n i ć*, *M a t i ć* i *A n i ć* (2001) pri istraživanju strukture i pomlađivanja prirodnih smrekovih sastojina u g. j. "Štirovača", koji preporučuju obnovu na malim površinama.

Budući je bivši dugogodišnji posjednik tih šuma *Thurn-Taxis* nastojao nagomilati što veću drvenu zalihu, nije ga zanimala konverzija kulture smreke i povrat autohtonih vrsta bukve i jele na njihovo bivše stanište, u to doba izostali su neophodni uzgojni zahvati prirjedom. Zbog toga i danas od 163 stabla smreke na plohi, 66 % ima prsni promjer 50 i više centimetara. U takvim

uvjetima prirodno je pomlađivanje vrlo otežano ili ga gotovo i nema (Oršanić, D. Tomljanović, J. Tomljanović, 2005). Sječa tih stabala izazvat će neizostavno velike štete na budućoj autohtonoj sastojini. Uz to sječa kombiniranim metodama na malim površinama (grupe ili skupine) jedino može pogodovati obnovi smreke te u konačnici razvoju ovih sastojina u smjeru bukovo-jelovih sastojina (Oršanić i dr. 2001.).

3. Pedološke analize

Kemijske i fizičke analize prikazane su u Tablicama 3. i 4. Profil br. 16/04 istražen je na livadi u blizini kulture, profil br. 18/04 na plohi u kulturi smreke, te profil br. 21/04 u prirodnoj sastojini bukve i jele. Na prvi pogled nema razlika u kemijskim i fizičkim analizama kod smeđih tala na dolomitima na tri različita lokaliteta. Razlike ipak postoje u morfološkoj građi profila tla, u sadržaju hranjiva (P_2O_5 , K_2O i N %) te sadržaju humusa. Analizom je nađeno kako smeđe tlo na dolomitu u prirodnoj sastojini bukve i jele te na livadi ima veći sadržaj hranjiva i bogatije je humusom od tla pod kulturom smreke.



Slika 4. Digitalni model (AutoCAD 2000) horizontale projekcije krošanja po slojevima, prostorni raspored stabala i vertikalni profil sastojine (CorelDraw)

Fig. 4 Digital model (AutoCAD 2000) of crown projections by layers, spatial distribution of trees and vertical stand profile (CorelDraw)

Tablica 3. Kemijske karakteristike tala

Table 3 Chemical characteristic of soils

Tip tla Soil type	Broj profila Number of profile	Dubina u cm Depth in cm	pH H ₂ O	pH M-KCl	CaCO ₃	P ₂ O ₅ mg/100g	K ₂ O mg/100g	N %	Humus %	C %	C/N
Smeđe na dolomitu Brown soil on dolomite	16/04	1-4	7,3	6,8	5,46	2,2	25,3	0,82	17,25	10,03	12,23
		10-40	7,4	6,9	4,20	0,5	6,2	0,26	4,73	2,75	10,58
Smeđe na dolomitu Brown soil on dolomite	18/04	1-6	7,7	7,0	1,68	1,0	15,9	0,66	12,93	7,52	11,39
		8-20	7,6	6,9	2,51	0,5	10,6	0,53	8,70	5,06	9,55
		28-45	8,1	7,5	14,23	0,3	4,4	0,20	3,77	2,19	10,95
		50-70	8,2	7,8	39,35	0,7	2,7	0,08	1,95	1,13	14,13
Smeđe na dolomitu Brown soil on dolomite	21/04	1-5	7,2	7,0	3,62	7,3	16,7	1,39	30,77	17,89	12,87
		10-35	7,8	7,4	15,41	2,3	6,9	0,56	9,80	5,70	10,18

Prema mehaničkome sastavu (tablica 4) smeđe tlo na dolomitu u kulturi smreke (fotografija 5) pripada u lake gline do glinaste ilovače, dok su tla na livadi (foto-

grafija 4) i prirodnoj sastojini bukve i jele (fotografija 6) glinaste ilovače.

Tablica 4. Fizičke karakteristike tala
Table 4 Chemical characteristics of soil

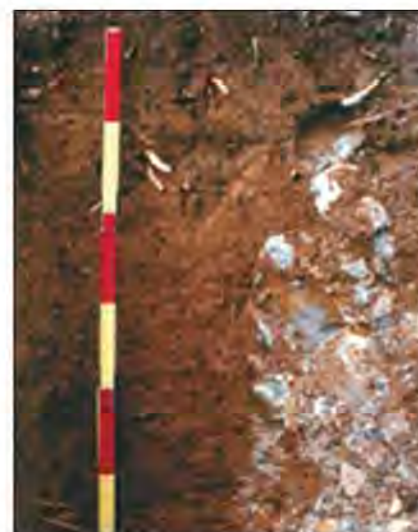
Tip tla Soil type	Broj profila Number of profile	Dubina u cm Depth in cm	Krupni pijesak Coarse sand 2.0-0,2 mm	Sitni pijesak Fine sand 0,2-0,02 mm	Prah Dusty 0,02-0,002 mm	Glina Clay >0,002 mm	Teksturna oznaka Texture
Smeđe tlo na dolomitu Brown soil on dolomite	16/04	1-4	6,4	43,4	31,3	18,9	glinasta ilovača – loamy clay
		10-40	1,9	35,0	42,2	20,9	glinasta ilovača – loamy clay
Smeđe tlo na dolomitu Brown soil on dolomite	18/04	1-6	1,1	38,1	35,0	25,8	laka glina – light clay
		8-20	0,9	26,7	40,5	31,9	laka glina – light clay
		28-45	0,3	56,9	21,5	21,3	glinasta ilovača – loamy clay
		50-70	1,1	74,2	11,5	13,2	sitno-pjeskovita ilovača fine sandy clay
Smeđe tlo na dolomitu Brown soil on dolomite	21/04	1-5	2,3	36,2	37,4	24,1	laka glina – light clay
		10-35	1,9	51,6	31,2	15,3	glinasta ilovača – loamy clay



Fotografija 4. Smeđe tlo-livada
Photo 4 Brown soil-meadow



Fotografija 5. Smeđe tlo-kultura
Photo 5 Brown soil-culture



Fotografija 6. Smeđe tlo-sastojina bukve i jele
Photo 6 Brown soil- beech and fir stand

(Foto: B. Vrbek)

ZAKLJUČAK – Conclusion

Na temelju pet proteklih izmjera (1956, 1957, 1962, 1994. i 2004) praćenja razvoja strukture 161. godinu stare smrekove kulture, pojavnosti mladog naraštaja te pedoloških analiza, mogu se donijeti sljedeći zaključci:

1. Strukture sastojine pokazuju kako kultura smreke tijekom godina motrenja (1956, 1957, 1962., 1994, i 2004) ima unimodalnu distribuciju broja stabala koja odgovara regularnim sastojinama, dok u njoj podstojna sastojina prirodno urasle bukve i jele ima padajuću distribuciju broja stabala koja odgovara prebornim sastojinama.
2. Pojavnost i razvoj pomlatka u izravnoj je sprezi sa strukturom sastojine i zastrtosti krošanja te može biti ograničavajući čimbenik uspješne prirodne obnove.
3. Uz izostanak neophodnih i pravovremenih uzgojnih zahvata te u posljednje 42. godine potpunim izostankom istih, kultura smreke je već prije 100. godina stvorila uvjete za povratak autohtonih vrsta drveća bukve i jele. Međutim, prirodnim putem nastala podstojna sastojina bukve i izrazito zastarčena jela (analizim utvrđene starosti 93. godine) nema uvjeta za svoj razvoj.

4. Brojno stanje pomlatka jele u deset godina povećalo se skoro 100 % (sa 4700 na 8950 jedinki po ha), ali niti jedna nije svojom visinom prerasla 30cm. Brojno stanje mladika bukve je nedostavno (1250 jedinki 1994. godine, a 2004. godine 950 jedinki po ha), a kvaliteta izrazito loša, što uz zadržavanje od 88 % ukazuje na upitnost zadovoljavajuće prirodne obnove.
5. Zbog kvalitete buduće autohtone sastojine i uvjeta za njen povratak, neophodno je provoditi uzgojne zahvate na malim površinama (grupe ili skupine) kako u kulturi smreke, tako i u novonastaloj sastojini.
6. Kultura smreke uspijeva na seriji tala, čija je matična podloga dolomitna. Najzastupljenije je smeđe tlo na dolomitu s učešćem oko 50 %, zatim rendzina na dolomitu s učešćem oko 30 % i lesivirano tlo u vrtačama s učešćem od 20 %. Raprostranjenje tri glavna tipa tla uvjetovano je građom mezo reljefa. Rezultati kemijskih i fizikalnih analiza upućuju kako su tla iz prirodne jelovo-bukove sastojine i livade bogatija hranjivima i humusom od tla iz smrekove kulture. Razlike bi trebalo statistički potvrditi detaljnijom pedološkom obradom na više lokaliteta.
7. Buduća istraživanja treba usmjeriti u dva usporedna smjera i to praćenjem prirodnog tijeka razvoja smrekove kulture, te praćenjem uspjeha obnove kombiniranim metodama na malim površinama (grupe ili skupine) koje jedino može pogodovati obnovi smreke, te u konačnici razvoju ovih sastojina u pravcu bukovo-jelovih sastojina.

LITERATURA – References

- Cestar, D., V. Hren, Z. Kovačević, J. Martinović, Z. Pelcer, (1978): Tipološke značajke šuma na profilu Štirovača-Lešće. Rad. Šumar. inst. 33, Zagreb.
- Dubravac, T., D. Vuletić, (2003): Aktivna ili pasivna zaštita šuma-primjer nacionalni park Risnjak. 8. Hrvatski biološki kongres s međunarodnim sudjelovanjem, 27 rujna – 2. listopada 2003., usmeno izlaganje, str. 395–396, Proceedings, Zagreb.
- Dubravac, T., (2005): Primjena digitalizacije krošnja i metode vizualizacije u izučavanju strukture sastojina. Rad. Šumar. inst. 40 (1): 53–72, Jastrebarsko.
- Dubravac, T., D. Vuletić, B. Vrbek, (2005): Natural Reforestation and Future of Beech and Fir Forests in the Risnjak NP, Periodicum Biologorum Vol 107, br. 1, 73–79, Zagreb.
- Diaci, J., (2002): Regeneration dynamics i a Norway spruce plantation on a silver fir-beech forest site in the Slovenian Alps. Forest Ecology & Management. 161 (1–3): 27–38.
- Frančisković, S., (1981): Šumarstvo u feudalizmu i agrarne reforme, Gorski kotar, str. 483–498, Delnice.
- Matić, S., 1973: Prirodno pomlađivanje kao faktor strukture sastojine u šumama jele s rebračom (*Blechno-Abietetum* Horv.). Šum. list 9/10: 321–358, Zagreb.
- Matić, S., 1983: Utjecaj ekoloških i strukturnih čimbenika na prirodno pomlađivanje prebornih šuma jele i bukve u Gorskom Kotaru. Glas. šum. pokuse 21: 223–400, Zagreb.
- Martinović, J., (2003): Gospodarenje šumskom tlima u Hrvatskoj. Znanstvena knjiga, Šumarski institut, Jastrebarsko, pp 525, Jastrebarsko.
- Oršanić, M., S. Matić, I. Anić, (2001): Struktura i prirodno pomlađivanje smrekovih sastojina u g.j. Štirovača. Znanost u potrajnom gospodarenju hrvatskim šumama, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Šumarski institut, Jastrebarsko, “Hrvatske šume” d.o.o., str: 107–116, Zagreb.
- Oršanić, M., D. Tomljanović, J. Tomljanović, (2005): Gospodarenje šumama na Sjevernom Velebitu. Šume i šumarstvo sjevernoga Velebita. Monografija u povodu 240 godina rada Šumarije i osnivanja Šumarskoga muzeja u Krasnu, 73–98, Senj-Zagreb.
- Seletković, Z., Z. Katušin, (1992): Klima Hrvatske. Monografija Šume u Hrvatskoj, 13–18, Zagreb.
- Šafar, J., (1952): Problem izmjene vrsta u šumama, Šum. list 89–100, Zagreb.
- Šafar, J., (1955): Problem nadiranja i širenja bukve u arealu jele. Knjiga “Anali Instituta za eksperimentalno šumarstvo Jugoslavenske akademije”, Vol. I, str. 147–189, Zagreb.
- Šafar, J., (1959): Izvorna kronika podataka o radovima na plohi od 2. 6. 1959. Rukopis.
- Šafar, J., (1963): Uzgajanje šuma. Udžbenik pp. 598, Zagreb.
- Šafar, J., (1965): Pojava proširivanja bukve na Dinaridima Hrvatske. Šum. list LXXXIX (5–6): 198–217, Zagreb.
- Vukelić, J., Đ. Rauš, (1998): Šumarska fitocenologija i šumske zajednice u Hrvatskoj. Udžbenik pp. 310, Zagreb.

SUMMARY: For the purpose of monitoring the natural course of development of a planted stand, in 1956 J. Šafar established a permanent experimental plot in a spruce culture. Based on an analysis of 16 spruce trees in 1957, the culture at the time of establishment of the plot was 113 years old, which indicates that the stand was planted in 1843. The plot was established in the "Delnice" Forest Office, Management Unit of Delnice, in the region of Velika Rebar-Sović laz. The plot was used to monitor the natural stand structure development and reforestation of the stand in the period from 1956 to 2004. The area, prior to planting of the spruce, had been a meadow (grass cutting) pasture. The culture was very well preserved which can be attributed to the forest management of the aristocrats Thurn-Taxis (landowners) from 1872 to 1939. The plot borders with a natural forest of beech and fir (Omphalodo-Fagetum Marinček et al, 1992) on dolomite. The immediate vicinity of these stands is reflected in the return of beech, maple, fir and other tree species and shrubs to their original site, which man had transformed into a hayfield-laz and 161 years ago into a spruce culture.

The spruce culture during the observed period, and during five successive measurements (1956, 1957, 1962, 1994 and 2004) had unimodal distribution of d b h (number of trees) characteristic of even-aged stands. Distribution of the understory beech and some fir, later ingrown into the spruce culture, showed decreasing distribution of d b h characteristic of selection stands.

Measurement of young growth showed that the number of the fir seedling plants during the last ten years (1994–2004) increased by almost 100 % (from 4 700 to 8 950 plants per ha), although not one exceeded 30 cm in height. The number of beech young plants was insufficient (1 250 plants in 1994 and 950 plants in 2004 per ha), of extremely poor quality. In the development stage of seedling plants and young plants maple appeared in greater numbers. However, because of the excessive crown cover over soil by the spruce and beech, amounting to 88 %, and browsing by wild game, it did not achieve reforestation of higher quality. A young spruce stand, under canopy, formed from the seeds of the old spruce culture, exists on the neglected meadow, in a frost-exposed site in the vicinity of the experimental plot.

Parental material of dolomite conditions a series of soils: rendzina-brown soil on dolomite – luvisol. Luvisols occur predominantly in sinkholes, while rendzinas and brown soils on dolomite are found on the steeper slopes and on the crests. Brown soils on dolomites are predominant amounting to around 50 %, rendzinas participate with 30 %, and luvisols in sinkholes amount to 20 %. Results achieved from the chemical and physical analyses indicate that the soils from the natural fir-beech stand and meadow are richer with nutrients and humus than the soils from the spruce culture.

In view of the present state of the structure and lack of management interventions during the last 42 years, future investigations should be directed in two parallel directions. Namely, monitoring the natural course of spruce culture development and monitoring the success of reforestation by the application of combined methods of reforestation on small areas (groupwise and nestwise) and development of these stands into beech-fir stands.

Key words: stand structure, natural reforestation, young growth, crown cover, pedological analyses, spruce, beech, fir