

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA LESARSTVO

Aljaž MAJER

**LOKALNA KRONOLOGIJA ŠIRIN BRANIK BUKVE IZ MENINE  
PLANINE**

DIPLOMSKI PROJEKT  
Visokošolski strokovni študij - 1. stopnja

**LOCAL TREE-RING CHRONOLOGY OF BEECH FROM MENINA  
PLANINA, SLOVENIA**

B. SC. THESIS  
Professional Study Programmes

Ljubljana, 2010

Diplomski projekt je zaključek Visokošolskega študija Tehnologije lesa in vlaknatih kompozitov – 1. stopnja. na Oddelku za lesarstvo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Delo je bilo opravljeno na Katedri za tehnologijo lesa Oddelka za lesarstvo, kjer so bile opravljene laboratorijske analize. Terensko delo je bilo opravljeno v okviru raziskav mladega raziskovalca Petra Prislana.

Senat Oddelka za lesarstvo je za mentorico diplomskega projekta imenoval prof. dr. Katarino Čufar, za recenzenta pa prof. dr. Željka Goriška.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisani se strinjam z objavo svojega diplomskega projekta na spletni strani Digitalne knjižnjice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je delo ki sem ga oddal v elektronski obliki identično tiskani verziji.

Aljaž Majer

## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Dv 1  
DK UDK 630\*561.24  
KG *Fagus sylvatica* L.(bukev)/dendrokronologija/Menina planina/Slovenija  
AV MAJER, Aljaž  
SA ČUFAR Katarina (mentorica)/GORIŠEK, Željko (recenzent)  
KZ SI- 1000 Ljubljana, Rožna dolina, c. VIII/34  
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo  
LI 2010  
IN LOKALNA KRONOLOGIJA ŠIRIN BRANIK BUKVE IZ MENINE PLANINE  
TD Diplomski projekt (Visokošolski strokovni študij)  
OP IV, 22 str., 4 pregl., 11 sl., 0 prol., 14 vir.  
IJ sl  
JI sl/en  
AI Opravili smo dendrokronološko raziskavo bukve (*Fagus sylvatica* L.) na rastišču na Menini planini (MP) na nadmorski višini 1070 m–1340 m. Analizirali smo širine branik na vzorcih 15 dreves. Sestavili smo lokalno kronologijo MP dolgo 140 let za obdobje 1870–2009 (pokritost nad 7). Kronologijo MP smo primerjali z do sedaj sestavljenimi in objavljenimi lokalnimi kronologijami bukve v Sloveniji in ugotovili, da se statistično značilno ujema samo s kronologijo s Planine Kal nad Tolminom z nadmorske višine 1240 m–1415 m, od MP oddaljeno približno 100 km. Primerjave z 2 kronologijama iz Italije (Paularo in Tre Confini) in 1 iz Avstrije (Hallstatt) z nadmorskih višin 1275 m–1500 m, 1100 m in 1400 m, oddaljenih od MP približno 150 km, 100 in 190 km, kažejo da se kronologija MP z njimi statistično značilno ujema. Kazalniki primerjave (tBP) so imeli vrednosti 5,1; 6,1 in 5,9. To kaže, da se kronologije bukve z alpskih rastišč nadmorske višine nad 1000 m med seboj ujemajo, tudi če so rastišča oddaljena, kar nakazuje, da na rast bukve vplivajo podobni dejavniki.

#### KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dv 1  
DC UDK 630\*561.24  
CX *Fagus sylvatica* L./dendrochronology/Menina planina/Slovenia  
AU MAJER, Aljaž  
AA ČUFAR, Katarina (supervisor)/GORIŠEK, Željko (co-advisor)  
PP SI-1000 Ljubljana, Rožna dolina, c. VIII/34  
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Wood Science  
and Technology  
PY 2010  
TY LOCAL TREE-RING CHRONOLOGY OF BEECH FROM MENINA PLANINA,  
SLOVENIA  
DT B. SC. Thesis Professional Study Programmes)  
NO IV, 22 p., 4 tab., 11 fig., 0 ann., 14 ref.  
LA sl  
AL sl/en  
AB We conducted a dendrochronological survey in beech (*Fagus sylvatica* L.) site at Menina planina (MP) at an altitude of 1070 m–1340 m. We analyzed tree-ring series of 15 trees and constructed a local chronology MP which is 140 years long and covers the period from 1870–2009. Its replication is 7 trees or more. We compared the chronology with so far assembled and published beech chronologies in Slovenia and found that MP matches only with the local beech chronology of Planina Kal, near Tolmin, 1240 m–1415 m altitude, located about 100 km west from MP. Comparisons of MP with 2 chronologies from Italy (Paularo and Tre Confini) and 1 from Austria (Hallstatt), 1275 m–1500 m, 1100 m and 1400 m altitude, and about 150 km, 100 km and 190 km away from MP, showed that they match with MP. The agreements were statistically significant t-values (tBP): 5.1, 6.1 and 5.9. This shows that the chronologies of beech from Alpine sites elevated above 1000 m match with each other, even if the sites are far away. The growth of beech on such sites is possibly affected by similar environmental factors.

## KAZALO VSEBINE

	str.
<b>Ključna dokumentacijska informacija (KDI) .....</b>	<b>III</b>
<b>Key Words Documentation (KWD) .....</b>	<b>IV</b>
<b>Kazalo vsebine .....</b>	<b>V</b>
<b>Kazalo preglednic.....</b>	<b>VI</b>
<b>Kazalo slik.....</b>	<b>VII</b>
<b>1 UVOD IN POSTAVITEV PROBLEMA .....</b>	<b>1</b>
<b>2 SPLOŠNI DEL .....</b>	<b>2</b>
2.1 DENDOKRONOLOGIJA	2
2.2 OPIS BUKVE	3
<b>2.2.1 Rastišče in razširjenost bukve</b>	<b>4</b>
2.3 BUKEV V DENDOKRONOLOGIJI	6
<b>3 MATERIAL IN METODE.....</b>	<b>7</b>
3.1 VZORČNA LOKACIJA	7
3.2 ODVZEM IN PRIPRAVA VZORCEV	8
<b>3.2.1 Odvzem vzorcev</b>	<b>8</b>
<b>3.2.2 Priprava vzorcev</b>	<b>8</b>
3.3 MERJENJE ŠIRIN BRANIK IN ANALIZA PODATKOV	9
3.4 SESTAVLJANJE KRONOLOGIJE	10
<b>3.4.1 Statistična analiza vrednost – t, po Baillie - Picherju</b>	<b>10</b>
<b>4 REZULTATI IN RAZPRAVA .....</b>	<b>11</b>
4.1 KRONOLOGIJA ŠIRIN BRANIK SESTOJA NA MENINI PLANINI	11
4.2 PRIMERJAVA KRONOLOGIJE BUKVE Z MENINE PLANINE Z DRUGIMI LOKALNIMI KRONOLOGIJAMI BUKVE	15
4.3 PRIMERJAVA KRONOLOGIJE BUKVE Z MENINE PLANINE S KRONOLOGIJAMI PRIMERLJIVIH NADMORSKIH VIŠIN V ITALIJI IN AVSTRIJI	17
<b>5 SKLEPI .....</b>	<b>19</b>
<b>6 POVZETEK.....</b>	<b>20</b>
<b>7 VIRI.....</b>	<b>21</b>

## ZAHVALA

## KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Osnovni podatki o merjenih vzorcih 14 bukev .....	11
Preglednica 2: Podobnost vzorcev bukev z Menine planine: (a)1. del in (b) 2. Del.....	14
Preglednica 3: Primerjavo kronologije bukve z Menine planine z lokalnimi kronologijami bukve z različnih rastišč po Sloveniji ( iz Čufar in sod. 2008).....	15
Preglednica 4: Podobnost kronologije z Menine planine s kronologijami v Alpski regiji v Italiji in Avstriji (iz Di Filippo in sod. 2007). ....	17

## KAZALO SLIK

	str.
Slika 1: Navadna bukev ( <i>Fagus sylvatica</i> L.) .....	3
Slika 2: Razširjenost bukve po Evropi .....	4
Slika 3: Razširjenost bukve po Sloveniji .....	5
Slika 4: Lokacija rastišča Menina planina .....	7
Slika 5: Vzorca lesa bukve z Menine planine za merjenje širin branik od stržena do skorje. ....	8
Slika 6: Merilne naprave desno (mikroskop, mizica, kamera) in računalnik desno. ....	9
Slika 7: Zaporedja širin branik vzorcev z Menine planine. ....	12
Slika 8: Časovna umestitev zaporedij širin branik z Menine planine. ....	13
Slika 9: Kronologija širin branik bukve na Menini planini in njena pokritost.....	14
Slika 10: Lokacije rastišč Menina planina, Panška Reka in Planina Kal nad Tolminom. ....	16
Slika 11: Lokacije rastišč Menina planina (Slovenija), Paularo in Tre Confini (Italija) in Hallstatt (Avstrija). ....	18

## 1 UVOD IN POSTAVITEV PROBLEMA

Bukev (*Fagus sylvatica* L.) je drevesna vrsta, ki uspeva na različnih rastiščih na različnih nadmorskih višinah po Sloveniji.

Dosedanje dendrokronološke raziskave bukve so bile večinoma opravljene na večini nižje ležečih rastiščih, kjer se je izkazalo, da imajo visoke poletne temperature in nizke količine padavin negativen vpliv na rast bukve (Čufar in sod., 2008). V Sloveniji je bilo na višji nadmorski višini doslej raziskano le eno rastišče na planini Kal nad Tolminom (nadm. višina 1240-1415 m), kjer se je izkazalo da se rast bukve razlikuje od rasti na nižjih nadmorskih višinah in da imajo poletne temperature in količine padavin pozitiven vpliv na rast bukve (Rutar 2005, Di Filippo in sod. 2007, Čufar in sod. 2008). Ti podatki so nam v veliko pomoč pri razumevanju rasti bukovih dreves v različnih razmerah.

Za dendrokronološke raziskave na Menini planini smo se odločili, ker tam že potekajo raziskave nastajanja lesa (Sitar 2009, Povše 2009, Prislan in sod. 2010). Dendrokronološke raziskave bi nam pojasnile, če je rast bukve na Menini planini podobno kot na planini Kal in na rastiščih iz Avstrije in Italije na podobni nadmorski višini.

Cilji diplomskega dela so:

- sestaviti lokalno kronologijo širin branik za območje Menine planine,
- primerjati kronologijo z drugimi kronologijami v Sloveniji in sosednjih državah,
- oceniti vpliv okoljskih dejavnikov na rast bukve na proučevanem rastišču.

Hipoteze tega diplomskega dela so:

- na Menini planini na rast bukve ugodno vplivajo poletne temperature,
- Kronologija širin branik bukve z Menine planine je podobna drugim kronologijam bukve z nadmorskih višin nad 1000 m.

## 2 SPLOŠNI DEL

### 2.1 DENDROKRONOLOGIJA

Dendrokronologija je znanstvena disciplina, ki temelji na preučevanju branik. Najpogosteje vključuje merjenje širin branik z namenom datiranja, to je ugotovitve koledarskega leta, v katerem je branika nastala.

V naših klimatskih razmerah kambij vsako leto proizvede po en prirastni plašč – braniko. Širina branike je v veliki meri odvisna od klime (predvsem količine padavin in temperature) tekočega leta. Posredno nanjo vpliva še klima preteklega leta (predvsem preko dolžine poganjkov, količine rezervnih snovi, semenjenja in rasti korenin). V širini branik se zrcalijo tudi gozdarski posegi (gnojenje, posek sosednjih dreves), onesnaženje okolja, vpliv škodljivcev itd.

Širine branik so od leta do leta različne. V kolikor na rast neke drevesne vrste vplivajo splošni dejavniki, spreminjanje širin branik dreves iste drevesne vrste na istem rastišču ali geografskem območju poteka v istem ritmu. Za potrebe dendrokronologije širine branik izmerimo in jih grafično prikažemo v odvisnosti od časa. Krivulje imenujemo zaporedje širin branik. Ker na širino branik vplivajo tudi številni individualni vplivi, širina branike, nastale v istem letu znotraj drevesa in med drevesi, ni nikoli popolnoma enaka, pač pa samo podobna. V izjemno ugodnih ali neugodnih letih nastajajo izjemno široke oz. ozke branike, ki pri delu služijo za orientacijo. Vzorec spreminjanja širin branik za sosledje več let je neponovljivo. Dendrokronologija temelji na opazovanju značilnega sosledja širin branik nastalih v različnih letih, natančneje njihovega povečanja ali zmanjšanja glede na predhodno leto. Pomaga nam ugotoviti v katerem letu je nastala posamezna branika oz. kdaj je drevo raslo (Čufar, 2006).

## 2.2 OPIS BUKVE

Bukev (*Fagus sylvatica* L.) dosega višine do 30 m, priložnostno tudi preko 40 m, in premere 100 – 150 cm. V sestojih rastejo drevesa s polnolesnimi ravnnimi debli. Dolžina debla brez vej znaša 15 m in več. Skorja je gladka, v starosti ima biseren lesk in je srebrnosive barve. Pogosto so na deblu vidne brazgotine odpadlih vej, imenovane »kitajski brki« (slika 1).



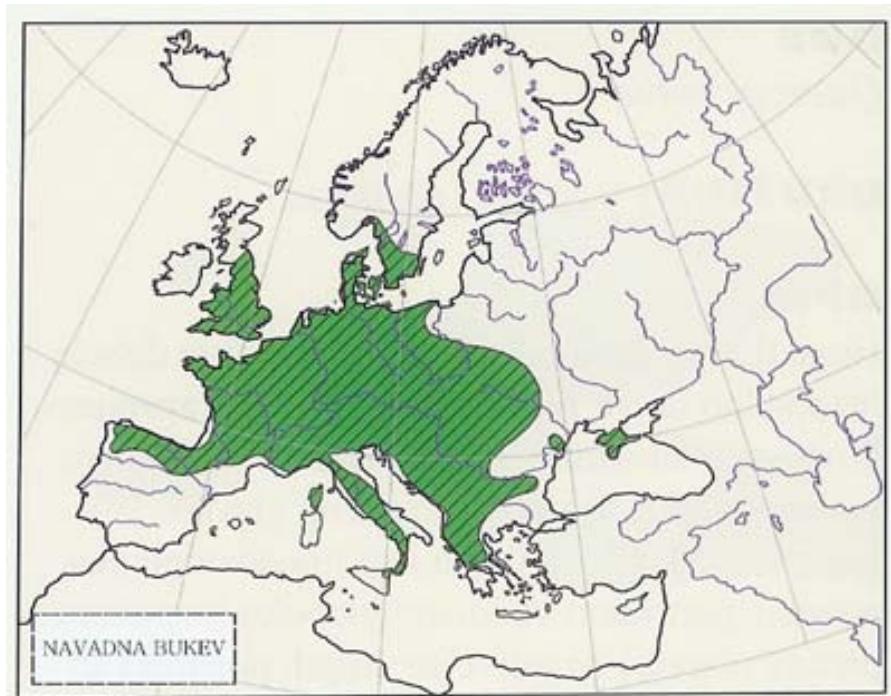
Slika 1: Navadna bukev (*Fagus sylvatica* L.) (Google, 2010).

Les je rdečkastobel, normalno brez obarvane jedrovine (beljava in jedrovina se barvno ne ločita). Pri starejših drevesih se na prečnem prerezu navadno pojavlja nepravilno oblikovan, rdečrjav diskoloriran les imenovan rdeče srce. Za rdeče srce je značilno močno otiljenje trahej, ki med drugim otežujejo impregnacijo lesa. Kasni les z manj trahejami je nekoliko temnejši od ranega. Difuzno razporejene traheje, velikostnega reda okoli 100 µm, so na prečnem prerezu vidne z lupo. Zelo značilne so številni široki trakovi, ki so na tangencialni površini vidni kot rdečkasta vretenca, na radialni pa kot očitna, do več milimetrov visoka zrcala, ki zelo vplivajo na videz lesa. Plamenast (tangencialna površina) in progast (radialna površina) videz nista tako izrazita kot pri iglavcih. Bukovina nima specifičnega vonja ali okusa.

Les bukve ima visoko gostoto ( $r_0$  490...680...880 kg/m<sup>3</sup>), je trd in se zelo krči in nabreka. Stabilnost je neugodna, trdnostne lastnosti so glede na gostoto nadpovprečno visoke (npr. dobra upogibna trdnost), elastičnost je nižja. Les je zelo žilav, malo elastičen in zelo trd. Dobro se cepi in predvsem po parjenju se dobro upogiba. Nezaščitena bukovina je podvržena okužbi z glivami in insekti in je le zmerno trajna, zato je potrebna hitra in pravilna manipulacija po poseku. Z izjemo rdečega srca se dobro impregnira. S kreozotnimi olji impregnirana bukovina ima posebno dolgo življenjsko dobo (Čufar, 2006).

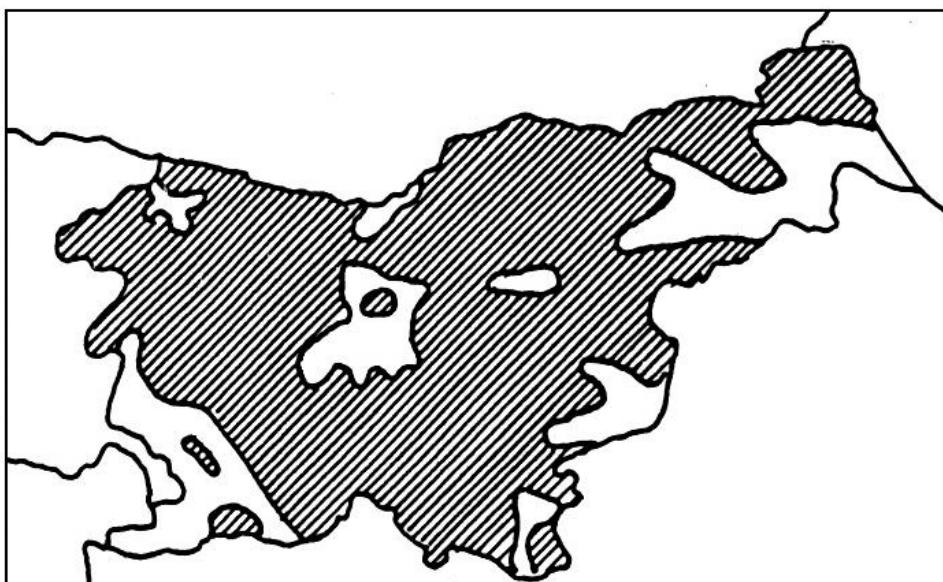
### 2.2.1 Rastišče in razširjenost bukve

Navadna bukev je naravno razširjena v večini srednje in zahodne Evrope, na severu jo najdemo še v južni Angliji in na južnem koncu Skandinavije. Raste tudi po južnoevropskih gorovjih, na primer v Pirenejih, Apeninah, Dinarskem gorovju. Na vzhodu raste vse do Ukrajine, na jugovzhodu pa še na Balkanskem polotoku, kjer jo postopoma zamenja vzhodna bukev. V Alpah raste do 1700, v Apeninah do 1950 m n. v. (Brus, 2005), (slika 2).



Slika 2: Razširjenost bukve po Evropi (Brus, 2005).

Bukov je naravno razširjen v vsej Sloveniji razen v nižinskem svetu severovzhodne in osrednje Slovenije in na suhih rastiščih sredozemskega sveta (slika 3). V Koprskih Brdih je izjema sestoj navadne bukve pri Labodju nad dolino Rokave na vsega 200 m n. v., navadno pa raste v pasu med 500 in 1600 m n. v., včasih se vzpone vse do gozdne meje na 1800 m n. v. Marsikje, najpogosteje pa v primorskih Julijskih Alpah in v zahodnem delu slovenskega predalpskega sveta, je njena graditeljica (Brus, 2005).



Slika 3: Razširjenost bukve po Sloveniji (Mlakar, 1984).

### 2.3 BUKEV V DENDROKRONOLOGIJI

Značilno za bukev je, da raste na različnih rastiščih in je bila zaradi tega v zadnjem času predmet številnim dendrokronološkim raziskav. Pri tem pa moramo vedeti, da se bukev na dejavnike iz okolja zelo burno odziva, kar se vidi na številnih značilnih letih. Vpliv teh dejavnikov pa se tudi odraža na strukturi lesa (Schweingruber, 1992).

V evropskem prostoru je v zadnjih letih čedalje več zanimanja za dendrokronološke raziskave bukve, kronologije pa predstavljajo osnovo za nadaljnje dendrokronološke in dendroklimatološke raziskave. Zato so dendrokronološke raziskave v porastu predvsem v Italiji, v Nemčiji, v Franciji in v Španiji, pa tudi pri nas imamo sestavljenih 17 lokalnih kronologij bukve za nadmorske višine od 300 do 1415 m (Čufar in sod. 2008, Di Filippo in sod., 2007, Berdajs 2008, Nekič 2005, Rutar, 2003;).

### 3 MATERIAL IN METODE

#### 3.1 VZORČNA LOKACIJA

Dendrokronološko raziskavo smo izvedli na rastišču na Menini planini ( $N\ 46^{\circ}16'31,87''$ ,  $L\ 14^{\circ}48'36,25''$ ) v katastrski občini Gornji Grad na nadmorski višini 1070 – 1340 m (slika 4). Bukev tam raste v sestoju *Abieti fagetum prealpinum typicum*. Na rastišču prevladuje jelovo – bukov tip gozda. Drevesa rastejo na pobočju, katerega naklon znaša približno 17 stopinj. Tla na katerih rastejo drevesa, so pokrita s prstjo, pod katero prevladuje apnenčasta kamnina.



Slika 4: Lokacija rastišča Menina planina (Google Earth, 2010).

### 3.2 ODVZEM IN PRIPRAVA VZORCEV

#### 3.2.1 Odvzem vzorcev

V dendrokronološko raziskavo smo vključili 15 dreves bukve. Drevesa so bila posekana med redno sečnjo na Menini planini. Na izbranih drevesih smo odvzeli na mestu prvega reza nad koreničnikom kolute na višini 4 in 8 m od tal, zato da nismo zmanjšali vrednosti hlodovine. Na posamezen kolut smo zarisali mesti za odvzem vzorcev. Izbrali smo dela koluta brez rastnih anomalij, za merjenje širin branik od stržena do skorje v radialni smeri. Vzorca smo označili s črkama A in B. Radialne vzorce smo iz kolutov smo izzagali na tračnem žagальнem stroju v delavnici na Oddelku za Lesarstvo Biotehniške fakultete v Ljubljani.

#### 3.2.2 Priprava vzorcev

Pridobljene vzorce smo počasi posušili do zračno suhega stanja. Po sušenju smo les zbrusili na lepši prečni površini posameznega vzorca. Vzorce smo najprej brusili z brusnim papirjem granulacije 80, 120, in na koncu še z papirjem granulacije 240 za čim bolj gladko in čisto površino vzorca. Vzorce smo zbrusili tako, da smo pod stereo mikroskopom lahko videli posamezne celice v lesu in tako brez težav izmerili širine branik pod povečavo 1,8 – 11 x 10 (zoom), (slika 5).

Vse vzorce smo označili s šiframi, ki so vsebovale številko drevesa (1 – 15) in oznako radija (A in B). Primer take šifre je (MEN001A2) iz tega vidimo, da gre za vzorec pridobljen iz drevesa z zaporedno številko 001, (A2) pa prikazuje radij A in 2. zaporedno meritev tega vzorca.



Slika 5: Vzorca lesa bukve z Menine planine za merjenje širin branik od stržena do skorje.

### 3.3 MERJENJE ŠIRIN BRANIK IN ANALIZA PODATKOV

Po pripravi vzorcev je sledilo merjenje, ki je potekalo v laboratoriju na Katedri za tehnologijo lesa. Merjenje je potekalo tako da smo vzorec položili na mizico LINTAB, katero smo ročno premikali s koleščkom na desni strani. Premikali smo jo od letnice do letnice, in tako s klikom na miški zabeležili meje in širino branike. Prvo meritev smo opravili ob strženu, zadnjo pa pod skorjo. Nad vzorcem pa je bil nameščen stereo mikroskopa OLYMPUS SZ – 11 pod katerim smo opazovali branike med merjenjem pri povečavah 1,8-11 x 10 (zoom). Meritve smo opravili v radialni smeri oz. pravokotno na letnico (vzporedno s trakom). Kamero SONY CCD/RGB nad mikroskopom smo uporabili za prenos slike na monitor SONY – Trinitron s katerim smo imeli še dodaten vpogled v sam potek merjenja širin branik. Izmerjene širine branik smo zajeli preko programa TSAP Win, ki smo ga uporabili tudi za obdelavo podatkov. V program so se meritve zapisovale zaporedoma z natančnostjo na 0,01 mm (slika 6).



Slika 6: Merilne naprave desno (mikroskop, mizica, kamera) in računalnik desno.

### 3.4 SESTAVLJANJE KRONOLOGIJE

S pomočjo programa TSAP/x smo opravili sinhroniziranje in datiranje vseh zaporedij širin branik. Za sestavo kronologij smo izračunali povprečje vseh zaporedij, kar smo opravili v programu TSAP/x in Excel, kamor smo prenesli podatke po sinhronizaciju in datiranju. Sinhroniziranje smo opravili, kot je opisano v diplomskeh nalogah (Sever, 2004 in Zaletelj, 2006). Pri sinhronizaciji in datiranju smo imeli težavo z vzorcem zaporedne številke MEN005, ki ni kazal nobene podobnosti z ostalimi vzorci, zato smo ga morali izključiti iz raziskave. S sinhronizacijo preostalih vzorcev nismo imeli bistvenih težav saj smo poznali zadnje leto vseh vzorcev, leto poseka. Sestavljenou kronologijo širin branik smo lahko primerjali z drugimi kronologijama na Katedri za tehnologijo lesa.

#### 3.4.1 Statistična analiza vrednost – t, po Baillie - Picherju

Koeficiente  $t_{BP}$  ali  $t$  – vrednost, po Baillie in Picher-ju (1973) smo izračunali s pomočjo programa TSAP Win, da bi ugotovili podobnosti med dvema zaporednima širin branik oz. kronologijama. Primerjavo smo vedno opravili med dvema krivuljama in je temeljila na izračunu korelacijskega koeficiente korigiranega s kvadratnim korenom iz števila stopenj prostosti. Koeficient  $t$  lahko zavzame vrednosti med 0 – 100. Mejna vrednost za statistično značilno podobnost dveh zaporedij širin branik je  $t_{BP} \geq 4$  (takrat štejemo da sta dve zaporedji širin branik podobni) (Levanič, 1996).

## 4 REZULTATI IN RAZPRAVA

### 4.1 KRONOLOGIJA ŠIRIN BRANIK SESTOJA NA MENINI PLANINI

Na vzorčni lokaciji Menina planina smo raziskali 15 bukev, ki so rasle na nadmorski višini 1070 – 1340 m.

V spodnji preglednici so prikazani osnovni podatki o vzorcih. V preglednici je prikazana številka vzorca, prvo leto na kolatu ob strženu (to leto s šteje z višine odvzetega vzorca z debla z višine 4 m in 8 m od tal), število branik, in leto zadnje branike. V stolpcu meritev je označena meritev na radiju A ali B in upoštevana meritev (na primer. MEN001A1 – 1. meritev na vzorcu A).

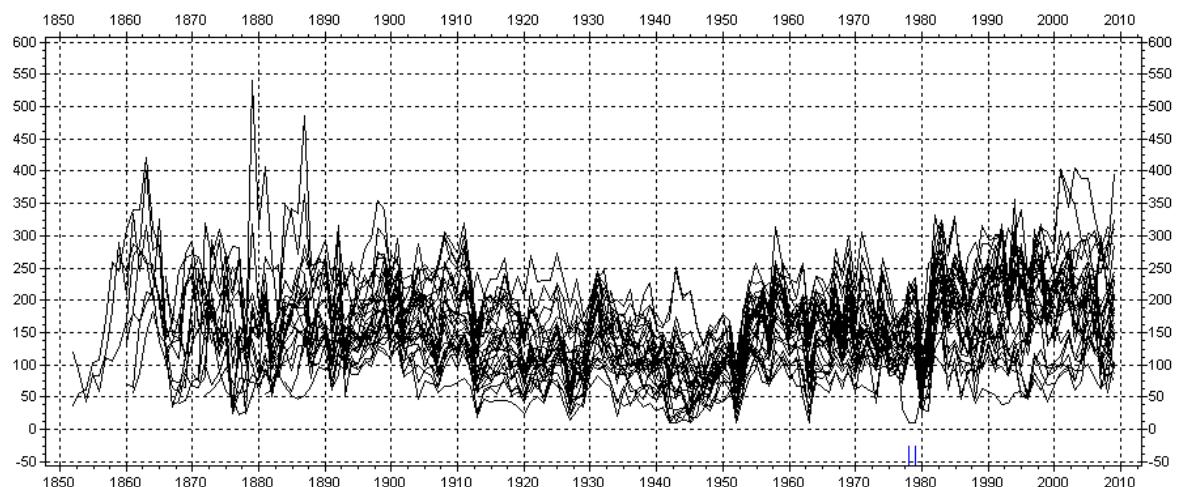
Preglednica 1: Osnovni podatki o merjenih vzorcih 14 bukev

Številka vzorca	Prvo leto	št. branik	Zadnje leto	Meritev
MEN001	1861	148	2009	MEN001A2
MEN001	1860	149	2009	MEN001B2
MEN002	1891	118	2009	MEN002A2
MEN002	1893	116	2009	MEN002B1
MEN003	1852	157	2009	MEN003A1
MEN003	1859	150	2009	MEN003B1
MEN004	1852	157	2009	MEN004A2
MEN004	1855	154	2009	MEN004B2
MEN005	Vzorec izločen			
MEN005	Vzorec izločen			
MEN006	1884	125	2009	MEN006A1
MEN006	1881	128	2009	MEN006B1
MEN007	1890	119	2009	MEN007A2
MEN007	1889	120	2009	MEN007B1
MEN008	1881	128	2009	MEN008A1
MEN008	1881	128	2009	MEN008B1
MEN009	1860	149	2009	MEN009A1
MEN009	1860	149	2009	MEN009B1
MEN010	1866	143	2009	MEN010A1
MEN010	1866	143	2009	MEN010B1
MEN011	1872	137	2009	MEN011A1
MEN011	1872	137	2009	MEN011B1
MEN012	1871	138	2009	MEN012A2
MEN012	1870	139	2009	MEN012B1
MEN013	1891	118	2009	MEN013A2
MEN013	1891	118	2009	MEN013B1
MEN014	1867	142	2009	MEN014A1
MEN014	1868	141	2009	MEN014B2
MEN015	1886	123	2009	MEN015A1
MEN015	1894	115	2009	MEN015B1

Vsa drevesa so bila posekana jeseni 2009. Na vseh vzorcih smo zabeležili zadnjo braniko, nastalo pred posekom. Zaradi odvzema vzorcev iz koluta (vzorcev ni bilo mogoče odvzeti tako, da bi vsebovali stržen in branike ob njem) je število branik na dveh vzorcih iz enega koluta lahko različno. Zaradi rastnih anomalij smo izločili vzorce drevesa z zaporedno številko 5 (MEN005).

Med merjenjem smo ugotovili, da širine branik zelo variirajo, kar je razvidno na (sliki 7).

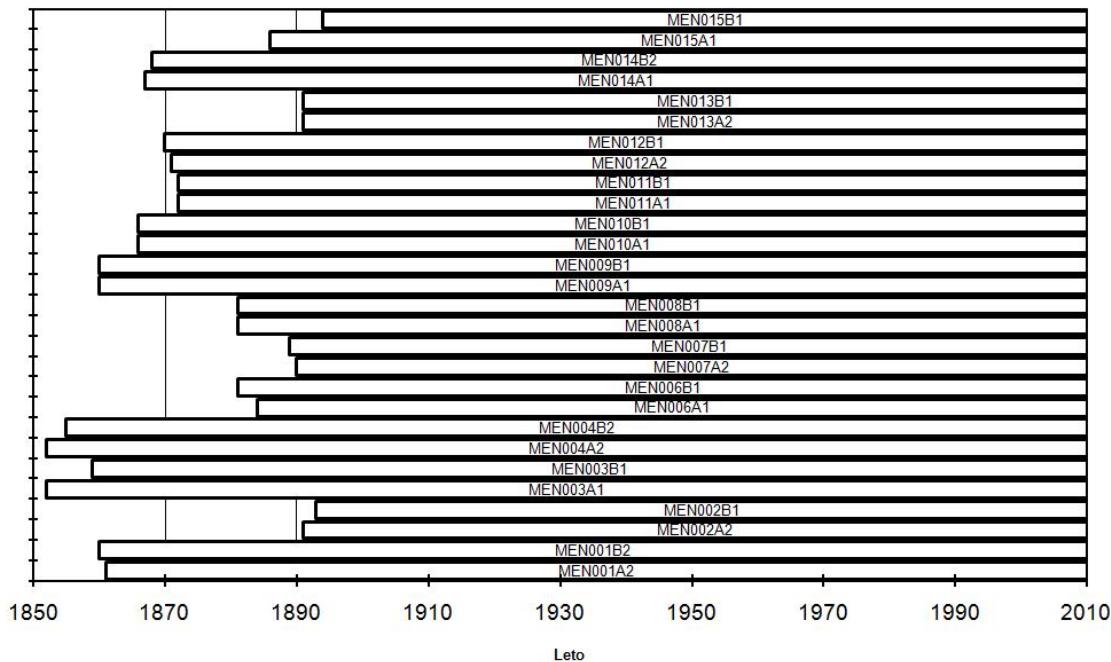
Povprečna širina branik vseh izmerjenih vzorcev je znašala 1,52 mm.



Slika 7: Zaporedja širin branik vzorcev z Menine planine.

Maksimalna širina branike znaša 5,41 mm dosežena v letu 1879 drevesa z številko vzorca MEN014, minimalna širina branike pa je bila 0,1 mm in je bila zabeležena večkrat.

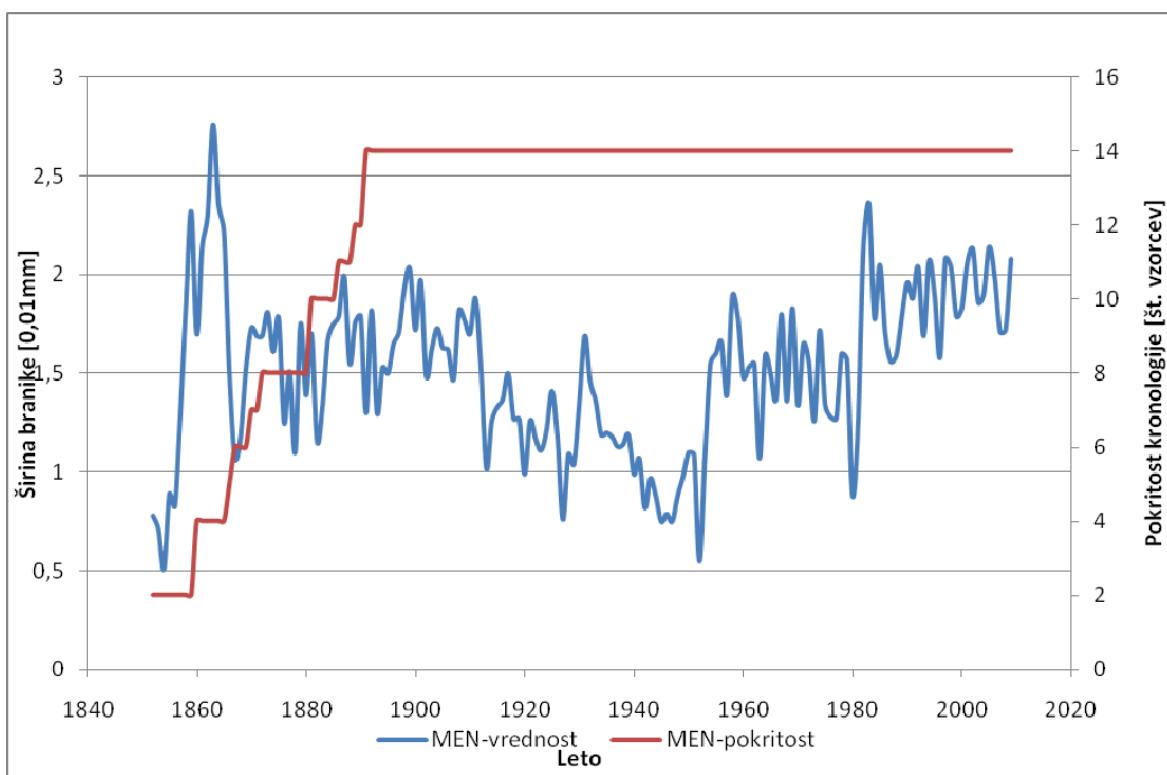
Iz časovne umestitev zaporedij širin branik vzorcev bukve z Menine planine (slika 8). razberemo, da je pokritost povsem zadovoljiva za obdobje 1870 – 2009.



Slika 8: Časovna umestitev zaporedij širin branik z Menine planine.

Vzorčni koluti so vsebovali 115 do 157 branik. Najmanj branik je imel vzorec (MEN015B1) in to 115. Največ branik smo namerili pri dveh vzorcih z enako končno vrednostjo (MEN003) in (MEN004), število izmerjenih branik znaša 157. Ker so bili koluti odvzeti vsaj 4 m od tal je starost teh dreves po naši oceni presegala 170 let.

Kronologija širin branik (povprečje 2 krat 14 zaporedij širin branik) in pokritost kronologije za obdobje od leta 1852 do 2009 (dolžina 158 let) (slika 8). Graf pokritosti (slika 9) prikazuje koliko dreves sestavlja kronologijo v posameznem letu. V obdobju od leta 1852 – 1894 pa pokritost narašča. Pokritost je največja v obdobju od leta 1894 – 2009, v tem obdobju kronologijo sestavljajo vsi izmerjeni vzorci bukev in kateri so bili uvrščeni v kronologijo. Glede na pokritost in potek kronologije smo za nadaljnje primerjave uporabili kronologijo za obdobje od 1870 do 2009 (dolžina 140 let).



Slika 9: Kronologija širin branik bukve na Menini planini in njena pokritost

Zaporedja širin branik posameznih dreves smo primerjali tudi med seboj s pomočjo izračuna statističnih kazalnikov  $t_{BP}$  (t-vrednost po Baillieuju in Pilcherju).

Preglednica 2: Podobnost vzorcev bukev z Menine planine: (a)1. del in (b) 2. Del

(a)

Vzorec	MEN001M1	MEN002M1	MEN003M1	MEN004M1	MEN006M1	MEN007M1	MEN008M1
MEN001M1							
MEN002M1	7,5						
MEN003M1	6,7	9,1					
MEN004M1	4,2	5,9	4,4				
MEN006M1	7,2	12,2	7,5	4,3			
MEN007M1	5,5	6	7,4	5,3	5,5		
MEN008M1	7	10,8	7,4	5,9	9,8	5,9	
MEN009M1	6,8	7,2	5	11,7	6,2	8,2	6,0
MEN010M1	4,2	5,4	4,5	2,1	4,2	2,9	5,1
MEN011M1	6,1	7,3	5,5	7,1	5,3	4,0	5,8
MEN012M1	6	7	4,7	7,7	6,1	4,3	6,0
MEN013M1	5,9	8,5	6,2	6,5	8,1	6,5	6,9
MEN014M1	8	8,7	10,8	5,4	8,5	6,7	8,2
MEN015M1	5,8	7,5	6,3	6,2	6,5	7,4	7,0

(b)

Vzorec	MEN009M1	MEN010M1	MEN011M1	MEN012M1	MEN013M1	MEN014M1	MEN015M1
MEN001M1							
MEN002M1							
MEN003M1							
MEN004M1							
MEN006M1							
MEN007M1							
MEN008M1							
MEN009M1							
MEN010M1	3,4						
MEN011M1	7,6	4,8					
MEN012M1	7,5	3,7	10,0				
MEN013M1	7,1	5,9	5,8	6,3			
MEN014M1	6,2	4,6	6,6	8,8	8,5		
MEN015M1	5,7	5,8	6,7	4,7	9,6	7,1	

#### 4.2 PRIMERJAVA KRONOLOGIJE BUKVE Z MENINE PLANINE Z DRUGIMI LOKALNIMI KRONOLOGIJAMI BUKVE

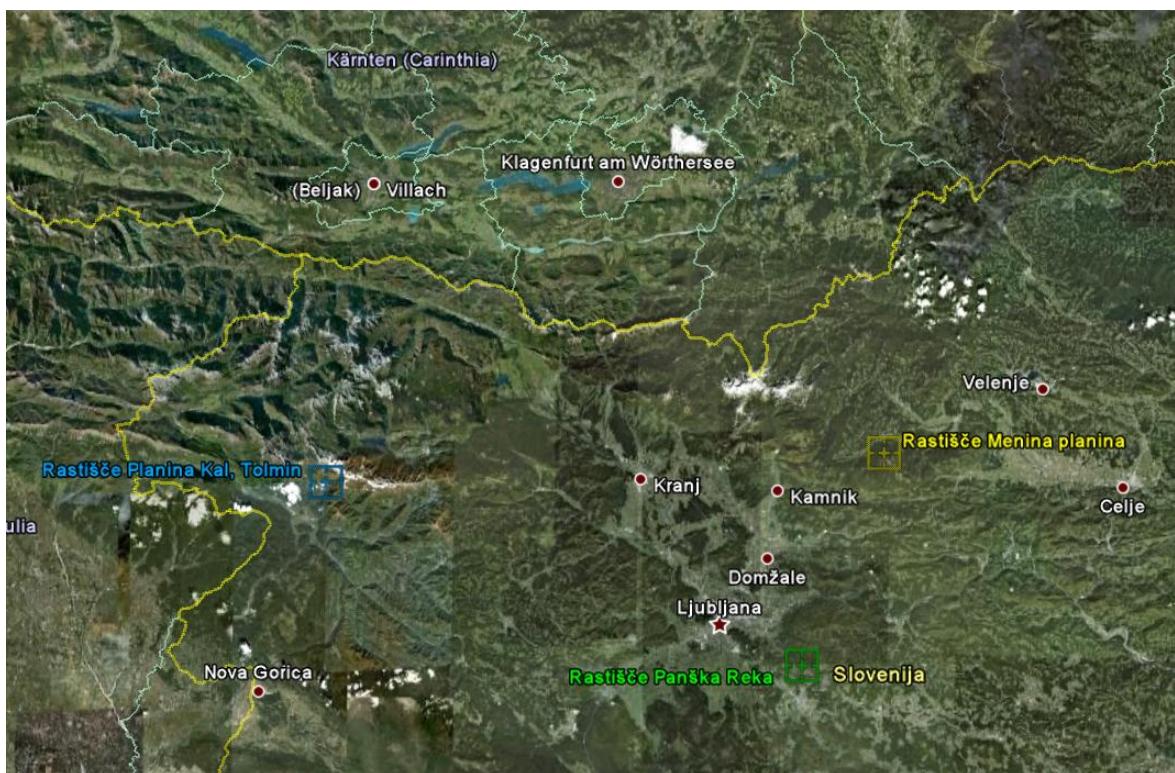
Kronologijo bukve z Menine planine smo primerjali z drugimi lokalnimi kronologijami bukve po Sloveniji. Za izračun primerjave kronologij smo uporabili program TSAP/x, uporabili pa smo statistično metodo kazalnikov  $t_{BP}$ .

Preglednica 3: Primerjavo kronologije bukve z Menine planine z lokalnimi kronologijami bukve z različnih rastišč po Sloveniji ( iz Čufar in sod. 2008).

Št.	Šifra	tBP	Dolžina	Lokacija	Št. dreves	Nadmorska višina	Zemlj. širina (S)	Zemlj. dolžina (V)
1	MEN		140	Menina planina	15	1070 – 1340 m	46,27°	14,81°
2	BRE	1,0	152	Brezova Reber	5	300 – 600 m	45,68°	15,21°
3	GOR	0,1	137	Gorjanci	16	300 – 600 m	45,76°	15,29°
4	CER	1,4	152	Čermošnjice	5	300 – 600 m	45,66°	15,09°
5	SEN	2,4	135	Senovo	5	300 – 600 m	46,01°	15,50°
6	CEA	0,9	153	Celje A	5	300 – 600 m	46,08°	15,54°
7	CEB	1,8	122	Celje B	5	300 – 600 m	46,11°	15,37°
8	CRO	0,9	153	Cinkov Rog	7	1000 m	45,70°	15,01°
9	KLI	0,3	135	Knježja Lipa	7	531 m	45,55°	15,00°
10	KRE	2,9	153	Kočevska Reka	7	568 m	45,56°	14,79°
11	DRA	2,5	144	Draga	7	750 m	45,63°	14,66°
12	TOA	0,2	122	Tolmin A, V Lazu	12	290 – 420 m	46,20°	13,73°
13	TOB	0,6	78	Tolmin B, Pod Zagonom	6	797 – 845 m	46,22°	13,75°
<b>14</b>	<b>TOC</b>	<b>4,8</b>	<b>150</b>	<b>Tolmin C, Planina Kal</b>	<b>10</b>	<b>1240 – 1415 m</b>	<b>46,23°</b>	<b>13,77°</b>
15	PAN	0,3	135	Panška Reka	14	400 m	46,00°	14,66°
16	MAS	3,0	164	Manšun	15	1000 m	45,63°	14,40°
17	PIV	0,3	156	Pivka jama	19	640 m	45,80°	14,16°
18	MOK	0,3	154	Mokronog, Jelševec	27	400 m	45,91°	15,20°

Kronologija z Menine planine je statistično značilno podobna samo s kronologijo s planine Kal nad Tolminom. To podobnost lahko pojasnimo z nadmorsko višino, obe vzorčni lokaciji se nahajata na 1000 m nad morjem. Zanimivo je da ta primerjava kaže, da se kronologije bukve na višje ležečih rastiščih lahko med sabo ujemajo, tudi če so rastišča zelo oddaljena.

Zanimivo je tudi, da kronologije Menine planine ni podobna nobeni kronologiji bukve z bližnjih rastišč, kot je rastišče Panška Reka, ki se nahaja veliko bližje glede na rastišče planina Kal, vendar se nahaja na nižji nadmorski višini. Pri tem je zanimivo, da se meja za odziv širin branik bukve na okoljske dejavnike pojavi nekje na 1000 do 1200 m nadmorske višine (Čufar in sod. 2008).



Slika 10: Lokacije rastišč Menina planina, Panška Reka in Planina Kal nad Tolminom.

Slika prikazuje geografsko lego primerjanih rastišč iz preglednice 3. Rastišče Panška Reka (300 – 600 m n. v.) se nahaja približno 33 km zračne črte (podatek iz Google Earth) jugo – zahodno od rastišča Menina planina, vendar se kronologiji omenjenih rastišč med seboj ne ujemata. Rastišče Planina Kal, Tolmin (1240 – 1415 m n. v.) je pa oddaljeno približno 80 km zračne črte (podatek iz Google Earth) zahodno od rastišča Menina planina. Kronologija Planine Kal je primerljiva s kronologijo z Menine planine. Glede na te ugotovitve dopolnjujemo zgornje rezultate, kjer smo ugotovili, da razdalja med rastišči ni pokazatelj podobnosti lokalnih kronologij posameznih rastišč, ampak na podobnost zelo vpliva nadmorska višina rastišča.

#### 4.3 PRIMERJAVA KRONOLOGIJE BUKVE Z MENINE PLANINE S KRONOLOGIJAMI PRIMERLJIVIH NADMORSKIH VIŠIN V ITALIJI IN AVSTRIJI

Referenčno krivuljo kronologije bukve z Menine planine smo primerjali s kronologijami v Alpski regiji in skušali ugotoviti podobnost ter potrditi korektnost nove lokalne kronologije na Menini planini ter 2. kronologije na višje ležečem rastišču bukve pri nas. Za izračun primerjave kronologij smo uporabili program TSAP/x, uporabili pa smo statistično metodo kazalnikov  $t_{BP}$ .

Preglednica 4: Podobnost kronologije z Menine planine s kronologijami v Alpski regiji v Italiji in Avstriji (iz Di Filippo in sod. 2007).

Šifra	$t_{BP}$	Dolžina	Lokacija	Nadmorska višina	Zemlj. širina (S)	Zemlj. dolžina (V)
<b>MEN999AB</b>		<b>140</b>	<b>Menina planina</b>	<b>1070 - 1340 m</b>	<b>46,27°</b>	<b>14,81°</b>
8018000F	5,1	151	Paularo, ITA	1275 - 1500 m	46,53°	13,12°
8019000F	6,1	151	Tre Confini,ITA	1100 m	46,50°	13,58°
HsaFS00M	5,9	151	Hallstatt, A	1400 m	47,83°	13,75°

Podobnost kronologije z Menine planine s kronologijami iz Italije in Avstrijе je statistično značilna s kronologijo iz Paularo Italija, Tre Confini (Tromeja) Italija in Hallstatt Avstria. Primerjava je potrdila, da na rast bukve na Menini planini vplivajo podobni dejavniki kot

na visoko ležečih rastiščih bukve v Italiji in Avstriji, čeprav so rastišča precej oddaljena od Menine planine.



Slika 11: Lokacije rastišč Menina planina (Slovenija), Paularo in Tre Confini (Italija) in Hallstatt (Avstrija).

Geografska lega primerjalnih rastišč iz Italije, Avstrije in Slovenije (slika 11). Rastišča, katerih koronologije bukve so se statistično značilno ujemala s kronologijo Menine planine so Paularo (1275 – 1500 m n.v.), Tre Confini (1100 m n.v.) in Hallstatt (1400 m n.v.) zračne razdalje (132,9 km, 97,7 km in 190,5 km, Google Earth).

## 5 SKLEPI

Sestavili smo lokalno kronologijo bukve (*Fagus sylvatica* L.) za Menino planino (1070-1340 m nadm. viš.) dolgo 158 let za obdobje 1852 do 2009. Sestavlja jo 14 vzorčnih dreves bukve. Kronologija ima ustrezno pokritost (nad 7) za obdobje 1870-2009 (dolžina 140 let).

Primerjava kronologije z Menine planine s 17 kronologijami bukve iz Slovenije je pokazala, da se statistično značilno ujema ( $tBP \geq 4$ ) samo z lokalno krivuljo rastišča planine Kal nad Tolminom, ki leži 1240 – 1415 m nadmorske višine, zračna oddaljenost od Menine planine je približno 80 km. To nakazuje podoben odziv bukve na okoljske dejavnike na dveh oddaljenih rastiščih.

Primerjava z lokalnimi kronologijami iz višje ležečih rastišč v Italiji in Avstriji je pokazala, da se kronologija z Menine planine ujema z dvema lokalnima rastiščema iz Italije (Paularo, Tre Confini) nadmorske višine (1275 – 1500 m, 1100 m) in z enim lokalnim rastiščem iz Avstrije (Hallstatt) nadmorske višine (1400 m).

## 6 POVZETEK

Opravili smo dendrokronološko raziskavo bukve (*Fagus sylvatica* L.) z rastišča na Menini planini (1070 – 1340 m n.v.). Cilji naloge so bili sestaviti lokalno kronologijo rastišča in jo primerjali s kronologijami bukve iz drugih rastišč po Sloveniji, in izbranimi kronologijami iz Italije in Avstrije.

Vzorce za dendrokronološko raziskavo smo pridobili med redno sečnjo. Izbrali smo 15 odraslih bukev in iz njih na višinah 4m od tal odvzeli kolute debeline do 5 cm. Iz kolutov smo izzagali radialne vzorce, na vsak kolut dva. Vzorce smo nato posušili in jih površinsko obdelali, tako da so bili pripravljeni za merjenje širin branik. Merjenje širin branik in analize smo opravili na Katedri za tehnologijo lesa Oddelka za lesarstvo.

Pri merjenju vzorcev smo imeli nekaj težav z izjemno ozkimi branikami.

Sestavili smo lokalno kronologijo bukve (*Fagus sylvatica* L.) za Menino planino (1070-1340 m nadm. viš.) dolgo 158 let za obdobje 1852 do 2009. Sestavlja jo 14 vzorčnih dreves bukve. Kronologija ima ustrezno pokritost (nad 7) za obdobje 1870-2009 (dolžina 140 let).

Primerjava kronologije z Menine planine s 17 kronologijami bukve iz Slovenije je pokazala, da se statistično značilno ujema ( $tBP \geq 4$ ) samo z lokalno krivuljo rastišča planine Kal nad Tolminom, ki leži 1240 – 1415 m nadmorske višine, zračna oddaljenost od Menine planine je 80,3 km. To nakazuje podoben odziv bukve na okoljske dejavnike na dveh oddaljenih rastiščih.

Primerjava z lokalnimi kronologijami iz višje ležečih rastišč v Italiji in Avstriji. je pokazala, da se kronologija z Menine planine ujema z dvema lokalnima rastiščema iz Italije (Paularo, Tre Confini) nadmorske višine (1275 – 1500 m, 1100 m) in z enim lokalnim rastiščem iz Avstrije (Hallstatt) nadmorske višine (1400 m).

## 7 VIRI

- Berdajs E., 2008. Dendroklimatološka analiza rasti bukve na treh rastiščih v Sloveniji. Diplomsko delo (univerzitetni študij). Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive vire: 79 str.
- Brus R., 2005. Dendrokronologija za gozdarje. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 408 str.
- Čufar K., 2006. Anatomija lesa. Univerzitetni učbenik. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo: 185 str.
- Čufar K., De Luis M., Berdajs E., Prislan P. 2008. Main patterns of variability in beech tree-ring chronologies from different sites in Slovenia and their relation to climate. Zbornik gozdarstva in lesarstva 87: 123-134
- Di Filippo A., Biondi F., Čufar K., De Luis M., Grabner M., Maugerio M., Presutti Saba E., Schirone B., Piovesan G., 2007. Bioclimatology of beech (*Fagus sylvatica* L.) in the Eastern Alps: spatial and altitudinal climatic signals identified through a tree-ring network. Journal of Biogeography 34: 1873 - 1892
- Google earth – zemljevid (2010) (11.5.2010)
- Google slike (2010) [http://www2.arnes.si/~evelik1/les/lesovi/d\\_bukev.jpg](http://www2.arnes.si/~evelik1/les/lesovi/d_bukev.jpg) (30.5.2010)
- Levanič T., 1996. Dendrokronološka in dendroekološka analiza propadajočih vladajočih in sovladajočih jelk (*Abies alba* Mill.) v dinarski fitografski regiji. Doktorska dezertacija. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo: 166 str.
- Mlakar J., 1984. Dendrologija – Drevesa in grmi Slovenije. Ljubljana, Tehnološka založba Slovenije: 118 – 121
- Nekič D., 2005. Lokalne kronologije bukve (*Fagus sylvatica* L.) iz štirih rastišč na kočevskem. Diplomsko delo (visokošolski strokovni študij). Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo: 63 str.

Prislan P., Zupančič M., Krže L., Gričar J., Čufar K. 2010. Nastajanje lesa pri bukvi z dveh rastišč na različnih nadmorskih višinah. Les 62 (5): 164-170

Rutar A., 2003. Lokalne kronologije bukve (*Fagus sylvatica L.*) iz treh rastišč na Tolminskem. Diplomsko delo (visokošolski študij) . Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo: 52 str.

Schweingruber F. H., 1992. Baum und Holz in der Dendrochronologie (2. izd.) WSl: 231 str.

Sitar A., 2009. Začetek kambijkeve aktivnosti in nastanek ranega lesa pri bukvi (*Fagus sylvatica L.*) iz dveh rastišč v rastni sezoni 2008. Diplomsko delo(visokošolski strokovni študij). Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo: 64 str.

## ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorici prof. dr. Katarini Čufar za sprejem mentorstva, strokovne nasvete, vzpodbudo in vsestransko pomoč pri izdelavi diplomske naloge. Zahvaljujem se recenzentu prof. dr. Željku Gorišku za skrbno recenzijo in dopolnila.

Zahvaljujem se Martinu Zupančiču za odvzem in pomoč pri izdelavi vzorcev, ter Luku Kržetu za pomoč pri pripravi vzorcev in pomoč pri merjenju. Zahvaljujem se tudi mlademu raziskovalcu Petru Prislanu za posredovanje podatkov o rastišču na Menini planini.

Na koncu se zahvaljujem svojim staršem za pomoč, podporo, razumevanje in da sta mi omogočila študij in me vodila skozi življenje.

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA LESARSTVO

Aljaž MAJER

**LOKALNA KRONOLOGIJA ŠIRIN BRANIK BUKVE  
IZ MENINE PLANINE**

DIPLOMSKI PROJEKT

Visokošolski strokovni študij – 1. stopnja

Ljubljana, 2010