

Екол. Зашт. Живот. Сред.	Том	Бр.	Стр.	Скопје
	10	1-2	19-28	2006/2007
Ecol. Prot. Env.	Тome	No	pp.	Skopje

UDC (УДК): 630*5:582.632.2(497.761)

ДЕНДРОХРОНОЛОГИЈА НА БУКОВИ ДРВЈА ОД БУКОВИОТ ЕКОСИСТЕМ CALAMINTHO GRANDIFLORAE-FAGETUM ВО НАЦИОНАЛНИОТ ПАРК „МАВРОВО“

Славчо ХРИСТОВСКИ¹, Љупчо МЕЛОВСКИ¹, Љупчо ГРУПЧЕ²
и Марјана ШУШЛЕВСКА³

¹Институт за биологија, Природно-математички факултет, Скопје

²Македонско еколошко друштво, Скопје

³Фармахем, Скопје

Апстракт

Христовски, С., Меловски, Љ., Групче, Љ., Шушлевска, М. (2006/2007). Дендрохронологија на букови дрвја од буковиот екосистем Calamintho grandiflorae-Fagetum во Националниот парк „Маврово“. Екол. Зашт. Живот. Сред. Том 10, Број 1-2: 19-28.

Дендрохронолошките истражувања беа вршени во горска букова шума (Calamintho grandiflorae-Fagetum) во Националниот парк „Маврово“. Анализите беа извршени на четири стеблени дискови од градна височина и една крупна гранка. Беше направен полиномен модел кој го опишува растот на дрвјата во дебелина во различни периоди. Овој модел послужи за пресметување на индексите на раст. Статистичката анализа покажа дека само кај едно дрво постои значајна корелација помеѓу неговиот раст во дебелина и годишната температура. Сензитивноста на буковите дрвја го задржува нивото на варирање и кај дрвја кои се постари од 80 години. Динамиката на растот во дебелина покажа сличности со други истражувања во Европа кои се однесуваат на XX век.

Клучни зборови: дендрохронологија, сензитивност, индекси на раст, *Fagus sylvatica*.

Abstract

Hristovski, S., Melovski, Lj., Grupče, Lj., Šušlevska, M. (2006/2007). Dendrochronology of beech in the beech ecosystem Calamintho grandiflorae-Fagetum in Mavrovo National Park. Ecol. Zašt. Život. Sred., Tome 10, No 1-2: 19-28.

The research was conducted in the montane beech forest (Calamintho grandiflorae-Fagetum Em 1968), in Mavrovo National Park. Dendrochronological analyses were performed in 4 stem discs taken from the breast height and one large branch. Polynomial model that describes the trees growth in different periods was obtained. This model was used to calculate the tree ring indices. Statistical analysis showed that only growth of one tree 3 correlated with the annual temperature. Sensitivity of the beech trees remained at the same level even in trees that were more than 80 years old. The dynamics of the growth in the 20th century showed similar patterns as in other studies in Europe.

Key words: dendrochronology, sensitivity, tree ring index, *Fagus sylvatica*.

Вовед

Дендрохронолошките истражувања се значајни не само за екологијата, туку

примена наоѓаат и во повеќе други дисциплини како што се историјата, археологијата, климатологијата, архитектурата и историјата на уметноста (Pezzo & Dorigatti 1997). Од

самите почетоци на дендрохронологијата се знаело дека широчината на годовите зависи од бројни еколошки фактори, од кои најважни се температурата и врнежите. Но, треба да се има предвид дека кај некои видови растот во дебелина е повеќе зависен од температурата, а кај други од влажноста (Diller 1935).

Во однос на климата, дендрохронологиите се фокусирани на реконструирање на врнежите, температурата, воздушниот притисок, појавата на сушни периоди, мразеви, сончева радијација, но и на други појави како што се пожари, каламитети на инсекти, вулкански ерупции, лизгање на земјиште, поплави, силни ветришта, земјотреси, промени во површинскиот истек итн. (Biondi 1999; Biondi et al. 1999).

Добивањето сознанија за климатското варирање во тек на подалечното минато е неопходно за разбирање на моменталните и идните промени. Помеѓу различните методи и извори на палеоклиматски податоци, дендрохронологијата ја има таа предност што дава непрекината повторлива информација која е точно поврзана со календарска година (Biondi et al. 1999; Bascietto et al. 2004). Дендрохронологијата се покажала како особено корисна во реконструирањето на месечните, сезонските и годишните климатски параметри (Biondi 2000).

Се смета дека европската бука (*Fagus sylvatica*) е адекватен вид за дендрохролошки истражувања заради долгиот живот, широкото распространување, можноста за лесно и точно датирање на периодите, како и чувствителноста кон климатските фактори (Biondi 1992a; Biondi & Visani 1996; Piovesan et al. 2003; Георгиев и Раев 1983; Димитров и др. 2003).

Во САД и некои европски земји (Швајцарија, Италија), веќе се развиени мониторинг мрежи за следење на промените во животната средина со користење на дендрохронометриски методи (Schweingruber 1985; Biondi 1992b, 1999). Користењето на дендрохронометријата во мониторинг програмите има особена предност во однос на другите методи заради едноставноста на мерењето и малите финансиски средства.

Главна цел на овој труд е изучување на дендрохронометриските карактеристики

на буковите дрвја од буковиот екосистем *Calamintho grandiflorae-Fagetum* Em 1968 во НП „Маврово“.

Објект на истражување

Со оглед на значењето на буковите шуми за Македонија, во тек на 1996 година започнаа активностите за организација на комплексен проект во буков екосистем во НП "Маврово". Стационарот за комплексни екосистемски истражувања (41°43' СГД и 20°48' ИГШ) се наоѓа на масивот Влаиница на планината Бистра, 1 km северно од селото Леуново на надморска височина од околу 1350 m. Стационарот е сместен во букова шума која припаѓа на екосистемот *Calamintho grandiflorae-Fagetum* и истоимената растителна заедница. Тој опфаќа оградена површина од 1 ha во која се нумерирани стеблата.

Климата во горското планинско подрачје во западниот дел на Македонија е планинска континентална со изразен планински карактер (Филиповски и др. 1996). Средногодишната температура изнесува 7,1 °C. Средното годишно количество врнежи изнесува 1103 mm. Од октомври до март, месечната преципитацијата е над 100 mm, април и мај се карактеризираат со 80-100 mm, а јули и август имаат помалку од 50 mm врнежи. Постојана снежна покривка трае од 30 до 110 денови, додека снежниот период трае 166 денови во просек. Во тек на годината ариден период не постои, додека семиаридниот период е краток и карактеристичен за летото (Лазаревски 1993).

Почвата во истражуваниот екосистем е дистричен камбисол кој припаѓа во типот на кафеави шумски почви. Геолошкиот супстрат се кисели хлоритски шкрилци. Почвата е безкарбонатна ситнопесоклива иловица до песоливо глинеста иловица, скелетоидна до силноскелетоидна со профил Ol-AOf/h-Aum-(B)v-(B)C-C-R (Петковски и др. 2008)

Истражуваниот екосистем претставува разнородна букова шума и е во фаза на развој. Екосистемот се наоѓа под определено човеково влијание, најмногу заради искористување на дрвната маса и изградбата на шумските патишта.

Истражуваниот екосистем се одликува со добро дефинирана катовност во надземниот дел. Се разликуваат три добро развиени катови на дрвја и слабо развиени катови на грмушки и на тревести растенија. Во катот на дрвјата апсолутно доминира буката (*Fagus sylvatica*). Катот на грмушките е претставен со грмушки од бука и ела.

Биомасата на надземниот опад изнесува $5,37 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (Šušlevska et al. 2001 и необјавени податоци). Главната маса ја даваат листовите со околу 70% од вкупниот опад. Вкупната биомаса на шумската простирка во буковиот екосистем во Маврово изнесува $20,58 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ со максимум во ноември по главниот листопад ($23,80 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) и минимум во јуни по поинтензивно разградување (Христовски 2004).

Материјал и методи

Во тек на октомври 1999 година беа пресечени 24 моделни стебла што припаѓаат на речиси сите дебелински класи во истражуваната состоина (Христовски 2007). Пресечените дискови на градна височина од моделните дрвја беа земени со цел да се определи староста на моделните дрвја, како и да се извршат дендрохронометриски мерења.

Дендрохронометриските истражувања беа вршени на дискови од четири моделни стебла нумерирани со броевите, 3, 14, 20 и 21. Овие стебла беа одбрани како претставници на различни дебелински класи со поголем дијаметар на градна височина (DBH), но и заради подобрата зачуваност на дисковите (стебло 3 - DBH=32,2 cm; стебло 14 - DBH=19,2 cm; стебло 20 - DBH=25,6 cm; стебло 21 - DBH=36,7 cm). Различните дебелински класи на анализираните дрвја овозможува да се изврши споредба на добиените резултати за широчината на годовите кај четирите дрвја со цел да се избегнат грешките заради годовите кои недостигаат или се прикриени (Bascietto et al. 2004). На анализираните дискови беа присутни сите години, а прегледноста на годовите по целиот нивен периметар на дисковите беше причина за малата опасност од погрешна идентификација на годовите, како што е тоа случај при анализа на примероци земени со бушач.

Широчината на годовите беше определена и кај една крупна гранка со дијаметар во основа од 10,4 cm од моделното стебло број 2.

Применетиот метод целосно се поклопува со методот опишан од Bräker (1996). На секој диск беа означени четирите страни на светот (уште во тек на теренските истражувања). Површината на дисковите беше израмнета и измазнета (со помош на струг) со помош на бинокулар МБС-10 (Ломо-Петерсбург) и окуларна скала на зголемување од 56 пати беше измерена широчината на годовите. Широчината на секој од годовите од секој стеблен диск беше мерена во правец на четирите страни на Светот. Од овие четири мерења беше пресметана просечна вредност за широчината на годовите (w).

Индексите на радијалниот раст (i) беа пресметани според формулата (Мирчев и др. 2000):

$$i_t = \frac{W_t}{G_t}$$

каде W_t е широчина на годот од годината t ; G_t е очекувана вредност според добиениот полиномен модел.

Сензитивноста на буковите дрвја (екосистемот) беше пресметана врз база на податоците за широчината на годовите (Bascietto et al. 2004). Средната сензитивност е мерка за варијабилноста и ја изразува разликата помеѓу две последователни вредности во проценти:

$$S_{t+1} = 100 \frac{2(t_{i+1} - t_i)}{(t_{i+1} + t_i)}$$

каде S_{t+1} е сензитивноста (%); w_t е широчина на годот од годината t , w_{t+1} е широчината на годот од наредната година.

Резултати

Резултатите од дендрохронолошките истражувања се прикажани врз база на широчината на годовите и сензитивноста на четирите моделни дрвја. Со тоа може да се прикаже трендот на раст на дрвјата, но не и вистинскиот одговор на дрвјата кон надворешните фактори бидејќи не беа пресметувани индексите на растот со кои би се елиминирале разликите помеѓу четирите дрвја

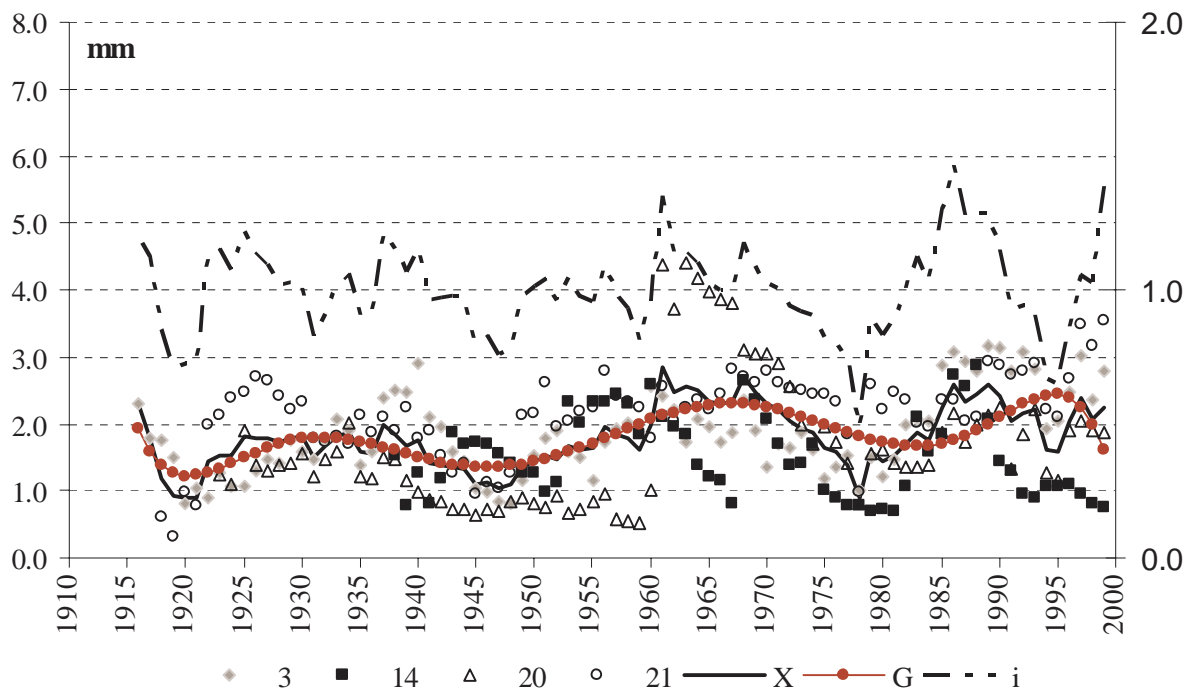
во однос на нивната возраст или условите во кои растеле. Ваквите анализи бараат многу поопсежни истражувања кои би опфатиле поголем број серии од барем 10 дрвја и употреба на соодветни софтверски програми. Георгиев и Раев (1983) наведуваат дека оптимален број на дрвја за анализа е 18-20.

Со дендрохронометриските мерења беше утврдено дека стеблото 3 има 84 години на градна височина, стеблото 14 - 64 години, стеблото 20 - 78 години и стеблото 21 - 82 години. Бројот на години не ја покажува директно староста на дрвјата, особено затоа што мерењата на градна височина покажуваат помала старост за десетина години во однос на реалната (Rozas 2003).

Од Сл. 1 може да се забележи дека широчината на годовите варира во широки граници. Просечната вредност за широчината на годовите кај четирите моделни дрвја изнесуваше $1,80 \pm 0,27$ mm. Може да се

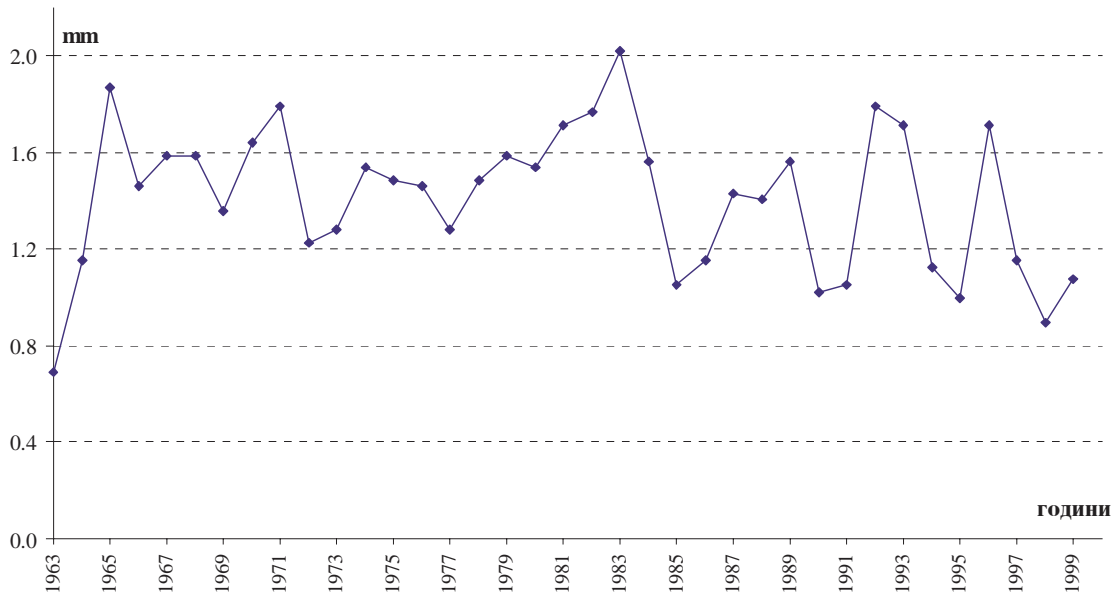
забележат определени амплитуди кои означуваат намалување или зголемување на широчината на годовите. Така, пониски вредности се забележани во периодот околу 1920, 1945-1950 и 1975-1978 година. Повисоки вредности, кои означуваат поинтензивно растење на буковите дрвја, може да се забележат во периодот 1960-1970 и 1985-1999 година. Сите четири анализирани дрвја покажаа многу слична шема за варирањето на широчината на годовите со тоа што стеблото 20 покажуваше поекстремни вредности. И кај анализираната гранка беше забележана слична динамика (Сл. 2).

Сензитивноста на растот на дрвјата во однос на надворешните фактори не бележи значителни промени со стареењето на дрвјата (Сл. 3), иако во определени периоди се забележуваат ниски вредности, а во некои многу високи.



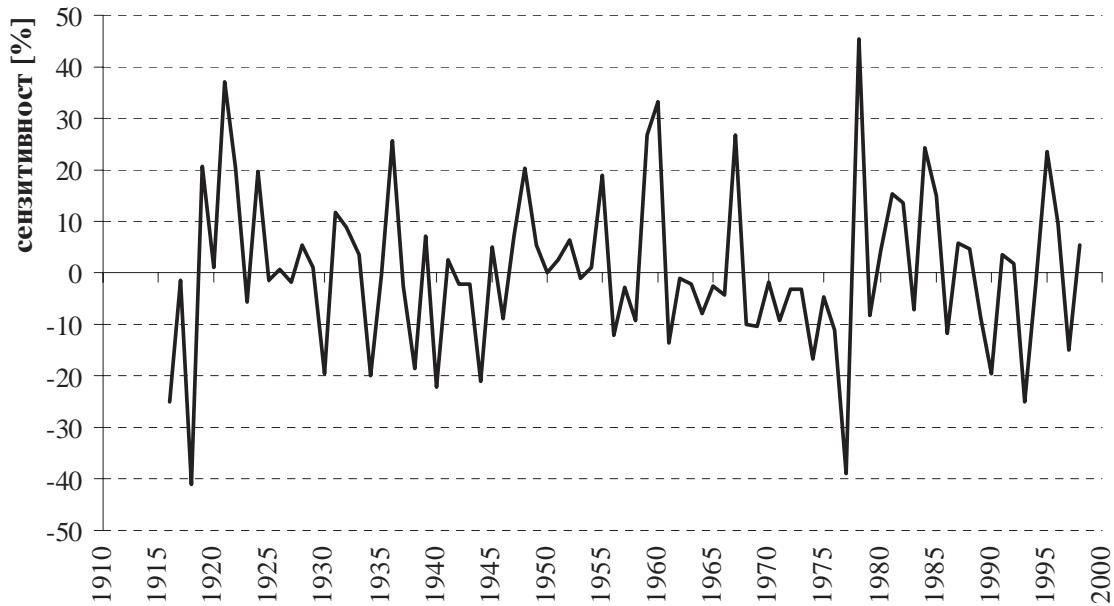
Сл. 1 Широчина на годовите од стеблата (на градна височина) на моделните дрвја 3, 14, 20 и 21 во периодот 1916-1999 година (X-средна вредност; G-полиномен модел; i-индекс на десната Y-оска).

Fig. 1 Tree ring width (measured at breast height) of model trees 3, 14, 20 and 21 for the period 1916-1999 (X-average value; G-polynomial mode; i-tree ring index presented on right Y-axis).



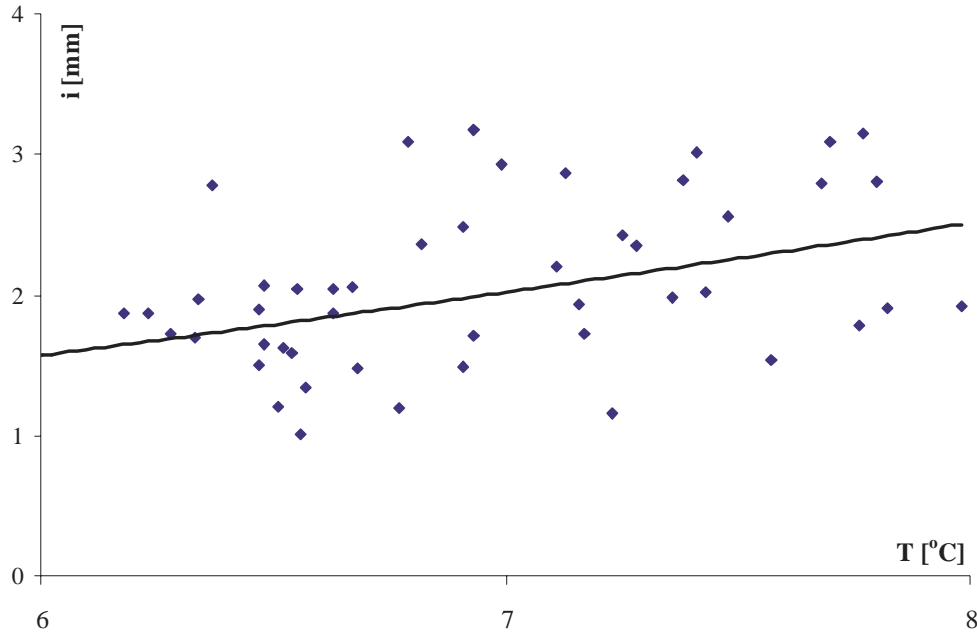
Сл. 2 Широчина на годовите во основата на гранка со дијаметар од 10,4 cm (моделно дрво бр. 2) во периодот 1963-1999 година

Fig. 2 Ring width in the basal part of a branch with diameter of 10.4 cm (model tree #2) for the period 1963-1999.



Сл. 3 Варирање на сензитивноста на екосистемот врз база на дендрохронолошките анализи на четири букови стебла.

Fig. 3 Sensitivity of the investigated ecosystems estimated on the basis of dendrochronologies of four beech trees.



Сл. 4 Зависност на широчината на годовите (i) од средногодишната температура за моделното дрво #3. Претставениот модел е линеарен со следните статистички параметри: $i=16,53+0,178609 \cdot T$; $p=0,0165$; $R^2=6,96\%$; $F=6,00$; $n=48$.

Fig. 4 Correlation between ring width (i) and average-annual temperature for the model tree #3. The presented model is statistically significant ($i=16.53+0.178609 \cdot T$; $p=0.0165$; $R^2=6.96\%$; $F=6.00$; $n=48$).

Со оглед на тоа што сензитивноста не се менува значително со стареењето на дрвјата можеше да се очекува дека ќе се потврди зависноста на растот на дрвјата од еколошките, пред се, климатските фактори. Затоа, беше извршена регресиска анализа на зависноста на широчината на годовите од средногодишната температура, годишната сума на врнежи, јулската и јануарската температура и сумата врнежи за август, мај и ноември (податоци од метеоролошката станица во Лазарополе). Анализата покажа дека постои зависност на растот во широчина на дрвјата од температурата. Најдобри резултати беа добиени на зависноста на широчината на годовите на моделното стебло 3 од средногодишната температура и од јулската температура (Сл. 4). Во останатите случаи кога беа земени другите температурни показатели или врнежите, не беа добиени статистички значајни зависности.

Од Сл. 4 се гледа дека широчината на годовите се зголемува со зголемување на средногодишната температура. Сепак, корелациониот коефициент покажува ниска вредност (6,96 %) што значи дека врз растот на

дрвјата влијаат и други фактори, па ефектот на температурата е маскиран.

Дискусија

Дендрохронолошките истражувања на буковите дрвја во Маврово покажаа дека широчината на годовите варира во широки граници. Ваквото варирање укажува на различните еколошки услови кои влијаеле врз растот на буковите дрвја во истражуваниот буков екосистем, но може да се предизвикани и од начинот и времето на искористување на дрвната маса (Bräker 1996b). Не треба да се заборава дека големината на одговорот кон условите во надворешната средина зависи од возраста на организмот. Генерално, помладите дрвја и шумски состоини се почувствителни во однос на постарите дрвја и состоини (Bascietto et al. 2004) заради тоа што интензитетот на растот опаѓа со стареење на дрвјата (Ивановски и Ристевски 1987; Briffa et al. 1998). Но, Rozas (2003) констатирал дека букови дрвја во Шпанија покажале интензивен раст во првите 45 години од животот, стагнација во

наредните 135-150 години и повторен интензивен раст после овој период.

Генералниот тренд покажува зголемување на широчината на годовите. Тоа е особено забележливо во периодите 1947-1968 и 1979-1999 (со пад во 1989-1995). Bascietto et al. (2004) кај букови стебла од Туринген (Германија) регистрирале зголемување во периодот 1940-1960 и генерално намалување во периодот 1980-2000 година (многу слично со резултатите од Маврово, Сл. 1).

Зголемувањето на растот во периодот по 1980 година се потенцира во дендрохронолошките студии. Bräker (1996a) ја отфрла директната поврзаност на климатските промени со поинтензивниот раст на елата (*Abies alba*) и смрчата (*Picea abies*) и ваквите промени ги препишува на промените услови во стаништата, како и на промените во искористувањето на шумските ресурси. Зголемувањето на интензитетот на растење на шумите во последните две декади на XX век е регистрирано и на други делови од Светот за различни видови (Biondi 1999 - кај *Pinus ponderosa* во САД; Feliksik & Wylczyński 2003 - кај *Pseudotsuga menziesii* во Полска). Според Briffa et al. (1998) може да се смета дека целиот XX век е означен со поинтензивен раст на дрвјата, веројатно како резултат на антропогеното влијание. Високата вредност за раст во 1970 година (Сл. 1) се поклопува со резултатите на Димитров и др. (2003) за букова шума на Западна Стара Планина (Бугарија).

Пониски вредности за широчината на годовите беа забележани во периодот околу 1920, 1945-1950 и 1975-1978 година (Сл. 1). Доколку се изврши споредба со резултатите на Feliksik & Wylczyński (2003) може да се забележи дека периодите на падови кај буката од Маврово се поклопуваат \pm со падовите на широчината на годовите кај *Pseudotsuga menziesii* во Полска. Bräker (1996a, 1996b) констатирал слични падови во наведените периоди, особено оној во 1978 година кога регистрирал најниски вредности од целиот период на анализа (1901-1993), идентично како и во случајот со буковите дрвја во Маврово. И во други истражувања (Biondi 1990; Saurer et al. 1997; Dittmar et al. 2003; Bascietto et al. 2004) е забележлив падот

во периодот 1975-1978 година. Biondi (1992b) наведува дека тесни прстени кај дрвенестите видови во Parco d'Abruzzo се забележани во периодот 1917-1923 и 1974-1978 година. Ваквите резултати покажуваат дека растот на дрвјата на глобално ниво покажува сличности кои се детерминирани од климатските фактори. На пример, падот во периодот 1975-1978 година е причинет од интензивните суши во Европа кои биле најизразени во 1976 година (Bascietto et al. 2004). Разликите во растот се должат на специфичните карактеристики на испитуваните екосистеми: педолошките својства, структурата и возраста на биоценозата (дрвенестиот кат), различните карактеристики на дрвенестите видови (широколисни и иглолисни видови), загадувањето итн. Така на пример, текстурата на почвата има значајно влијание врз вододржливоста на почвата со што сушните периоди може да бидат ублажени или уште поистакнати (Charton & Harman 1973). Кога се работи за буката, намалувањето на растот многу често е поврзано со појава на сушни периоди бидејќи буката се смета за умерено чувствителна кон суша (Hölscher et al. 2002; Raftoyannis & Radoglou 2002).

Што се однесува до сензитивноста (Сл. 3) може да се каже дека буковите дрвја не покажуваат разлики во интензитетот на одговорот кон надворешните услови со нивното стареење. Тоа значи дека буковите стебла сеуште се развиваат и не ја достигнале фазата на рамномерно растење кое е независно од надворешните влијанија. Слични резултати добиле Bascietto et al. (2004) за 70-годишна букова шума, но кај други две букови состоини со 110 и 150-годишна возраст било забележано намалување на сензитивноста со зголемување на староста (со определени нерегуларни амплитуди во периодот 1980-2000 година).

Статистичката анализа на зависноста на широчината на годовите во зависност од климатските фактори (температури и врнежи) покажа дека само кај моделното дрво #3 постои силна корелација со средногодишната температура. Кај останатите моделни дрвја не беше констатирана значајна статистичка зависност. Објаснувањата за ваквите резултати може да се најдат во голем број причини,

но, можеби најважна причина е нееднаквиот раст на дрвјата во услови на различен склоп на крошните на дрвјата (Biondi 1993). При поголем достап до светлина, растот на дрвјата е многу забрзан, што може да се забележи кај моделното дрво #20. Заради тоа, дендрохронометриските истражувања даваат најдобри резултати кај оние индивидуи чиј раст е контролиран од "еден" фактор (Saurer et al. 1997). Широчината на годовите не беше јасно поврзана со останатите климатски параметри кои беа земени како независни променливи. Во литературата, јунската или јулската температура често пати се зема како фактор кој е силно поврзан со растот на дрвјата, бидејќи во овој период се врши најинтензивниот процес на формирање на ксилемските елементи (Diller 1935; Biondi 1997). Димитров и др. (2003) констатирале дека нешто поголемо влијание врз растот на буките покажуваат врнежите во однос на температурата.

Но, високата температура може да има негативен ефект врз растот на растенијата, доколку во исто време влажноста е ниска. Во такви услови е зголемена транспирацијата која предизвикува затворање на стомите на листовите, а со тоа намалување на фотосинтезата. Притоа, сушните период го покажуваат ефектот врз растот наредната година, додека ефектот на влажните периоди се рефлектира во истата година. Димитров и др. (2003) наведуваат дека буките од Стара Планина покажуваат период на нечувствителност кон засушувањето од приближно 3 години додека не се искористи почвената вода и натрупаните хранливи резерви. Овие автори наведуваат и слична логика во обратен случај: по излегување на буковите заедници од растечка депресија, зголемувањето на врнежите и намалувањето на температурата автоматски не води до зголемување на годишниот прираст.

Заклучоци

Дендрохронометриските истражувања на буковите дрвја во Маврово покажаа дека широчината на годовите варира во широки граници. Ваквото варирање укажува на различните еколошки услови кои влијаеле

врз растот на буковите дрвја во истражуваниот буков екосистем, но може да се предизвикани и од начинот и времето на искористување на дрвната маса.

Генералниот тренд покажува зголемување на широчината на годовите. Тоа е особено забележливо во периодите 1947-1968 и 1979-1999 (со пад во 1989-1995). Амплитудите во растот на дрвјата во истражуваниот буков екосистем се многу слични со резултатите од други истражувања во Европа за различни дрвенести шумски видови.

Статистичката анализа на зависноста на широчината на годовите во зависност од климатските фактори (температури и врнежи) покажа дека само кај моделното дрво #3 постои силна корелација со средногодишната температура. Кај останатите моделни дрвја не беше констатирана значајна статистичка зависност во однос на температурите и врнежите во периодот 1950-1999 година. Сензитивноста на буковите дрвја не покажа разлики во интензитетот на одговорот кон надворешните услови со стареењето.

Литература

- Bascietto, M., Cherubini, P. and Scarascia-Mugnozza, G. (2004). Tree rings from a European beech forest chronosequence are useful for detecting growth trends and carbon sequestration. *Can. J. For. Res.* 34: 481-492.
- Biondi, F. (1990). Four tree-ring chronologies for the Italian peninsula. *Lundqua Report 34. Proceedings of the international Dendrochronological Symposium, Ystad, South Sweden, 3-9 September 1990.*
- Biondi, F. (1992a). Development of a tree-ring network for the Italian Peninsula. *Tree-Ring Bulletin* 52: 15-29.
- Biondi, F. (1992b). Four tree-ring chronologies for the Italian peninsula. In: tree rings and environment. *Proceedings of the International Dendrochronological Symposium, Ystad, South Sweden, 3-9.09.1990, 41-44.*
- Biondi, F. (1997). Evolutionary and moving response functions in dendroclimatology. *Dendrochronologia* 15: 139-150.
- Biondi, F. (1999). Comparing tree-ring chronologies and repeated timber inventories as

- forest monitoring tools. *Ecological Applications* 9(1): 216-227.
- Biondi, F. (2000). Are climate-tree growth relationships changing in North-Central Idaho, U.S.A.? *Arctic, Antarctic, and Alpine Research* 32(2): 111-116.
- Biondi, F., Gallindo Estrada, I., Burton, A., Metcalfe, S. E., Cayan, D. R., Berger, W. H. (1999). A 400-year tree-ring chronology from the North American tropics. In: Karl, T. R. (ed.). *Proceedings of the 10th Symposium on Global Change Studies*. American Meteorological Society, Boston, MA, 161-162.
- Biondi, F., Visani, S. (1996). Recent developments in the analysis of an Italian tree-ring network with emphasis on European beech (*Fagus sylvatica* L.). In: Dean, J. S., Meko, D. M. and Swetnam, T. W. (eds.). *Tree Rings, Environment and Humanity. Radiocarbon, Special Volume*, 713-725.
- Bräker, O. U. (1996a). Growth trends of Swiss Forests: Tree-ring data. Case study Topwald. In: Spiecker, H., Mielikäinen, K., Köhl, M. and Skovsgaard, J. P. (eds.). *Growth trends in European forests*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 199-217.
- Bräker, O. U. (1996b). Tree-ring growth trends since the Swiss forest damage inventory "Sanasilva 1984": results of a 1992 pilot study. In: Dean, J. S., Meko, D. M., Swetnam, T. W. (eds.). *Radiocarbon 1996. Tree rings, environment and humanity*. 363-370.
- Briffa, K. R., Schweingruber, F. H., Jones, P. D., Osborn, T. J., Harris, I. C., Shiyatov, S. G., Vaganov, E. A., Grudd, H. (1998). Trees tell of past climates: but are they speaking less clearly today? *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B* 353: 65-73.
- Charton, F. L. & Harman, J. R. (1973). Dendrochronology in northwestern Indiana. *Ann. Ass. Am. Geographers* 63(3): 302-311.
- Diller, O. D. (1935). The relation of temperature and precipitation to the growth of beech in northern Indiana. *Ecology* 16(1): 72-81.
- Димитров, Д., Раев, И., Мирчев, С., Зафиров, Н. (2003). Хронологија на радиалниот прираст на *Fagus sylvatica* L. в Берковското државно лесничейство - Западна Стара Планина. Сборник научни доклади. Международна научна конференция. 75 години Институт за гората при БАН. Софија, 1-5 октомври 2003 година. Том I: 29-35.
- Dittmar, C., Zech, W., Elling, W. (2003). Growth variations of Common beech (*Fagus sylvatica* L.) under different climatic and environmental conditions in Europe - a dendroecological study. *For. Ecol. Manag.* 173: 63-78.
- Feliksik, E., Wylczyński, S. (2003). Tree rings as indicators of environmental change. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Forestry* 6(2): 1-8.
- Филиповски, Ѓ., Ризовски, Р., Ристевски, П. (1996). Карактеристики на климатско-вегетациско-почвените зони (региони) во Република Македонија. МАНУ, Скопје, 178 стр.
- Георгиев, Н. С., Раев, И. Т. (1983). Възможности за изследване историјата на промените в радиалниот прираст на гори от *Fagus sylvatica* L. чрез дендрохронолошкиот метод. Трета национална конференция по ботаника. Софија, 26-30.10.1981, БАН, 511-518.
- Hölscher, D., Schmitt, S., Kupfer, K. (2002). Growth and leaf traits of four broad-leaved tree species along a hillside gradient. *Forstw. Cbl.* 121: 229-239.
- Христовски, С. (2004). Деградација на мртвата органска материја во буковиот екосистем *Calamintho grandiflorae-Fagetum* во Националниот парк "Маврово". Магистерска работа. Институт за биологија, Природно-математички факултет-Скопје, 131 стр.
- Христовски, С. (2004). Фитомаса и примарна продукција во буковиот екосистем *Calamintho grandiflorae-fagetum* во Националниот парк „Маврово“. Докторска дисертација. Институт за биологија, Природно-математички факултет-Скопје, 298 стр.
- Ивановски, Ц., Ристевски, П. (1987). Развој и прираст на нестопанисуваниот букови насади во Осогово. Шумарски преглед, 1-5: 23-39.
- Мирчев, С., Любенова, М., Шикаланов, А., Симеонова, Н. (2000). Дендрохронологија. Кратък курс. Пенсофт, Софија-Москва, 198 стр.

- Петковски, Д., Меловски, Љ., Христовски, С., Шушлевска, М. (2008). Некои физички и водно-физички својства на кафеавите шумски почви од НП „Маврово“. Зборник на трудови од III Конгрес на еколозите на Македонија со меѓународно учество. Струга, 03-06.10.2007 година.
- Pezzo, M.-I., Dorigatti, S. (1997). Studi dendrocronologici in Italia: un aggiornamento. Ann. Mus. Civ. Rovereto, Sez: Arch., St., Sc. Nat. 13: 143-161.
- Piovesan, G., Bernabei, M., Di Filippo, A., Romagnoli, M., Schirone, B. (2003). A long-term tree ring beech chronology from a high-elevation old-growth forest of Central Italy. Dendrochronologia 21/1: 13-22.
- Raftoyannis, Y., Radoglou, K. (2002). Physiological responses of beech and sessile oak in natural mixed stand during a dry summer. Ann. Bot. 89: 723-730.
- Rozas, V. (2003). Regeneration patterns, dendroecology, and forest-use history in an old-growth beech-oak lowland forest in Northern Spain. For. Ecol. Manag. 182: 175-194.
- Saurer, M., Borella, S., Schweingruber, F. (1997). Stable carbon isotopes in tree rings of beech: climatic versus site-related influences. Trees 11: 291-297.
- Schweingruber, F. H. (1985). Dendro-ecological zones in the coniferous forests of Europe. Dendrochronologia 3: 67-75.
- Šušlevska, M., Melovski, Lj., Grupče, Lj., Hristovski, S. (2001). Litter production in the ecosystem Calamintho grandiflorae-Fagetum in Mavrovo National Park. In: Radoglou, K (Ed.). Proceedings of the International Conference: Forest Research: A Challenge for an Integrated European Approach, p.p. 627 – 632, August 27–1 September 2001, Thessaloniki – Greece, NAGREF – Forest Research Institute, Thessaloniki.

DENDROCHRONOLOGY OF BEECH TREES IN THE BEECH ECOSYSTEM CALAMINTHO-GRANDIFLORAE-FAGETUM IN MAVROVO NATIONAL PARK

Slavčo Hristovski¹, Ljupčo Melovski¹, Ljupčo Grupče² and Marjana Šušlevska³

¹Institute of Biology, Faculty of Natural Sciences and Mathematics, Skopje

²Macedonian Ecological Society, Skopje

³Farmahem, Skopje

Summary

Forests of beech (*Fagus sylvatica*) are the most important forest types in Macedonia together with the oak forests. There are several plant association where beech has edificatory role, but the most important is the montane beech (Calamintho grandiflorae-Fagetum Em 1968). This is climazonal community at altitude of 1300-1650 m a.s.l. (Filipovski et al. 1996).

Having in mind the significance of the montane beech forest, complex ecological research was initiated in Mavrovo National Park in 1996. For this purposes a stationary was established (41°43' N and 20°48' E) at an altitude of 1350 m. The stationary includes fenced beech stand of 1 ha.

Dendrochronological analyses were performed in four stem discs taken from the breast height and one large branch. Tree ring indices were calculated on the basis of polynomial curve.

Statistical analysis showed that only growth of model tree #3 correlated with the annual temperature. Sensitivity of the beech trees remained at the same level even in trees that were more than 80 years old. The dynamics of the growth in the 20th century showed similar peaks as in other studies in Europe (Bascietto et al. 2004; Biondi 1990; Bräker 1996a, 1996b; Dittmar et al. 2003; Feliksik & Wylczyński 2003; Saurer et al. 1997).