

GDK: 561.24 *Pinus sylvestris* : 561.24 *Quercus petraea* : (497.12)

Priraščanje rdečega bora (*Pinus sylvestris* L.) in hrasta gradna (*Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl.) v debelino glede na povprečno mesečno temperaturo in količino padavin

Scots Pine (Pinus sylvestris L.) and Sessile Oak (Quercus petraea (Mattuschka) Liebl.) Diameter Increment Regarding to Average Monthly Temperature and Quantity of Precipitation

Franci JAGODIC*

Izvleček:

Jagodic, F.: Priraščanje rdečega bora (*Pinus sylvestris* L.) in hrasta gradna (*Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl.) v debelino glede na povprečno mesečno temperaturo in količino padavin. Gozdarski vestnik, št. 1/2001. V slovenščini, s povzetkom v angleščini, cit. lit. 10. Prevod v angleščino: Franci Jagodic.

V raziskavi smo analizirali debelinski prirastek 5 rdečih borov in 4 hrastov gradnov, ki so bili posekani na Brdu pri Kranju. Prirastek smo analizirali iz kolotov, odrezanih na višini 1,3 m. Raziskava je pokazala, da obstaja v rasti analiziranih dreves velika persistenca, to je odvisnost širine letnice tekočega leta od širine letnice predhodnega leta. Zveze med širino letnice in padavinami ali temperaturami nam ni uspelo dokazati. V časovnih vrstah, ki jih tvorijo širine letnic (Y) s padavinami ali temperaturami (X), je prisotna avtoregresija. Avtokorelacijski koeficienti so pokazali na cikličnost v debelinski rasti šestih dreves.

Ključne besede: rdeči bor, *Pinus sylvestris*, hrast graden, *Quercus petraea*, debelinski prirastek, širina letnice, dendrokronologija, povprečna mesečna temperatura, količina padavin.

Abstract:

Jagodic, F.: Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) and Sessile Oak (*Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl.) Diameter Increment Regarding to Average Monthly Temperature and Quantity of Precipitation. Gozdarski vestnik, No. 1/2001. In Slovene with a summary in English, lit. quot. 10. Translated into English by Franci Jagodic.

Diameter increments of five Scots pines and four sessile oaks cut down in Brdo near Kranj were analysed in our research. The analysed increments were taken from the height of 1.3m. Results of this research indicate existing persistence in the growth of the analysed trees which means the width of the annual rings for a current year depends on the width of the annual rings for the previous year. Correlations among the width of the annual rings and temperature or precipitation values were not significant. Autoregression is present in the time series of the width of the annual rings (Y) and temperature or precipitation values (X). Autocorrelation coefficients show recurring of the cycles in the diameter growth of the six trees.

Key words: Scots pine, *Pinus sylvestris*, sessile oak, *Quercus petraea*, diameter increment, width of annual ring, dendrochronology, average monthly temperature, quantity of precipitation.

1 UVOD

1 INTRODUCTION

Drevesa so samorasla in živijo v prostoru, ki ga ne morejo spreminjati. Izpostavljena so klimatskim pogojem prostora, v katerem bivajo, in tem pogojem se ne morejo izogniti. Klimatski pogoji se neprestano spreminjajo. Vsak trenutek je edinstven. Poznamo dnevne in letne cikle temperature, padavin in osončenja, za katere se ugotavlja skupne in povprečne vrednosti. Cikli so si med seboj bolj ali manj podobni, nikoli pa enaki.

Klimatski in prehrambeni pogoji tekočega leta močno vplivajo na debelinski prirastek drevesa, ki je za razliko od višinskega prirastka manj odvisen od genetskih faktorjev. Okolje ga močneje modificira, zato debelinski prirastek tudi močneje variira (KOTAR 1986). V odvisnosti od tega so lahko širine letnic na prečnem preseku med seboj zelo različne, različen je lahko tudi

* F. J., univ. dipl. inž. gozd., VRS, Servis za protokolarnе storitve, Predoslje 39, 4000 Kranj, Slovenija, SLO

delež ranega in kasnega lesa v njih. Do razlik v širini in zgradbi prihaja v različnih smereh tudi znotraj posamezne branike.

S proučevanjem zakonitosti med širinami branik in klimatskimi pogoji se ukvarja dendroklimatologija. V naši raziskavi nas je zanimalo, kakšen je vpliv mesečnih količin padavin in povprečnih mesečnih temperatur na priraščanje v debelino pri rdečem boru (*Pinus sylvestris* L.) in gradnu (*Qercus petraea* (Mattuschka) Liebl.). Poleg tega pa nas je še zanimalo, koliko meritev širine posamezne branike je potrebnih, da dobimo pri obdelavi podatkov dovolj zanesljive rezultate.

2 OBMOČJE RAZISKAVE

2 STUDY AREA

Raziskava debelinskega priraščanja rdečega bora in hrasta gradna je potekala v gozdovih posestva Brdo pri Kranju. Brdo leži v predalpskem fitogeografskem območju. Povprečne letne temperature zadnjih 50 let se gibljejo med 7,2 in 10,1 °C, najtoplejši mesec je julij s povprečno temperaturo med 17 in 20 °C. Padavin je od 1.100 do 1.700 mm letno, padavinski maksimum je premaknjen iz pozne pomladi v zgodnje poletje in preide preko neizrazitega minimuma v avgustu v drugi maksimum v novembru.

V gozdovih Brda prevladuje acidofilen borov gozd (*Vaccinio-Pinetum*), ki je edafsko pogojen. Raste na diluvialnih ilovnatih nanosih, ki so siromašni s hranljivimi snovmi. Zaradi pogostega steljarjenja v preteklosti je bilo rastišče še dodatno degradirano.

Rdeči bor je slabše odporen proti snegu (KOTAR / BRUS 1999), v gozdovih pa se je slabo gospodarilo, zato trpi v pogostih snegolomih in vetrolomih. V vetrolomu leta 1984 je bilo podrt približno 30.000 m³ lesa ali 80 m³/ha, kar je približno 35 % takratne lesne zaloge (Gozdnogospodarski načrt 1991-2000).

Manjši del površine pokriva združba hrastovo-gabrovega gozda (*Quercus-Carpinetum*). Naseljuje blažje oblike terena in ravnine na nanosih, robove izrazito kislih kamenin ali pa steljarjene površine, kjer se je razvila sekundarno zaradi zakisanja tal. Del hrastovo-gabrovega gozda je na bazični podlagi, na zmerno toplih in zmerno vlažnih rastiščih na konglomeratih pretežno karbonatnega izvora. Tu se tvorijo globoka pokarbonatna tla z visoko produktivnostjo, zaradi česar je bila v preteklosti večina teh površin izkrčenih za poljedelske potrebe.

Steljarjenje v gozdovih Brda je prenehalo s postavitvijo ograje ob razširitvi posestva, prvič leta 1961 in drugič leta 1972. S tem se je ene vrste izčrpavanje rastišča prenehalo, pričelo pa se je drugo. Znotraj ograje je po letu 1972 začelo nastajati lovišče, v katerem se goji navadnega jelena in jelena damjeka, nekdanj pa se je gojilo tudi muflone (zadnji je bil odstreljen leta 1989). Število živali v lovišču je do današnjih dni močno naraslo, kar spet pomeni hudo obremenitev za gozd, zato se je začelo njihovo število zmanjševati s povečanim odstrelom (JAGODIC 1998).

3 METODE DELA

3 WORKING METHODS

Rdeči bor je drevesna vrsta, ki je v gozdovih Brda najpogostejša, graden pa ima pomemben delež med redkimi listavci, poleg tega pa daje izmed vseh prisotnih najvrednejši les. Pri obeh drevesnih vrstah je debelinski prirastek razmeroma enostavno ugotoviti, ker je razlika med kasnim in ranim lesom očitna in je zato lahko videti braniko.

Na terenu smo poiskali 5 rdečih borov in 4 gradne. Drevesa so rasla na razmeroma majhni medsebojni razdalji. Iskali smo dominantna sproščena drevesa z lepo oblikovanimi krošnjami. Pred posekom smo jim izmerili obseg v prsni višini, označili prsno višino in karakteristične smeri neba.

Posekanim drevesom smo izmerili višino, dolžino čistega debla in dolžino krošnje. Na označeni višini 1,3 m smo odrezali kolobar za analizo prirastka. Starost drevesa smo ugotovili s preštevanjem branik na panju.

Odrezanim kolobarjem smo z digitalnim positiometrom (Kutschenreiter Typ II) na stotinko mm natančno izmerili debelinske prirastke. Prirastke smo izmerili iz vseh štirih karakterističnih smeri neba. Pri obdelavi podatkov smo upoštevali srednjo vrednost (aritmetično sredino) za drevo.

Podatke o povprečnih mesečnih temperaturah in mesečni količini padavin za hidrometeorološko postajo Brnik smo dobili na Hidrometeorološkem zavodu Republike Slovenije za obdobje od leta 1951 naprej. Hidrometeorološka postaja Brnik je od raziskovalnega območja oddaljena približno 7 km zračne razdalje, vendar je zaradi ravninskega sveta natančen pokazatelj vremenskih razmer tudi za Brdo.

Pri obdelavi podatkov smo za pravo vrednost debelinskega prirastka uporabili aritmetično sredino štirih meritev. Z uporabo aritmetične sredine pri nadaljnji obdelavi podatkov je seveda prišlo do napak glede na posamezne strani merjenja, zato smo velikost teh napak skušali ugotoviti. Izračunali smo povprečno napako, ki je definirana kot aritmetična sredina absolutnih odstopanj od aritmetične sredine, ki smo jih dobili na osnovi štirih meritev,

$(\frac{\sum |i_d - \bar{i}_d|}{N})$ (KOTAR 1997) in njeno relativno vrednost, ki smo jo izrazili

$$\sum \left| \frac{i_d - \bar{i}_d}{i_d} \right|$$

v odstotkih $(\frac{\sum |i_d - \bar{i}_d|}{N} \cdot 100)$. Srednjo napako, ki je koren iz kvadratne

sredine odstopanj od aritmetične sredine (KOTAR 1997), smo izračunali

po sledeči formuli:
$$\sqrt{\frac{\sum (i_d - \bar{i}_d)^2}{N}}$$

Skupno varianco smo izračunali po formuli $s_{ir}^2 = \frac{\sum (i_r - \bar{i}_r)^2}{N - 1}$, nepojas-

njeno varianco pa smo dobili s pomočjo drsečih sredin za 5, 7, 9, 11 in 13

let $(s_{nep,ir}^2 = \frac{\sum (i_r - \bar{i}_r)^2}{n - 1})$ (KOTAR et al. 1995).

Zvezo med širino branike posameznega drevesa in mesečnimi količinami padavin ter povprečnimi mesečnimi temperaturami smo ugotavljali z regresijsko analizo:

Srednjo stopnjo občutljivosti ms_{ir} smo izračunali po naslednjem obrazcu (KOTAR et al. 1995 po FRITTS 1978):

$$ms_{ir} = \frac{1}{N - 1} \sum_{t=1}^{t=n-1} \left| \frac{2(i_{r(t+1)} - i_{r(t)})}{i_{r(t+1)} + i_{r(t)}} \right|$$

Debelinske prirastke smo preizkusili tudi z avtoregresijo. Za poskus obstoja avtokorelacije med ε_{t-1} in ε_t smo izračunali Durbin-Watsonovo število

$$d \text{ (KOTAR 1997): } d = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} (e_i - e_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^n e_i^2}.$$

4 REZULTATI IN RAZPRAVA

4 RESULTS AND DISCUSSION

4.1 Osnovne značilnosti analiziranih dreves

4.1 Basic characteristics of analysed trees

V raziskavo je bilo zajetih pet dreves rdečega bora in štiri drevesa hrasta gradna. Osnovne značilnosti teh dreves so prikazane v preglednici 1.

	Starost drevesa* Tree age* [let / years]	Prsni premer Tree diameter [cm]	Višina Tree height [m]	Dolžina debla Trunk length [m]	Dolžina krošnje Crown length [m]
Bor 1 / Scots pine 1	95	47	23,5	10,5	13,0
Bor 2 / Scots pine 2	93	39	23,2	10,9	12,3
Bor 3 / Scots pine 3	102	44	26,1	10,5	15,6
Bor 4 / Scots pine 4	102	45	25,2	13,8	11,4
Bor 5 / Scots pine 5	114	53	25,2	9,3	15,9
Graden 1 / Sessile oak 1	126	53	24,7	9,3	15,4
Graden 2 / Sessile oak 2	112	52	24,8	12,2	12,6
Graden 3 / Sessile oak 3	69	49	26,2	10,5	15,7
Graden 4 / Sessile oak 4	71	40	25,4	11,2	14,2

Preglednica 1: Osnovne značilnosti analiziranih dreves

Table 1: Basic characteristics of analysed trees

* Starost drevesa je ugotovljena na višini 0,3 m

* Tree age is determined on 0.3 m height

Drevesa sodijo po prsnem premeru med najdebelejša drevesa na raziskovalnem območju.

Dosežene višine med bori in hrasti so bile podobne, saj je bilo pri obeh vrstah najvišje drevo visoko 26,1 oz. 26,2 m. Razlika med najvišjim in najnižjim hrastom je znašala 1,5 m, medtem ko so bile pri borih razlike večje, saj je bila razlika med najvišjim in najnižjim skoraj 3 m, kljub temu da so rasli v enakih rastiščnih pogojih.

Dolžina krošnje je bila pri vseh drevesih večja od polovice dolžine drevesa, saj smo pri izboru dreves iskali takšna z velikimi in sproščenimi krošnjami.

4.2 Meritev širine branik

4.2 Measuring the width of annual rings

Debelinske prirastke smo merili na kolobarjih, vzeti na višini 1,3 m. Meritev smo do stotinke mm natančno izvedli iz štirih strani: severne, južne, vzhodne in zahodne. Postavlja se vprašanje, ali je res potrebno meriti širino branike z vseh štirih strani ali pa bi bilo morda dovolj že z ene ali dveh. Potrebnost merjenja širine branik s štirih strani se je pokazala že takoj ob malo natančnejšem pogledu na odrezane kolobarje, na katerih so bile širine posameznih branik zelo raznolike, čeprav smo pri izboru dreves pazili, da so imela izbrana drevesa okrogle preseke debla in simetrične krošnje.

Za nadaljnjo obdelavo podatkov smo za posamezno drevo uporabili aritmetično sredino štirih meritev. Tako smo vplive širine branike z različnih strani odpravili. Z merjenjem širine branik le z ene strani bi v nadaljnji obdelavi dobili povsem drugačne rezultate, kajti korelacije med posameznimi meritvami so zelo nizke (preglednica 2). Še najboljše rezultate smo dobili pri gradnu 1, ki so mu zelo blizu tudi gradni 2 ter bori 2, 3 in 4. Pri boru 5 ter gradnih 3 in 4 so bile korelacije izrazito nizke, saj je najnižja vrednost determinacijskega koeficienta le 0,04.

V praksi se pri ugotavljanju debelinskega prirastka dokaj pogosto meri širine branik z dveh nasprotnih si strani. Iz tega razloga smo preizkusili tudi korelacije med povprečjem dveh nasprotnih si strani (vzhod-zahod in sever-jug) in povprečjem štirih meritev. Determinacijski koeficienti teh korelacij so podani v preglednici 3. Njihove vrednosti so visoke, saj je bil r^2 pri borih 2, 3 in 4 ter gradnih 1 in 2 višji od 0,9, nižji od 0,8 pa le pri boru 5 ter gradnu 3 v smeri vzhod-zahod in gradnu 4 v smeri sever-jug. Odstopanja so bila torej največja pri drevesih, pri katerih so bile ugotovljene tudi najslabše korelacije med posameznimi meritvami in njihovo aritmetično sredino. Korelacija je bila pri šestih drevesih višja v smeri vzhod-zahod, pri treh pa v smeri sever-jug.

Preglednica 2: Determinacijski koeficienti (r^2) med različnimi stranmi merjenja

Table 2: Determination coefficients (r^2) between different sides of measurement

		Vzhodna stran East side	Zahodna stran West side	Južna stran South side	Severna stran North side	Srednja vrednost Average value
Bor 1 Scots pine 1	Vzhodna stran / East side	1	0,258	0,291	0,268	0,620
	Zahodna stran / West side		1	0,297	0,299	0,687
	Južna stran / South side			1	0,121	0,643
	Severna stran / North side				1	0,548
Bor 2 Scots pine 2	Vzhodna stran / East side	1	0,602	0,498	0,397	0,785
	Zahodna stran / West side		1	0,493	0,505	0,855
	Južna stran / South side			1	0,269	0,708
	Severna stran / North side				1	0,677
Bor 3 Scots pine 3	Vzhodna stran / East side	1	0,434	0,575	0,378	0,775
	Zahodna stran / West side		1	0,560	0,366	0,761
	Južna stran / South side			1	0,373	0,808
	Severna stran / North side				1	0,657
Bor 4 Scots pine 4	Vzhodna stran / East side	1	0,512	0,721	0,618	0,835
	Zahodna stran / West side		1	0,509	0,562	0,767
	Južna stran / South side			1	0,681	0,864
	Severna stran / North side				1	0,854
Bor 5 Scots pine 5	Vzhodna stran / East side	1	0,099	0,095	0,305	0,547
	Zahodna stran / West side		1	0,004	0,260	0,465
	Južna stran / South side			1	0,004	0,385
	Severna stran / North side				1	0,473
Gradni 1 Sessile oak 1	Vzhodna stran / East side	1	0,632	0,765	0,637	0,886
	Zahodna stran / West side		1	0,550	0,655	0,830
	Južna stran / South side			1	0,596	0,847
	Severna stran / North side				1	0,833
Gradni 2 Sessile oak 2	Vzhodna stran / East side	1	0,434	0,567	0,564	0,863
	Zahodna stran / West side		1	0,388	0,346	0,672
	Južna stran / South side			1	0,346	0,780
	Severna stran / North side				1	0,656
Gradni 3 Sessile oak 3	Vzhodna stran / East side	1	0,065	0,007	0,107	0,335
	Zahodna stran / West side		1	0,221	0,065	0,389
	Južna stran / South side			1	0,052	0,441
	Severna stran / North side				1	0,603
Gradni 4 Sessile oak 4	Vzhodna stran / East side	1	0,248	0,083	0,472	0,780
	Zahodna stran / West side		1	0,004	0,165	0,390
	Južna stran / South side			1	0,049	0,336
	Severna stran / North side				1	0,616

Preglednica 3: Determinacijski koeficienti (r^2) med aritmetično sredino širine branik z dveh nasprotnih strani in aritmetično sredino štirih meritev

Table 3: Determination coefficients (r^2) between the average mean of the width of the annual rings from the opposite sides and average mean of four measures

	Aritmetična sredina vzhod - zahod <i>East-west average mean</i>	Aritmetična sredina sever - jug <i>North-south average mean</i>
Bor 1 / Scots pine 1	0,868	0,883
Bor 2 / Scots pine 2	0,926	0,912
Bor 3 / Scots pine 3	0,926	0,908
Bor 4 / Scots pine 4	0,930	0,942
Bor 5 / Scots pine 5	0,751	0,732
Graden 1 / Sessile oak 1	0,955	0,948
Graden 2 / Sessile oak 2	0,935	0,906
Graden 3 / Sessile oak 3	0,554	0,853
Graden 4 / Sessile oak 4	0,810	0,727

V preglednici 4 so predstavljene vrednosti napak glede na posamezne strani merjenja, do katerih je prišlo zaradi uporabe aritmetične sredine pri nadaljnji obdelavi podatkov.

Vse napake so zelo velike, saj zavzemajo vrednosti od 12 do 29 %, pri gradnu 2 s strani sever in jug celo preko 37 %. Vrednosti napak so bile pri borih dokaj izenačene, izstopal je le bor 5, pri katerem so bile napake veliko večje kot pri ostalih. Pri gradnih so bile napake glede na bore večje, najbolj pa je izstopal graden 2 v smereh sever in jug.

Vsi izračuni kažejo na največje nepravilnosti v zgradbi širine posamezne branike pri boru 5. Bor 5 je bil najdebelejši bor in je imel največjo krošnjo. Zanj bi pričakovali, da bo imel največje in najbolj enakomerne širine branik v posameznem obroču. Rezultati pa so nam jasno pokazali, da je zunanji videz drevesa lahko zelo varljiv.

Izsledki kažejo, da pri ugotavljanju širine branik v večini primerov zado-
stujeta dve meritvi; rezultati so praviloma natančnejši, če merimo v smeri
vzhod-zahod. Seveda to velja le za drevesa, ki rastejo v ravnini, nikakor
pa ne za tista, ki rastejo v nagibih. V primeru, da potrebujemo natančne
meritve, priporočamo merjenje širine branik z vseh štirih strani. S pomočjo

Preglednica 4: Vrednosti napak po straneh merjenja

Table 4: The values of mistakes from different sides of measurement

		Povprečna napaka <i>Average error</i>	Relativna povprečna napaka <i>Relative average error</i>	Srednja napaka <i>Mean error</i>			Povprečna napaka <i>Average error</i>	Relativna povprečna napaka <i>Relative average error</i>	Srednja napaka <i>Mean error</i>
Bor 1	Vzhod / East	0,288	12,14	0,364	Jug / South	0,375	15,59	0,464	
Scots pine 1	Zahod / West	0,293	12,13	0,377	Sever / North	0,312	13,04	0,394	
Bor 2	Vzhod / East	0,229	12,23	0,279	Jug / South	0,278	14,60	0,363	
Scots pine 2	Zahod / West	0,256	13,66	0,333	Sever / North	0,302	15,92	0,386	
Bor 3	Vzhod / East	0,261	12,18	0,318	Jug / South	0,218	10,72	0,263	
Scots pine 3	Zahod / West	0,321	15,39	0,405	Sever / North	0,274	12,72	0,365	
Bor 4	Vzhod / East	0,315	16,51	0,384	Jug / South	0,362	19,41	0,430	
Scots pine 4	Zahod / West	0,363	19,52	0,520	Sever / North	0,284	13,66	0,398	
Bor 5	Vzhod / East	0,512	22,65	0,637	Jug / South	0,688	28,76	1,180	
Scots pine 5	Zahod / West	0,686	29,28	0,873	Sever / North	0,594	26,19	0,749	
Graden 1	Vzhod / East	0,244	13,61	0,317	Jug / South	0,338	21,35	0,417	
Sessile oak 1	Zahod / West	0,331	19,25	0,418	Sever / North	0,330	19,02	0,425	
Graden 2	Vzhod / East	0,496	25,22	0,625	Jug / South	0,811	39,89	1,010	
Sessile oak 2	Zahod / West	0,470	25,38	0,591	Sever / North	0,828	37,79	0,993	
Graden 3	Vzhod / East	0,618	15,97	0,871	Jug / South	0,872	23,36	1,135	
Sessile oak 3	Zahod / West	0,647	17,36	0,823	Sever / North	0,965	26,07	1,437	
Graden 4	Vzhod / East	0,669	23,06	0,779	Jug / South	0,610	21,31	0,836	
Sessile oak 4	Zahod / West	0,448	16,58	0,556	Sever / North	0,792	27,62	0,869	

sodobne tehnike se ponekod za analizo debelinskega prirastka uporablja ploščina branike, ki si jo lahko razlagamo kot neskončno število meritev širine branik, ki v neskončnosti izraža njeno pravo vrednost.

4.3 Analiza debelinskega prirastka dreves

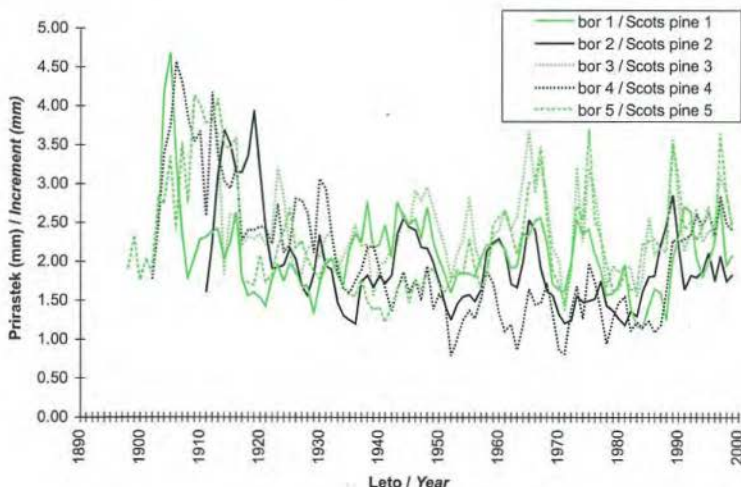
4.3 Analysis of tree diameter increment

Rdečim borom in gradnom smo v prsni višini analizirali debelinski prirastek. Kazalci debelinskega priraščanja so prikazani v preglednici 5. Rezultati v preglednici so za posamezno drevo izračunani iz aritmetične sredine radialnih prirastkov iz štirih karakterističnih strani debla.

	Povprečna širina branike Average width of annual ring [mm]	Največja širina branike Maximum width of annual ring [mm]	Najmanjša širina branike Minimum width of annual ring [mm]
Bor 1 / Scots pine 1	2,380	3,875	1,350
Bor 2 / Scots pine 2	1,954	3,945	1,183
Bor 3 / Scots pine 3	2,083	4,680	1,125
Bor 4 / Scots pine 4	2,034	4,570	0,792
Bor 5 / Scots pine 5	2,274	4,115	1,205
Graden 1 / Sessile oak 1	1,996	4,635	0,412
Graden 2 / Sessile oak 2	2,158	4,448	0,737
Graden 3 / Sessile oak 3	3,550	6,098	1,960
Graden 4 / Sessile oak 4	2,902	4,388	1,705

Preglednica 5: Kazalci debelinskega priraščanja
Table 5: Indicators of diameter increment

Povprečna širina branike pri analiziranih borih je bila razmeroma enakomerna in se je gibala od 1,95 do 2,38 mm. Najnižjo vrednost je imel bor 4, in sicer 0,79 mm, najvišjo pa bor 3, in sicer 4,68 mm. Pri vseh petih borih so bile maksimalne vrednosti dosežene v prvih 12 letih debelitve na prsni višini, minimalne pa v sredini (bor 4 in 5) ali zadnji tretjini (bor 1, 2 in 3) življenja. Maksimumi so doseženi tako zgodaj zato, ker mlado drevo rdečega bora izredno intenzivno raste (KOTAR / BRUS 1999), kar se lahko opazi po dolgih poganjkih v višino, svoj vpliv pa ima tudi na debelinski prirastek.



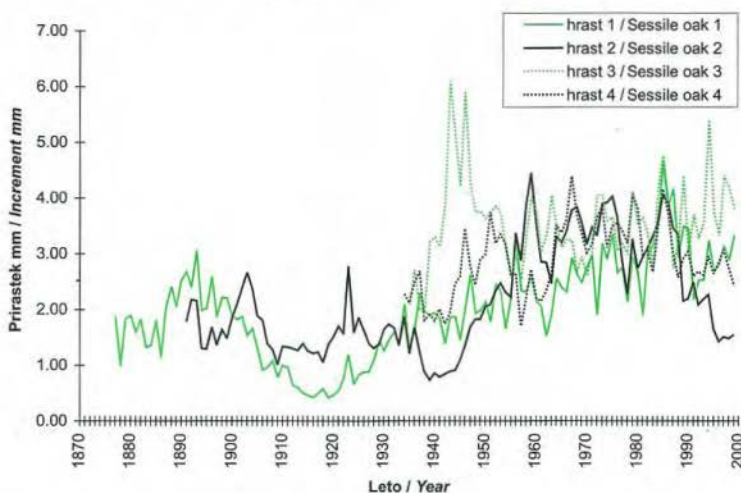
Grafikon 1: Širine branik pri borih
Graph 1: Scots pines annual rings width

Podobne vrednosti sta dosegla tudi hrast 1 in 2, s tem da je bila pri njiju minimalna širina branike še nižja kot pri borih. Povsem drugačne vrednosti pa sta imela hrast 3 in 4, ki sta bila pri podobnem prsnem premeru bistveno mlajša od hrastov 1 in 2. Večji premer sta v krajšem času dosegla zaradi boljšega priraščanja v debelino. Še posebej je izstopal hrast 3 s povprečno širino branike kar 3,55 mm. Bistveno večje vrednosti v primerjavi z ostalimi sta dosegli tudi minimalna in maksimalna širina branike.

Vsi hrasti so rasli na razmeroma majhni medsebojni razdalji. Vzroke za tako razliko pa bi lahko iskali v mikoreliefnih pogojih. Hrast 1 in 2 sta rasla v plitvi depresiji, hrast 3 in 4 pa približno 15 m stran na rahlem grebenu, kjer prehajajo tla iz globokih vlažnih v suha ilovnata in zakisana, gozd pa iz *Quercus-Carpinetum* v *Vaccinio-Pinetum*. To pa so za graden idealni pogoji, saj glede vlažnosti ni zahteven in dobro uspeva na razmeroma suhih rastiščih (KOTAR / BRUS 1999).

Grafikon 2: Širine branik pri hrastih

Graph 2: Sessile oak annual rings width



Preglednica 6: Skupna in nepojasnjena varianca

Table 6: Common and unexplained variance

		Skupna varianca Common variance	Nepojasnjena varianca (iz drsečih sredin za leta) Unexplained variance (from slides mean for years)				
			5	7	9	11	13
Bor 1		0,2480	0,0867	0,0598	0,0436	0,0344	0,0276
Scots pine 1	%	100	35,0	24,1	17,6	13,9	11,1
Bor 2		0,3427	0,2561	0,2174	0,1788	0,1370	0,1058
Scots pine 2	%	100	74,7	63,4	52,2	40,0	30,9
Bor 3		0,2804	0,1267	0,0940	0,0780	0,0650	0,0544
Scots pine 3	%	100	45,2	33,5	27,8	23,2	19,4
Bor 4		0,6834	0,5851	0,5374	0,4928	0,4535	0,4133
Scots pine 4	%	100	85,6	78,6	72,1	66,4	60,5
Bor 5		0,4820	0,3418	0,3049	0,2779	0,2546	0,2315
Scots pine 5	%	100	70,9	63,3	57,7	52,8	48,0
Graden 1		0,7587	0,6435	0,6224	0,6046	0,5918	0,5783
Sessile oak 1	%	100	84,8	82,0	79,7	78,0	76,2
Graden 2		0,8840	0,7900	0,7592	0,7374	0,7208	0,7078
Sessile oak 2	%	100	89,4	85,9	83,4	81,5	80,1
Graden 3		0,6341	0,2674	0,1916	0,1331	0,1033	0,0793
Sessile oak 3	%	100	42,2	30,2	21,0	16,3	12,5
Graden 4		0,3942	0,2633	0,2319	0,1993	0,1651	0,1352
Sessile oak 4	%	100	66,8	58,8	50,6	41,9	34,3

Razporeditev minimalne in maksimalne širine branike ne kaže takšne zakonitosti kot pri borih. Značilno je le to, da je maksimalna vrednost pri vseh hrastih dosežena kasneje kot minimalna.

Skupna varianca, ki je povprečen kvadratični odklon radialnega prirastka od njegove aritmetične sredine, kaže na razmeroma enakomerno rast, zlasti pri borih. Pri hrastih so vrednosti nekoliko višje, vendar ne toliko, da bi lahko govorili o pretirano neenakomerni rasti (preglednica 6).

Nepojasnjeno varianco (preglednica 6), ki predstavlja srednji kvadratični odklon radialnih prirastkov od krivulje, smo dobili s pomočjo drsečih sredin za 5, 7, 9, 11 in 13 let (KOTAR et al. 1995).

Nepojasnjena varianca je predstavljala 35 (pri boru 1) do 89 % (pri hrastu 2) skupne variance, ugotovljene iz drsečih sredin za 5 let, in 11 do 80 % iz drsečih sredin za 13 let pri istih dveh drevesih. Izračunane vrednosti jasno kažejo le za hrasta 1 in 2, da je velik del odklonov v letnih prirastkih posledica vsakoletnih rastnih pogojev oziroma da je le majhen del skupne variance pojasnjen z rastno zakonitostjo drevesne vrste ter periodičnimi nihanji. Pri ostalih drevesih je bil delež nepojasnjene variance razmeroma nizek. Pri nekaterih drevesih (bora 4 in 5 ter deloma bor 2 in hrast 4) je bil vpliv rastnih pogojev in rastnih zakonitosti drevesnih vrst razmeroma izenačen, medtem ko so pri borih 1 in 3 ter hrastu 3 jasno prevladale rastne zakonitosti drevesne vrste.

Zelo majhen vpliv vsakoletnih rastnih pogojev je jasno pokazala tudi regresijska analiza. Z njo smo poskušali dobiti zvezo med širino branike posameznega drevesa in

- a) letnimi količinami padavin,
- b) padavinami v obdobju od aprila do septembra za posamezno leto,
- c) padavinami v obdobju od maja do septembra za posamezno leto,
- d) povprečnimi letnimi temperaturami,
- e) povprečnimi temperaturami za obdobje od maja do septembra,
- f) povprečnimi julijskimi temperaturami.

Navedena obdobja smo izbrali zato, ker se ras. branike v naših klimatskih razmerah prične pri listavcih v začetku maja in traja do konca avgusta, pri iglavcih pa se začne sredi maja in traja do sredine septembra. Kulminacija debelinskega prirastka je za hrast v mesecu juliju in za bor konec junija oziroma v začetku julija (KOTAR 1986).

Vrednosti determinacijskega koeficienta r^2 (preglednica 7) so bile zelo nizke, največ vrednosti je bilo med 0,002 in 0,03. Vrednosti so bile značilne le v osmih primerih. Širine branik štirih dreves so korelirale s povprečnimi letnimi temperaturami, treh dreves s povprečnimi temperaturami v obdobju maj-september in eno drevo s povprečno julijsko temperaturo. V pozitivni korelaciji s povprečnimi letnimi temperaturami so bili bor 2, bor 4 in hrast 3, v negativni zvezi pa hrast 2. S temperaturami v obdobju maj-september pa so bili v pozitivni zvezi bor 4, hrast 1 in hrast 3, z julijsko temperaturo pa hrast 1. Korelacij med širinami branik in padavinami nismo odkrili. Rezultati se ne ujemajo z rezultati za češnjo na Krasu, za katero so ugotovili pozitivno korelacijo z letno količino padavin ($r = +0,41$) in s količino padavin od maja do septembra ($r = +0,37$) ter negativno korelacijo s povprečno temperaturo v mesecu juliju ($r = -0,35$) (KOTAR / MAUČIČ 2000). Korelacije za češnjo na Krasu so razumljive, saj je rast boljša, če je več padavin in so temperature nižje, ker je tako suša manjša. V naši raziskavi je delež zvez zelo nizek in jih je težko razložiti. Ugotavljamo, da je korelacijo širine branike s padavinami in temperaturami smiselno iskati le tam, kjer je prisotno pomanjkanje padavin

	Letne padavine Annual precipitation	Padavine v obdobju april-sept. Precipitation in the period of April - Sept.	Padavine v obdobju maj-sept. Precipitation in the period of May - Sept.	Povprečna letna temperatura Average annual temperature	Povprečna temperatura v obdobju maj-sept. Average temperature in the period of May - Sept.	Povprečna julajska temperatura Average temperature in July
Bor 1 / Scots pine 1	+0,009	+0,036	+0,016	+0,0001	+0,023	+0,019
Bor 2 / Scots pine 2	+0,071	+0,068	+0,037	+0,123*	+0,020	+0,008
Bor 3 / Scots pine 3	+0,002	-0,0002	-0,0009	+0,003	-0,006	-0,050
Bor 4 / Scots pine 4	-0,031	-0,010	-0,010	+0,264***	+0,133**	+0,054
Bor 5 / Scots pine 5	+0,002	+0,017	+0,009	+0,027	+0,0002	+0,001
Graden 1 / Sessile oak 1	-0,009	-0,0001	-0,004	+0,037	+0,152**	+0,171**
Graden 2 / Sessile oak 2	+0,005	+0,005	+0,0001	-0,126*	-0,072	-0,014
Graden 3 / Sessile oak 3	-0,002	+0,003	+0,002	+0,120*	+0,121*	+0,040
Graden 4 / Sessile oak 4	-0,008	-0,005	-0,008	-0,057	-0,008	-0,013

Preglednica 7: Determinacijski koeficienti (r^2) med širino branike in padavinami ter temperaturami

Table 7: Determination coefficients (r^2) between the width of annual ring and the average precipitation and temperature values

in so temperature visoke. V razmerah, kjer je padavin dovolj in so ugodno razporejene preko celega leta, temperature pa niso dlje časa previsoke, kar velja tudi za naše raziskovalno območje, padavine in temperature niso odločilen dejavnik za širino branike.

Morda bi dobili boljše rezultate, če bi iskali odvisnosti med klimatskimi pogoji in širino kasnega lesa v braniki. Ugotovljeno je namreč bilo, da je delež kasnega lesa boljši indikator odziva drevesa na klimo in razmere v sestoji kot širina branike (LEVANIČ 1996 po SCHWEINGRUBER 1989). Vendar je postopek ugotavljanja deleža kasnega lesa v braniki tehnično zahteven in nam nedostopen.

V širini posamezne branike obstaja persistenca ali trend ali pa cikličnost, kar pomeni, da je širina branike tekočega leta odvisna od širine branike predhodnega leta. To nam kažejo vrednosti srednje stopnje občutljivosti (average mean sensitivity), ki dosegajo zelo nizke vrednosti (preglednica 8).

Vrednosti srednje stopnje občutljivosti so se gibale med 0,12 in 0,17 pri borih ter med 0,13 in 0,20 pri hrastih. Te vrednosti so zelo nizke in nam povedo, da je občutljivost debelinskega priraščanja na dejavnike okolja, oziroma na njihovo variiranje zelo majhna. Vrednosti srednje stopnje občutljivosti so znašale pri breku v Suhi in Beli krajini med 0,33 in 0,39, pri mokovcu v Beli krajini 0,25, pri jerebiki na Gorjancih med 0,22 do 0,37 in v Rogatcu v Savinjski dolini 0,31 ter pri orehu v nasadu 0,2361 (KOTAR et al. 1995). Tudi te vrednosti, ki so bistveno višje od naših, so nizke in prav tako nakazujejo nizko reakcijo na dejavnike okolja.

Preglednica 8: Vrednosti srednje stopnje občutljivosti in testa razlik srednjih kvadratov

Table 8: The values of average mean sensitivity and mean square difference test

	Srednja stopnja občutljivosti Average mean sensitivity	Test razlik srednjih kvadratov Mean square difference test [z]
Bor 1 / Scots pine 1	0,157	-4,794
Bor 2 / Scots pine 2	0,121	-8,158
Bor 3 / Scots pine 3	0,133	-7,105
Bor 4 / Scots pine 4	0,169	-8,709
Bor 5 / Scots pine 5	0,148	-7,613
Graden 1 / Sessile oak 1	0,201	-9,341
Graden 2 / Sessile oak 2	0,144	-9,510
Graden 3 / Sessile oak 3	0,168	-4,131
Graden 4 / Sessile oak 4	0,133	-6,023

Veliko odvisnost v časovni vrsti širine branik je pokazal tudi test razlik srednjih kvadratov (mean square difference test) (KOTAR 1997). Izračunane absolutne vrednosti (preglednica 8) so bistveno višje od kriterialne vrednosti z pri tveganju $\alpha < 0,001$ ($z_{\alpha < 0,001} = 3,29$).

Debelinske prirastke smo preizkusili tudi z avtoregresijo. Pri njej izhajamo iz modela $Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \varepsilon_i$, pri čemer so pari $X_1 Y_1, X_2 Y_2 \dots X_n Y_n$ elementi časovne vrste. O avtoregresiji govorimo, če obstaja v slučajnostni komponenti odvisnost, torej če obstaja odvisnost med ε_{i-1} in ε_i . Z njo to odvisnost odpravljamo.

Za poskus obstoja avtokorelacije med ε_{i-1} in ε_i izračunavamo Durbin-Watsonovo število d (KOTAR 1997). Kritične vrednosti za vrednost d so podane v posebnih tabelah. Če je izračunana vrednost d izpod tablične d_u , potem ničelno hipotezo zavrnemo, če pa leži med d_u in d_o , potem je prisotnost avtokorelacije negotova (KOTAR 1997).

V naši raziskavi smo testirali obstoj avtoregresije v časovnih vrstah, kjer je Y širina branike in X eden od naslednjih meteoroloških parametrov:

- povprečna letna temperatura,
- povprečna temperatura v obdobju maj-september,
- padavine v obdobju april-september,
- padavine v obdobju maj-september.

Izračunane vrednosti d so predstavljene v preglednici 9. Kritične vrednosti za število d pri Durbin-Watsonovem testu za eno neodvisno spremenljivko in $n = 50$ so:

$$\begin{array}{lll} \alpha = 0,05 & d_u = 1,50 & d_o = 1,59 \\ \alpha = 0,01 & d_u = 1,32 & d_o = 1,40 \end{array}$$

Preglednica 9: Vrednosti Durbin-Watsonovega števila d
Table 9: The values of Durbin-Watson's statistic d

	Iteracija <i>Iteration</i>	Povprečna letna temperatura <i>Average annual temperature</i>	Povprečna temperatura v obdobju maj-september <i>Average temperature in the period of May - September</i>	Padavine v obdobju april-september <i>Precipitation in the period of April - September</i>	Padavine v obdobju maj-september <i>Precipitation in the period of May - September</i>
Bor 1 <i>Scots pine 1</i>	1.	1,048	0,954	1,122	1,101
	2.	1,943	2,008	1,894	1,899
Bor 2 <i>Scots pine 2</i>	1.	0,538	0,511	0,573	0,522
	2.	1,597	1,556	1,537	1,547
	3.	-	1,898	1,872	1,881
Bor 3 <i>Scots pine 3</i>	1.	0,621	0,646	0,622	0,621
	2.	1,634	1,620	1,597	1,610
Bor 4 <i>Scots pine 4</i>	1.	0,713	0,552	0,372	0,372
	2.	1,647	1,721	1,892	1,896
Bor 5 <i>Scots pine 5</i>	1.	0,897	0,885	0,939	0,919
	2.	1,907	1,908	1,861	1,874
Graden 1 <i>Sessile oak 1</i>	1.	1,013	0,961	0,959	0,938
	2.	2,114	1,966	2,152	2,131
Graden 2 <i>Sessile oak 2</i>	1.	0,606	0,651	0,455	0,440
	2.	2,044	1,798	2,193	2,186
Graden 3 <i>Sessile oak 3</i>	1.	1,643	1,590	1,449	1,460
	2.	-	-	1,879	1,883
Graden 4 <i>Sessile oak 4</i>	1.	0,773	0,716	0,671	0,655
	2.	1,735	1,584	1,820	1,808
	3.	-	1,841	-	-

Izkazalo se je, da obstaja avtoregresija povsod, razen pri gradnu 3 za povprečne letne temperature in povprečne temperature v obdobju maj-september. Zato smo pristopili k iterativnemu postopku odprave avtoregresije, tako da smo transformirali spremenljivke X in Y. Pri tem smo izhajali iz naslednjih enačb:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_t + \varepsilon_t \quad \text{in} \quad \varepsilon_t = m\varepsilon_{t-1} + \gamma_t,$$

ker $E(\varepsilon_t \varepsilon_{t-1}) \neq 0$ in je ε_t v linearni odvisnosti z ε_{t-1} (KOTAR 1997).

V 2. stopnji nam je uspelo odpraviti avtoregresijo v vseh obravnavanih časovnih vrstah, razen pri boru 2 za povprečne temperature v obdobju maj-september, padavine v obdobju april-september in padavine v obdobju maj-september ter pri gradnu 4 za povprečne temperature v obdobju maj-september. Pri teh kombinacijah smo avtoregresijo odpravili s 3. stopnjo iterativnega postopka.

4.4 Izračun avtokorelacijskih koeficientov

4.4 Calculation of autocorrelations coefficients

Avtokorelacijski koeficienti, ki nam pokažejo eksistenco avtokorelacije znotraj časovno urejenih opazovanj (KOTAR 1997), so predstavljeni v preglednici 10.

Preglednica 10: Avtokorelacijski koeficienti

Table 10: Autocorrelations coefficients

	r_1	r_5	r_{10}	r_{15}	$r_{L<0}$
Bor 1 / Scots pine 1	0,453	-0,145	-0,009	-0,193	r_4
Bor 2 / Scots pine 2	0,853	0,312	-0,061	-0,072	r_8
Bor 3 / Scots pine 3	0,712	0,124	0,016	-0,207	r_9
Bor 4 / Scots pine 4	0,869	0,571	0,382	0,282	-
Bor 5 / Scots pine 5	0,738	0,290	0,061	-0,027	r_{14}
Graden 1 / Sessile oak 1	0,826	0,679	0,566	0,369	-
Graden 2 / Sessile oak 2	0,900	0,639	0,502	0,348	-
Graden 3 / Sessile oak 3	0,478	-0,047	-0,116	-0,056	r_5
Graden 4 / Sessile oak 4	0,718	0,337	-0,049	0,039	r_{10}

Negativne vrednosti so se pri borih 1, 2 in 3 pojavile v zamiku (lag) 4 do 9 let in pri boru 5 v zamiku 14 let. Podobno se je predznak spremenil tudi pri gradnih 4 in 5. To kaže na cikličnost v rasti teh dreves za razliko od bora 4 ter gradnov 1 in 2, kjer se predznak ni spremenil vse do zamika 24 let. Zato lahko za ta tri drevesa trdimo, da cikličnosti v rasti v njihovi življenjski dobi ni bilo.

Avtokorelacijski koeficienti spremenijo svoj predznak pri 1/4 dolžine cikla, če cikličnost v rasti sploh obstaja (KOTAR et al. 1995 po FRITTS 1978). Dolžine ciklov so tako pri drevesih, pri katerih se cikličnost sploh pojavlja, zelo različne, kljub temu da so vsa drevesa rasla na isti manjši gozdni površini. Iz tega je razvidno, da se v teh gozdovih res nikoli ni gospodarilo in da se v njih niso izvajala redčenja. Cikli se pri posameznih drevesih pojavljajo individualno iz različnih slučajnih vzrokov.

4.5 Analiza značilnih let in intervalov

4.5 Analysis of significant years and intervals

Značilno leto je takrat, ko 80 % ali več dreves reagira z zmanjšanjem

	Rdeči bor <i>Scots pine</i>	Hrast graden <i>Sessile oak</i>
1998	-	-
1997	+	+
1995	+	-
1994		+
1989	+	
1986		-
1985	+	+
1984		+
1980		-
1979		+
1978	-	-
1975	+	+
1974	-	
1973	+	+
1972	+	
1971	-	+
1970	-	
1969	-	
1965		-

	Rdeči bor <i>Scots pine</i>	Hrast graden <i>Sessile oak</i>
1964	+	
1961		-
1960		-
1959		+
1957		-
1956	-	+
1954		-
1953	+	
1951	-	
1949		+
1947	-	
1946		+
1945	-	
1943	+	+
1938		-
1936		+
1923	+	
1921	-	

Preglednica 11: Značilna leta za rdeči bor (1913-1999) in hrast graden (1936-1999) (+ pozitivno značilno leto, - negativno značilno leto)

Table 11: Significant years of scots pine (1913 - 1999) and sessile oak (1936 - 1999) ("+" positive significant year, "-" negative significant year)

oziroma s povečanjem prirastka v primerjavi s prejšnjim letom (LEVANIČ 1996 po SCHWEINGRUBER et al. 1990). Pri iskanju pojava značilnih let je potrebno upoštevati omejitve, da mora biti v analiziranem letu prisotnih najmanj 13 vzorcev (LEVANIČ 1996 po ECKSTEIN / BAUCH 1969).

Širine branik pretvorimo v zaporedje znakov +, - in = glede na odnos med širino branike v proučevanem in preteklem letu. Analizirana branika je lahko glede na predhodno proučeno braniko širša (+), enaka (=) ali ožja (-).

V naši raziskavi je bilo vključenih le pet dreves rdečega bora in štiri drevesa hrasta gradna, zato smo za značilna leta upoštevali le tista leta, v katerih so imela vsa drevesa posamezne drevesne vrste enak znak. Tako smo pri rdečem boru v obdobju 1913-1999 našli 11 pozitivnih in 11 negativnih značilnih let, pri hrastu gradnu v obdobju 1936-1999 pa 14 pozitivnih in 11 negativnih značilnih let (preglednica 11). V primeru, da bi upoštevali le 80 % analiziranih dreves z enakim znakom, bi se število značilnih let v omenjenih obdobjih pri rdečem boru povečalo na 26 pozitivnih in 25 negativnih, pri hrastu gradnu pa na 27 pozitivnih in 21 negativnih.

Število značilnih let za rdeči bor je primerljivo z raziskavami na jelki (LEVANIČ 1996), kjer je bilo v obdobju 1900-1995 identificiranih 11 negativnih in 9 pozitivnih značilnih let. Za hrast graden je za obdobje 64 let število značilnih let razmeroma veliko, kar je lahko posledica majhnega vzorca.

Pri obeh drevesnih vrstah je bilo v obdobju 1936-1999 skupnih 5 pozitivnih značilnih let (1943, 1973, 1975, 1985 in 1997) in 2 negativni značilni leti (1978 in 1998). Med njimi je bilo samo leto 1943 pozitivno značilno za jelko v dinarski fitogeografski regiji (LEVANIČ 1996). Zanimiva so leta, ki so pri eni drevesni vrsti pozitivno, pri drugi pa negativno značilna (1956, 1971 in 1995), kar kaže na različnost obravnavanih drevesnih vrst.

V analiziranem obdobju so se pojavljali tudi značilni intervali. Obema drevesnim vrstama je bil skupen interval 1997 (+)-1998 (-). Pri rdečem boru se je pojavil značilen interval sedmih let še v obdobju 1969 (-)-1975 (+), pri hrastu gradnu pa je bilo intervalov še pet, vsi dolžine dve do tri leta.

Pojav značilnih let in intervalov je težko kakorkoli razložiti, saj nam zanje ni uspelo najti nobene razlage na podlagi analize grafikonov mesečnih

padavin in srednjih mesečnih temperatur. Edine oprijemljive podatke lahko najdemo le za nekatera boru in hrastu skupna pozitivna značilna leta. Pozitivno značilno leto 1985 si lahko razlagamo z vetrolomom leta 1984, pozitivno značilno leto 1997 pa z žledolomom leta 1996. Vendar se je pojavil žledolom z vetrolomom tudi leta 1997, leto 1998 pa je značilno negativno.

5 ZAKLJUČEK

5 CONCLUSION

Za ugotavljanje debelinskega prirastka dreves sta potrebni vsaj dve meritvi širine branik, ki sta praviloma natančnejši, če potekata v smeri vzhod-zahod, pa še to le na ravnem terenu. Ena meritev nikakor ni dovolj. Za natančnejše raziskave priporočamo štiri meritve. Najboljše rezultate pa bomo dobili, če bomo ugotovili ploščino branike.

Analiza širine branik je pokazala, da obstaja med njimi persistenca, torej da je širina branike tekočega leta odvisna od širine branike predhodnega leta. Ni pa nam uspelo dokazati odvisnosti med širino branike in temperaturami ter padavinami.

Pri teh rezultatih se nam zastavlja vprašanje, kateri dejavniki so potem tisti, ki bistveno vplivajo na širino branik, saj naj bi bil debelinski prirastek odvisen od klimatskih in prehrambenih pogojev tekočega leta (KOTAR 1986), pri čemer so odločilni klimatski dejavniki, ki različno učinkujejo glede na rastišče (LEIBUNDGUT 1993).

Na debelinski prirastek ima velik vpliv tudi svetloba, vendar je to dejavnik, ki je razmeroma konstanten. V primeru, da se je v bližini analiziranega drevesa odstranilo eno ali več dreves, bi lahko prišlo do povečanja svetlobe, vendar bi bil potem dvig prirastka enakomeren v daljšem časovnem obdobju. Posegi, ki bi lahko vplivali na povečanje svetlobe, so sečnje in naravne kalamitete. O tem pa imamo zelo malo podatkov. Edini podatki, ki so nam na voljo iz gozdnogospodarskih načrtov, se nanašajo na celoten kompleks Brdo, zato ne vemo, ali so ti vplivi učinkovali tudi na analizirana drevesa. Leta 1933 sta takratna lastnika Brda, Franc Dolenc in Stanko Heinrihar, posekala večino gozda na Brdu in posadila smreko (raziskovalna ploskev ne pade v to območje, je pa v njegovi neposredni bližini). Leta 1961 se je Brdo razširilo na 162 ha in tedaj je bil v kompleks zajet tudi gozd, kjer so bila posekana analizirana drevesa. Takrat je v teh gozdovih prenehalo steljarjenje, leta 1962 pa je bil izveden večji posek. Leta 1984 je gozdove prizadel katastrofalen vetrolom, leta 1996 žledolom ter leta 1997 snegolom in žledolom (Gozdnogospodarski načrt 1991-2000, JAGODIC 1998). Če poiščemo te mejnike na diagramih širine branik (grafikona 1 in 2), zelo težko opazimo kakršnokoli povezavo. Po letu 1962 se je prirastek povečal pri vseh borih, vendar le za kratek čas, opazen je tudi dvig po letu 1984. Pri hrastu ni opaziti nobene posebnosti.

Tudi z analizo značilnih let nam ni uspelo ugotoviti nobene povezave med značilnimi leti in klimatskimi ali gospodarskimi dejavniki.

Cikličnost, ki se pojavlja pri nekaterih drevesih, ne nakazuje nikakršnih skupnih ciklov.

Z raziskavo nam ni uspelo najti nikakršne povezave med debelinskim priraščanjem rdečega bora in gradna ter povprečnimi mesečnimi temperaturami in mesečnimi količinami padavin. Glavni vzrok za tak rezultat je, da so analizirana drevesa rasla na rastišču, ki zanje ni neugodno, vsaj kar zadeva padavine in temperature. Ugotavljamo, da je dendroklimatologija uporabna le na rastiščih, kjer dosega klimatske spremenljivke, katerih vpliv na debelinsko priraščanje proučujemo, ekstremne vrednosti.

Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) and Sessile Oak (*Qercus petraea* (Mattuschka) Liebl.) Diameter Increment Regarding to Average Monthly Temperature and Quantity of Precipitation

Summary

In our research we were interested in the following characteristics: a number of width measurements for the annual rings required to reliably establish the diameter increment, the principles of the diameter increments of the Scots pine and sessile oak, and the influences of average precipitation and temperature values on the diameter increment. For that matter, five trees of Scots pine and four of sessile oak were cut down in Brdo near Kranj. The analysed increments were taken from the trees on the 1.3 m of their height.

At least two width measurements of the annual rings are required to establish the diameter increment of the tree. The measurements taken in the east-west direction are, by the rule, more precise.

Common variance shows a relatively uniform growth, especially with pines. Only for the oak 1 and 2 the residual variance shows that the biggest part of its deviation in annual increments is based on every year growth conditions. As for the other trees, very important influence on diameter increment rises from the growth principles of the tree species.

The correlation among the width of the annual rings, and the temperatures, or precipitation has not been proved.

The average sensitivity level values indicate the persistence existing in the width of the annual rings. It means the width of the annual rings for a current year depends on the width of the annual rings from the previous year. The mean square difference test also shows the dependance in time series of the width of the annual rings.

Autoregression which is present in the time series of the annual rings (Y) and in the time series of the temperature or precipitation values (X) has been eliminated by the procedure of iteration.

Autocorrelation coefficient indicates the recurrence of the cycles in the diameter growth of six trees. Periods of cycles on these trees are very different, presumably due to the random factors, so no real periods could be determined.

22 significant years (11 positive and 11 negative) for the Scots pine tree were detected in the last 87 years, and 25 significant years (14 positive and 11 negative) for the sessile oak tree in the last 64 years.

Therefore, we conclude the dendroclimatology is useful only on the natural sites where the investigated climatic variables reach extreme values.

Viri / References

- JAGODIC, F., 1998. Izhodišča in podlage za razglasitev gozdov Brda za gozdove s posebnim namenom.- Pripraviška naloga, Servis za protokolarne storitve, Brdo pri Kranju, interno gradivo.
- KOTAR, M. / BRUS, R., 1999. Naše drevesne vrste.- Slovenska matica, Ljubljana, s. 320.
- KOTAR, M. / MAUČIČ, M., 2000. Divja češnja (*Prunus avium* L.) - pomembna drevesna vrsta slovenskih gozdov. - Gozdarski vestnik 58, 5-6, s. 227-251.
- KOTAR, M., 1986. Prirastoslovje.- Biotehniška fakulteta, VTOZD za gozdarstvo, Ljubljana, s. 196.
- KOTAR, M., 1997. Statistične metode.- Izbrana poglavja za podiplomski študij gozdarstva, interno gradivo.
- KOTAR, M. / PUHEK, V. / GODLER, L., 1995. Ekološke zahteve, rastne značilnosti in gojitvene lastnosti drevesnih vrst iz rodu *Sorbus* ter češnje in navadnega oreha.- V: Prezrte drevesne vrste: zbornik seminarja, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Ljubljana, s. 269-293.
- LEIBUNDGUT, H., 1993. Nega gozda.- Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo, Ljubljana, s. 191.
- LEVANIČ, T., 1996. Dendrokronološka in dendroekološka analiza propadajočih vladajočih in sovladajočih jelk (*Abies alba* Mill.) v dinarski fitogeografski regiji.- Doktorska disertacija, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Ljubljana, s. 166.
- Gozdnogospodarski načrt za državno posestvo Brdo 1961-1970.
- Gozdnogospodarski načrt GE Brdo pri Kranju (del GE Preddvor), za obdobje 1. 1. 1991-31. 12. 2000.