

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA LESARSTVO

Peter MOHORIC

**DENDROKRONOLOŠKE RAZISKAVE NAVADNE BUKVE NA
OBMOČJU MONCAYO, ŠPANIJA**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**DENDROCHRONOLOGICAL RESEARCH OF BEECH ON THE
AREA OF MONCAYO, SPAIN**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2012

Diplomsko delo je zaključek Univerzitetnega študija lesarstva. Opravljeno je bilo na Oddelku za lesarstvo Biotehniške fakultete v Ljubljani, na Katedri za tehnologijo lesa in na Oddelku za ekologijo Fakultete za znanost Univerze v Alicanteju v Španiji (Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias, Univesidad de Alicante, España), kjer sta bila delovna mentorja prof. dr. Josep Raventós in dr. Martín De Luis.

Senat Oddelka za lesarstvo BF je dne 14. 6. 2012 sprejel temo in za mentorico diplomskega dela imenoval prof. dr. Katarino Čufar, za recenzenta pa doc. dr. Maksa Merele.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisani se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddal v elektronski obliki, identična tiskani verziji

Peter Mohorič

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	UDK 630*561.24:111+176.1 <i>Fagus sylvatica</i> L.
KG	bukev/ <i>Fagus sylvatica</i> /Moncayo/Španija/dendrokronologija/dendroklimatologija
AV	Mohorič, Peter
SA	ČUFAR, Katarina (mentorica)/MARELA, Maks (recenzent)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Rožna dolina, c. VIII/34
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo
LI	2012
IN	DENDROKRONOLOŠKE RAZISKAVE NAVADNE BUKVE NA OBMOČJU MONCAYO, ŠPANIJA
TD	Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP	X, 48 str., 13 pregl., 25 sl., 21 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	Na 6 izbranih lokacijah na pogorju Moncayo v Španiji smo za različne nadmorske višine od 1150 do 1600 m sestavili 6 lokalnih kronologij navadne bukve (<i>Fagus sylvatica</i> L.). Opravili smo analizo manjkajočih branik, datiranje, merjenje in sinhroniziranje širin branik; sestavili surove in ARSTAN kronologije in opravili dendroklimatološke analize. Izpad branik je bil pogost pri starejših drevesih; določena leta je bil pojav manjkajočih branik opazen na vseh rastiščih. S pomočjo programa DENDROCLIM2002 smo ob uporabi povprečnih mesečnih temperatur in mesečnih količin padavin in ARSTAN residual kronologij ugotovili, da na variiranje širin branik bukve na 4 rastiščih v pasu 1170 – 1420 m n.m.v. pozitivno vplivajo predvsem junijske padavine; na variiranje širin branik bukve na 2 rastiščih z nadmorskih višin 1500 – 1600 m pa negativno vplivajo aprilske temperature. Na nadmorski višini 1600 m smo zabeležili tudi pozitiven vpliv temperatur od maja do avgusta. Na različnih rastiščih bukve v Sloveniji imajo pozitiven vpliv junijske padavine na nadmorskih višinah 300 do 1000 m; nimajo pa negativnega vpliva aprilskih temperatur. Na visokogorskih rastiščih bukve (Alpe, nad 1000 m n.m.v.) pa so, podobno kot v Španiji na nadmorski višini nad 1600 m, zabeležili pozitiven vpliv poletnih temperatur.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn

DC UDC 630*561.24:111+176.1 *Fagus sylvatica* L.

CX beech/*Fagus sylvatica*/Moncayo/Spain/dendrochronology/dendroclimatology

AU MOHORIČ, Peter

AA ČUFAR, Katarina (supervisor)/MARELA, Maks (co-supervisor)

PP SI-1000 Ljubljana, Rožna dolina, c. VIII/34

PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Wood Science and Technology

PY 2012

TI DENDROCHRONOLOGICAL RESEARCH OF EUROPEAN BEECH
ON THE AREA OF MONCAYO, SPAIN

DT Graduation thesis (University studies)

NO X, 48 p., 13 tab., 25 fig., 21 ref.

LA sl

AL sl/en

AB We constructed 6 tree-ring chronologies of European beech (*Fagus sylvatica* L.), from 6 selected locations on the Moncayo mountain in Spain. The sites were located at different altitudes from 1150 to 1600 m. We performed analysis of missing rings, dating, ring-width measurements and cross-dating of tree-rings. We created raw and 3 types of ARSTAN chronologies, and performed dendroclimatological analyses. Missing tree rings were common in older trees, and in some years, we found missing rings at all locations. We used ARSTAN residual chronologies, monthly sums of precipitations and average monthly temperature data for dendroclimatological analysis with DENDROCLIM 2002. We found that June precipitations positively affected tree-ring variation of beech at 4 locations with elevations 1170 to 1420 m. On the other hand, April temperatures negatively affected tree-ring variation of beech at 2 locations at the altitudes 1500 to 1600 m. In the site located at 1600 m a.s.l. we also observed positive effect of temperatures from May until August. Comparisons with the results of dendroclimatological analyses of beech from different sites all over Slovenia have shown that positive effect of June precipitations was recorded at altitudes from 300 to 1000 m. Negative effect of April temperatures has not been observed in Slovenia. Similarly like in Spain at 1600 m, in Slovenia positive effect of summer temperatures was recorded on the Alpine beech sites located at the altitudes 1000 m or higher.

KAZALO VSEBINE

Ključna dokumentacijska informacija (KDI).....	III
Key Words Documentation (KWD).....	IV
Kazalo vsebine	V
Kazalo preglednic	VII
Kazalo slik	VIII
Kazalo prilog	X

1	UVOD	1
1.1	CILJI NALOGE	2
2	SPLOŠNI DEL	3
2.1	BUKEV (<i>Fagus sylvatica</i> L.)	3
2.1.1	Rastišče in razširjenost bukve	3
2.1.2	Splošni opis	3
2.1.3	Opis lesa bukve	5
2.1.4	Rastišče in razširjenost v Španiji	6
2.2	BUKEV V DENDROKRONOLOGIJI	9
2.3	POGORJE MONCAYO	10
2.3.1	Geografska lega in pripadnost	10
2.3.2	Orografske položaj in konfiguracija terena	11
2.3.3	Karakteristike klime	12
2.3.4	Poraščenost Moncaya	13
3	MATERIAL IN METODE	15
3.1	VZORČNE LOKACIJE	15
3.2	ODVZEM IN PRIPRAVA IZVRTKOV	16
3.3	DOLOČANJE MANJKAJOČIH BRANIK IN DATIRANJE	17
3.4	MERJENJE	21
3.5	MATEMATIČNO – STATISTIČNE ANALIZE	22
3.5.1	Izračun koeficienta t po Baillie – Pilcherju	22

3.5.2	Koeficient časovne skladnosti (Gleichläufigkeit) GLK	23
3.6	SESTAVLJANJE SUROVIH KRONOLOGIJ	23
3.7	DENDROKLIMATOLOŠKA ANALIZA	23
3.7.1	Standardizacija podatkov	23
3.7.2	Klimatski podatki	25
4	REZULTATI in razprava.....	26
4.1	KRONOLOGIJE ŠIRIN BRANIK	26
4.1.1	Kronologija širin branik bukve (<i>Fagus sylvatica</i>) na Hoya el Cerezo	26
4.1.2	Kronologija širin branik bukve (<i>Fagus sylvatica</i>) Hayedo – fuente la Teja	27
4.1.3	Kronologija širin branik bukve (<i>Fagus sylvatica</i>) na Peña Roya	29
4.1.4	Kronologija širin branik bukve (<i>Fagus sylvatica</i>) na Barranco de apio	31
4.1.5	Kronologija širin branik bukve (<i>Fagus sylvatica</i>) na Val de Manzano	33
4.1.6	Kronologija širin branik bukve (<i>Fagus sylvatica</i>) na Peña Nariz	34
4.2	ANALIZA MANJKAJOČIH BRANIK	36
4.3	DENDROKLIMATOLOŠKA ANALIZA	39
4.4	DENDROKLIMATOLOŠKA ANALIZA – PRIMERJAVA BUKVE Z	
	MONCAYA IN RAZLIČNIH RASTIŠČ V SLOVENIJI	41
5	SKLEPI	42
6	POVZETEK.....	43
7	VIRI	45

ZAHVALA

PRILOGE

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Vzorčne lokacije z nadmorsko višino ter0 geografsko širino in dolžino ...	15
Preglednica 2: Ključ, po katerem smo označevali izvrtke	17
Preglednica 3: Osnovni podatki o merjenih vzorcih za bukev - Hoya el Cerezo	26
Preglednica 4: Osnovni podatki o merjenih vzorcih za bukev - Hayedo – fuente la Teja.	28
Preglednica 5: Osnovni podatki o merjenih vzorcih za bukev - Peña Roya	30
Preglednica 6: Osnovni podatki o merjenih vzorcih za bukev - Barranco de apio	32
Preglednica 7: Osnovni podatki o merjenih vzorcih za bukev - Val de Manzano.....	33
Preglednica 8: Osnovni podatki o merjenih vzorcih za bukev - Peña Nariz.....	35
Preglednica 9: Število in leta manjkajočih branik na posameznem izvrtku na rastišču Hayedo- Fuente la Teja	36
Preglednica 10: Število in leta manjkajočih branik posameznega izvrtka na rastišču Peña Roya.....	37
Preglednica 11: Število in leta manjkajočih branik posameznega izvrtka na rastišču Barranco de apio.....	37
Preglednica 12: Število in leta manjkajočih branik posameznega izvrtka na rastišču Val de Manzano	37
Preglednica 13: : Število in leta manjkajočih branik posameznega izvrtka na rastišču Peña Nariz	38

KAZALO SLIK

Slika 1: Areal bukve	3
Slika 2: Bukev (<i>Fagus sylvatica</i>)	4
Slika 3: Makroskopska zgradba bukovine. (a) Tangencialni rez, (b) radialni rez - rdeče srce bukve, (c) radialni rez	5
Slika 4: Razširjenost bukve v Španiji: (1) centalni sistem (npr. Moncayo), (2) Iberski sistem, (3) Kantabrijsko gorovje, (4) Pireneji	6
Slika 5: Razvoj bukovih gozdov po zadnji ledeni dobi.	7
Slika 6: Širitev bukve iz zatočišč na Iberskem polotoku.	8
Slika 7: Zemljevid lokacije.	10
Slika 8: Lokacija in panoramski pogled pogorja Moncayo, kjer smo opravili raziskave... ..	11
Slika 9: Zemljevid: nadmorske višine nakloni pobočja gore Moncayo.....	12
Slika 10: Zemljevid poraščenosti območja "Deheso del Moncayo".	14
Slika 11: Lega vzorčnih lokacij Moncayo: (A) Hoya el Cerezo, (B) Hayedo- Fuente la Teja, (C) Peña Roya (D) Barranco de apio (E) Val de Manzano (F) Peña Nariz.....	15
Slika 12: Presslerjeva svedera in pripadajoče orodje za odvzem izvrtkov.	16
Slika 13: Vzorca izvrtkov lesa bukve iz gore Moncayo za merjenje širin branik	17
Slika 14: Analiza manjkajočih branik (izvrtek MY503A - brez manjkajočih branik).....	19
Slika 15: Analiza manjkajočih branik (izvrtek MY505B - z manjkajočimi branikami).....	19
Slika 16: Analiza manjkajočih branik (Sinhroniziranje izvrtka MY503A in MY505B)....	20
Slika 17: Merilne naprave za merjenje širin branik na izvrtkih.....	21
Slika 18: Klimogram meteorološke postaje Moncayo, povprečne mesečne temperature in mesečne padavine za obdobje 1901 do 2000. Povprečna letna temperatura je 9,49°C, povprečna letna količina padavin je 63,405 mm	25
Slika 19: Zaporedja širin branik vzorcev bukve iz vzorčne Hoya el Cerezo. Rdeča črta prikazuje povprečje kronologij.....	27
Slika 20: Zaporedja širin branik vzorcev bukve iz vzorčne lokacije Hayedo – fuente la Teja.	29
Slika 21: Zaporedja širin branik vzorcev bukve iz vzorčne lokacije Peña Roya. Rdeča črta prikazuje povprečje zaporedij.....	31

Slika 22: Zaporedja širin branik vzorcev bukve iz vzorčne lokacije Barranco de apio. Zelena črta prikazuje poprečje kronologij.	33
Slika 23: Zaporedja širin branik vzorcev bukve iz vzorčne lokacije Val de Manzano. Rdeča črta prikazuje povprečje kronologij.	34
Slika 24: Zaporedja širin branik vzorcev bukve iz vzorčne lokacije Peña Nariz. Rdeča črta prikazuje povprečje kronologij.	36
Slika 25: Korelacijski koeficienti bootstrap za bukove kronologije ARSTAN residual za povprečne mesečne temperature (rdeče črte) in skupne mesečne padavine (modri stolpci) od predhodnega oktobra do tekočega decembra za šest rastišč na gori Moncayo v Španiji: zvezdice označujejo statistično značilnost na meji zaupanja 95%.	39

KAZALO PRILOG

- Priloga 1:** Korelacijski koeficienti za zvezo med širino branik in temperaturo (povprečne mesečne vrednosti) in padavinami (skupne mesečne vrednosti) za bukev na vzorčni lokaciji Hayedo – fuente la teja. Kar je označeno z rumeno je statistično značilno na meji zaupanja 95%.
- Priloga 2:** Korelacijski koeficienti za zvezo med širino branik in temperaturo (povprečne mesečne vrednosti) in padavinami (skupne mesečne vrednosti) za bukev na vzorčni lokaciji Peña Roya. Kar je označeno z rumeno je statistično značilno na meji zaupanja 95%.
- Priloga 3 :** Korelacijski koeficienti za zvezo med širino branik in temperaturo (povprečne mesečne vrednosti) in padavinami (skupne mesečne vrednosti) za bukev na vzorčni lokaciji Peña Nariz. Kar je označeno z rumeno je statistično značilno na meji zaupanja 95%.
- Priloga 4:** Korelacijski koeficienti za zvezo med širino branik in temperaturo (povprečne mesečne vrednosti) in padavinami (skupne mesečne vrednosti) za bukev na vzorčni lokaciji Barranco de apio. Kar je označeno z rumeno je statistično značilno na meji zaupanja 95%.
- Priloga 5:** Korelacijski koeficienti za zvezo med širino branik in temperaturo (povprečne mesečne vrednosti) in padavinami (skupne mesečne vrednosti) za bukev na vzorčni lokaciji Val de manzano. Kar je označeno z rumeno je statistično značilno na meji zaupanja 95%.
- Priloga 6:** Korelacijski koeficienti za zvezo med širino branik in temperaturo (povprečne mesečne vrednosti) in padavinami (skupne mesečne vrednosti) za bukev na vzorčni lokaciji Hoya el cerezo. Kar je označeno z rumeno je statistično značilno na meji zaupanja 95%.

1 UVOD

Količina biomase, ki jo drevo investira v debelinski prirastek (nastanek branik lesa v deblu), je dober pokazatelj fiziologije drevja. Dinamika nastajanja, kvaliteta in količina lesa pa so med drugim odvisne od klimatskih razmer. Soodvisnost med rastjo dreves in klimo pogosto preučujemo s pomočjo časovnih vrst širin branik, ki so jih uporabili v različnih študijah na drevesih iz različnih bioklimatskih enot. Pomembne so tudi za proučevanje preteklih in napovedovanje prihodnjih učinkov škodljivih dejavnikov na rast dreves, katerim prištevamo tudi klimatske spremembe (Čufar in sod., 2008a).

Navadna bukev (*Fagus sylvatica*) je drevesna vrsta s širokim arealom s težiščem v srednji Evropi, v Sredozemlju pa bukev ne uspeva. Klimatske spremembe ponekod že ogrožajo preživetje bukve, najbolj ogrožena pa se zdi na robu njenega areala. Medtem ko je bukev danes najpomembnejša drevesna vrsta gozdov v Sloveniji in predstavlja približno eno tretjino lesne zaloge (Zavod za gozdove Slovenija, 2010), je v Španiji redka, njen areal pa ni sklenjen. Uspeva večinoma na severu Španije in na višjih nadmorskih višinah, kjer je dovolj padavin, poletja pa so manj vroča in suha kot v sredozemskem delu Španije.

Naše raziskave so potekale na gorovju Moncayo, ki predstavlja osamelec na severozahodu Iberskega sistema Zaragoze, med bližnjo dolino reko Ebro in višavjem Soria, kjer poteka »biogeografska meja« med sredozemskim in kontinentalno vlažnim podnebjem. V pričujoči nalogi, katere eksperimentalni del sem opravil kot ERASMUS študent na Univerzi v Alicante v Španiji, smo opravili dendrokronološko in dendroekološko analizo bukve na šestih rastišč različnih nadmorskih višinah pogorja Moncayo z namenom ugotoviti kako klimatski dejavniki vplivajo na rast bukve na različnih rastiščih.

1.1 CILJI NALOGE

Cilji diplomske naloge so:

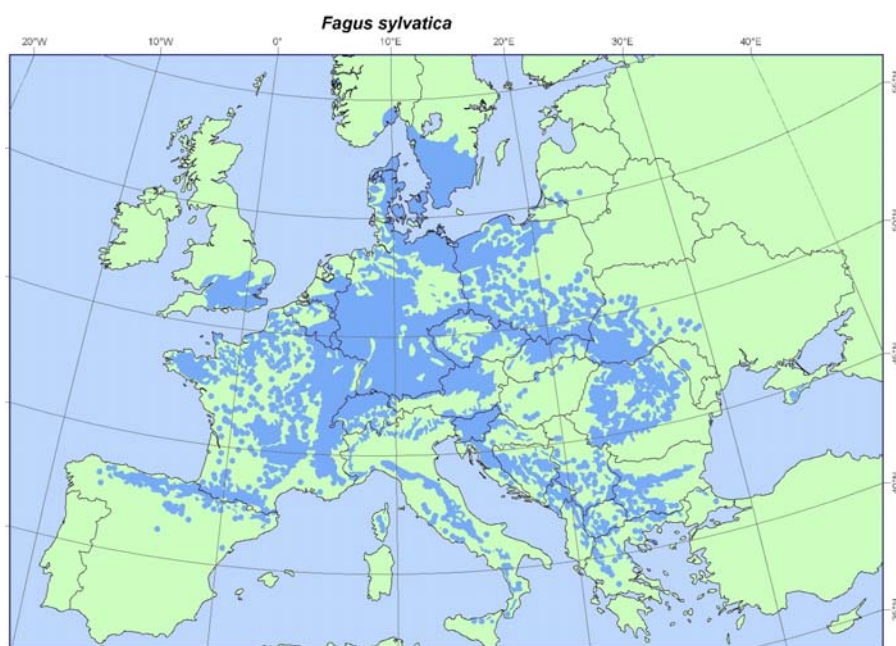
- Opraviti analize širin branik bukve (*Fagus sylvatica*) na šestih rastiščih na območju Moncayo v Španiji,
- predstaviti problematiko analize manjkajočih branik v drevesu
- sestaviti ARSTAN kronologije in opraviti dendroklimatološke analize ter pojasniti vpliv klime na variiranje širin branik pri bukvi na različnih rastiščih na Moncayu,
- oceniti kako se vpliv klime na rast dreves razlikuje med rastišči v odvisnosti od nadmorske višine in rezultate primerjati z rezultati primerljivih raziskav v Sloveniji.

2 SPLOŠNI DEL

2.1 BUKEV (*FAGUS SYLVATICA* L.)

2.1.1 Rastišče in razširjenost bukve

Bukev je značilna vrsta zahodne evro – sibirske regije. Razširjena je v večini srednje in zahodne Evrope. Najraje raste na svežih in globokih, rahlih in odcednih, s kalcijem bogatih humoznih tleh. Po lastnostih je subatlantska vrsta, rada ima vlago in izravnano temperaturo, sušno in pozimi zelo hladno kontinentalno podnebje pa ji ne ustreza. Ustreza ji humidno podnebje z dovolj padavinami (Brus, 2005). Bukev je med najpogostejšimi drevesnimi vrstami v Sloveniji in zatorej sooblikuje gozdne sestoje na pretežnem delu gozdnega prostora Slovenije. Najdemo jo na skoraj 89% površine slovenskih gozdov (Ficko in sod., 2008).



Slika 1: Areal bukve (Euforgen, 2009)

2.1.2 Splošni opis

Bukev je listopadna drevesna vrsta, ki v Sloveniji, kjer so zanjo optimalne razmere, zraste v višino od 35 do 40 m ter doseže debelino debla od 60 do 80 cm. Listi bukve, ki v jeseni odpadejo, so kratkopecljati, od 6 do 10 cm dolgi in 3 do 5 cm široki, podolgovato jajčasti, zgoraj temno zeleni in bleščeči, spodaj svetlozeleni. Dno lista je zaokroženo. V mladosti so

listi dlakasti, pozneje pa goli, razen ob robovih. Bukev cveti v aprilu in maju. Moške mačice so dolge in dolgopecljate. Po dva ženska cvetova pa sedita na ovoju na koncu debelega peclja. Iz plodnice se razvije približno 1,5 cm dolg, 3 roben, gladek orešek oziroma bukov žir. Žir dozori septembra in oktobra. Odrasla bukev ima sorazmerno globoke korenine, ki so razvejane. Skorja bukve je gladka, srebrno sive barve in razpokana le pri starejših drevesih ob dnu. Krošnja bukve je velika in zaobljena (Kotar in Brus, 1999).

Bukev ima značaj sencoizržne drevesne vrste, še posebej se ta njena lastnost izkazuje v mladosti. Glede toplote je zahtevna in potrebuje za dobro uspevanje najmanj 5 mesecev dolgo vegetacijsko dobo. Najlepše uspeva na globokih, zračnih, svežih, s kalcijem bogatih tleh, kjer je zračna vlaga velika in kjer so padavine obilne. Rast bukve je razmeroma hitra. Priraščanje lesa je odvisno od rodovitnosti rastišča, tako priraščajo, kjer so talne razmere izredno ugodne 10 in več m³/ha/leto, kjer pa niso ugodne talne razmere pa lahko samo 2 m³/ha/leto ali manj. Bukev ogroža le malo sovražnikov. Od pojavov, ki so odvisni od vremenskih razmer in ogrožajo bukev je potrebno omeniti žled. Mlademu bukovemu gozdu je nevaren tudi sneg, kjer povije in poleže mlado rastje (Kotar in Brus, 1999). Bukev je občutljiva tudi na spomladanske pozebe (Čufar in sod. 2012).

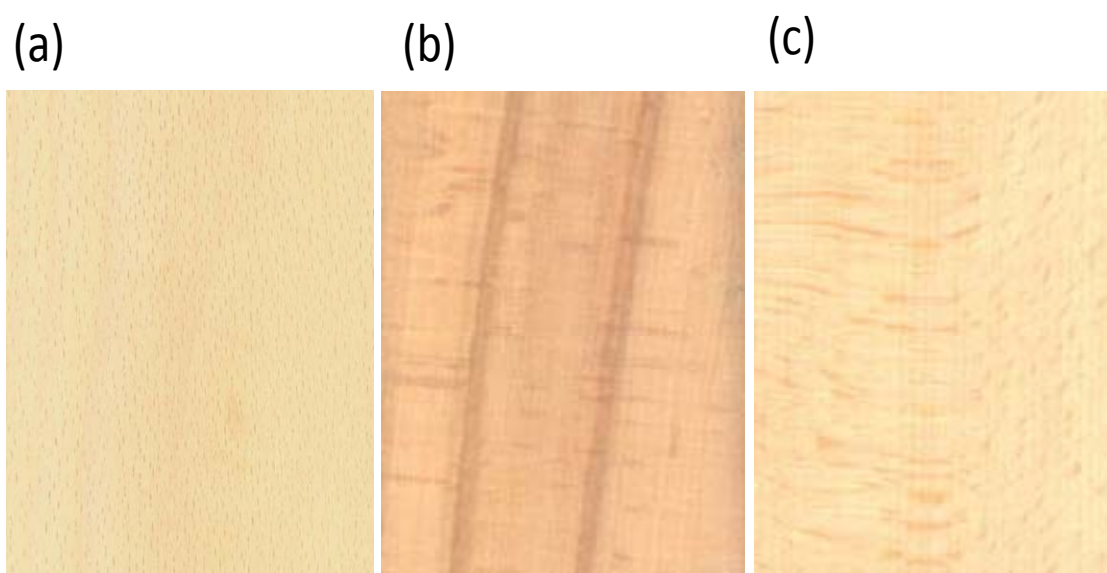


Slika 2: Bukev (*Fagus sylvatica*)

2.1.3 Opis lesa bukve

Les bukve je rdečkastobel normalno brez obarvane jedrovine (beljava in jedrovina se barvno ne ločita). Pri starejših drevesih se na prečnem prerezu navadno pojavlja nepravilno oblikovan, rdečerjav diskoloriran les imenovan "rdeče srce". Za rdeče srce je značilno močno otiljenje trahej, ki med drugim otežuje impregnacijo lesa. Rdeče srce se širi samo po sušini in se pojavlja v različnih oblikah, kot so koncentrični krogi, ter jezikastih in oblakastih razširitvah, ki je značilno za oblakasto ali mozaično rdeče srce. Branike so razločne. Kasni les z manjšimi trahejami je nekoliko temnejši od ranega (Čufar, K., 2005).

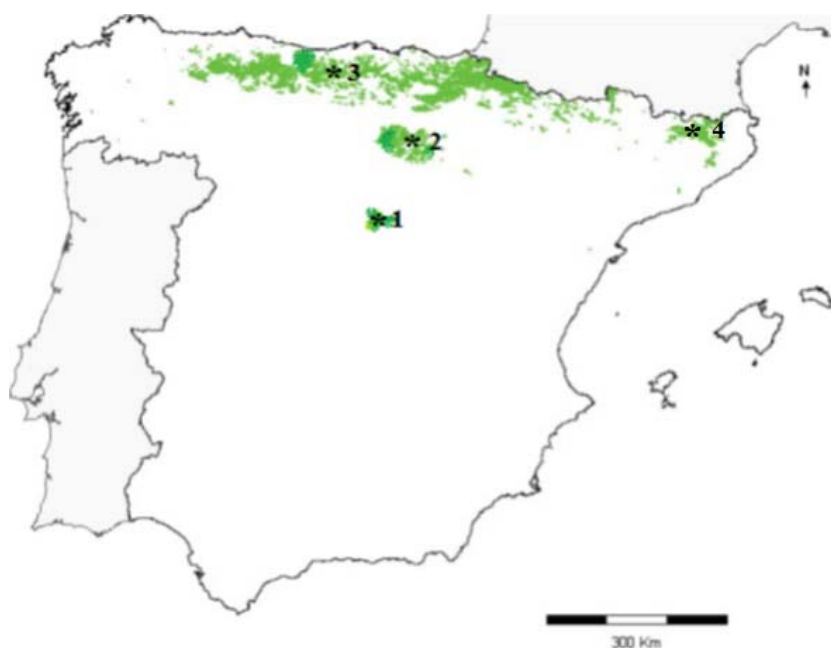
Les bukve ima visoko gostoto (srednja gostota ρ_0 680 kg/m³) (Čufar, 2006), je trden in trd, ter se zelo krči in nabreka. Dimenzijska stabilnost lesa je neugodna, trdnostne lastnosti so glede na gostoto nadpovprečno visoke. Les je zelo žilav in zelo trden. Bukovino je mogoče lepo obdelati. Uporaba lesa je zelo raznovrstna, kot na primer za krivljen les, vezan les, stopnice, pohištvo, železniške pragove. Bukovina je izhodiščni material za proizvodnjo oplemenitenih lesnih kompozitov, laminatov, furnirskih in mizarskih plošč in za proizvodnjo ivernih plošč (Čufar, 2006).



Slika 3: Makroskopska zgradba bukovine. (a) Tangencialni rez, (b) radialni rez - rdeče srce bukve, (c) radialni rez (www2.arnes.si/~evelik1/les/bukev.htm)

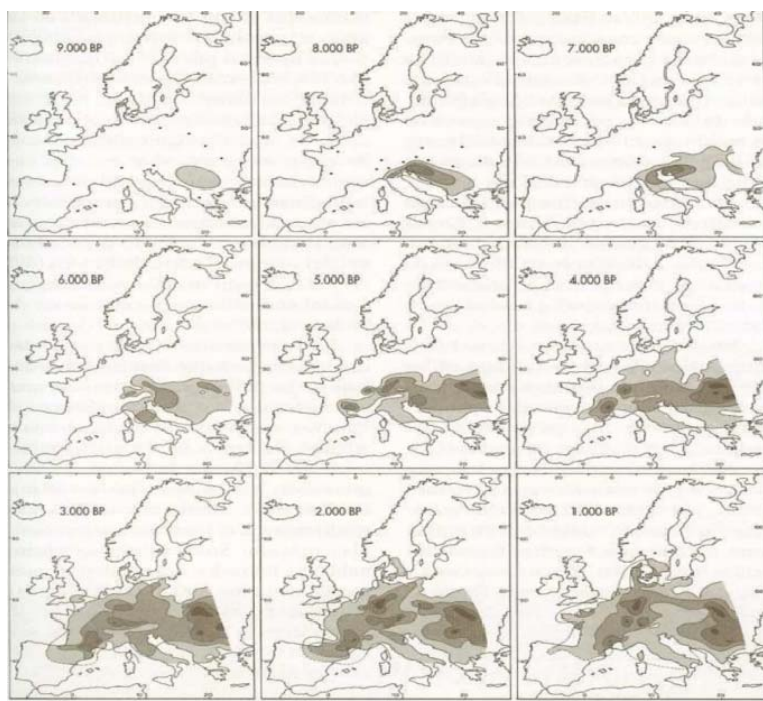
2.1.4 Rastišče in razširjenost v Španiji

Bukev v Španiji uspeva na goratih območjih na severnem delu Iberskega polotoka in na posameznih osamelcih v notranjosti. Južno mejo njenega areala predstavljajo območja z mediteranskim podnebjem, kjer so poletja presuha in prevroča za uspevanje bukve. Bukev se je med velikimi poledenitvami ohranila v zatočiščih na nižjih nadmorskih višinah (do 500 m n.m.v.), po zaključku poledenitev pa se je ohranila v gorskih območjih. Danes bukev uspeva na območju Kantabrijskega gorovja, v predelih Pirenejev in v manjši meri tudi v drugih hribovjih, npr. pogorju Moncayo, kot nam prikazuje slika 4 (Ruiz de la Torre, 2006).



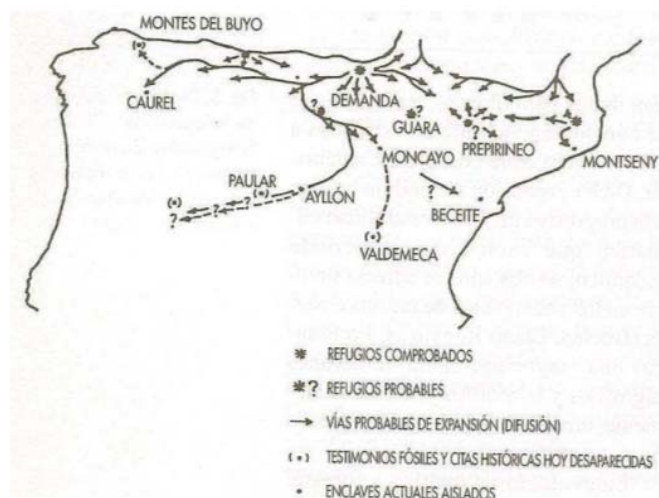
Slika 4: Razširjenost bukve v Španiji: (1) centalni sistem (npr. Moncayo), (2) Iberski sistem, (3) Kantabrijsko gorovje, (4) Pireneji (Aragon in sod., 2012)

Po zadnji poledenitvi je imela bukev v Evropi zelo velik pomen in je izpodrivala druge listavce. Po Evropi se je širjenje buke začelo iz zavetišč na balkanskem območju pred približno 9.000 leti in se je postopoma nadaljevalo proti zahodu, ter doseglo Iberski polotok pred 4.000 do 5.000 leti (Gimeno s sod., 2011).



Slika 5: Razvoj bukovih gozdov po zadnji ledeni dobi (Huntley in Birks, 1983).

Na drugi strani pelodne analize kažejo, da je bukev v času zadnjih poledenitev imela zatočišča tudi na Iberskem polotoku. V času ledene dobe je uspevala na mokrih nižinskih območjih (Blanco Castro in sod., 2005). Po otoplitvi klime, ki je sledila poledenitvi, se je iz zatočišč, ki so se nahajala pod 500 metrov nadmorske višine, preusmerila v gorske habitate.



Slika 6: Širitev bukke iz zatočišč na Iberskem polotoku (Blanco Castro in sod., 2005).

Bukev mora imeti dobro oskrbo z vodo, saj ima intenziven metabolizem v relativno kratki rastni sezoni. Zaradi narave listov so zanj značilne visoke evapotranspiracijske izgube, zato morajo biti hidravlične lastnosti lesa ustrezne, da zagotovijo potrebam krošnje po oskrbi z vodo. Minimalna letna količina padavin, ki še omogoča preživetje bukke mora biti nad 600 mm na leto, od tega mora najmanj 150 mm pasti v poletnih mesecih. (Ruiz de la Torre, 2006). Navadna bukev najraje raste na svežih in globokih, rahlih in odcednih, s kalcijem bogatih humoznih tleh. Po lastnostih je subatlantska vrsta, rada ima vlago in izravnano temperaturo, sušno in pozimi zelo hladno kontinentalno podnebje pa ji ne ustreza. Ustreza ji humidno podnebje z dovolj padavinami (Brus, 2005). Vse to nakazuje, zakaj bukev v Sredozemlju ne uspeva.

Uspevanje bukve je odvisno tudi od temperatur. Najbolj ji ustrezajo območja z manjšimi razlikami med najnižjimi in najvišjimi temperaturami. Temperaturno nihanje naj ne bi preseglo 15 °C, čeprav bukev izjemoma uspeva tudi v središču Iberskega polotoka (npr. Moncayo), kjer so te razlike nekoliko večje. Je dokaj odporna na zimski mraz, vendar je zelo občutljiva na spomladanske pozebe. V kolikor spomladanske pozebe uničijo mlade razvijajoče se liste, mora drevo investirati v drugo generacijo popkov in se po pozebi ponovno olistati, kar predstavlja veliko porabo rezervnih snovi. Pozne pozebe zato lahko ogrožajo preživetje bukve. To je poleg suše eden glavnih dejavnikov, ki preprečuje širjenje bukve po osrednji in južni Španiji (Ruiz de la Torre, 2006).

2.2 BUKEV V DENDROKRONOLOGIJI

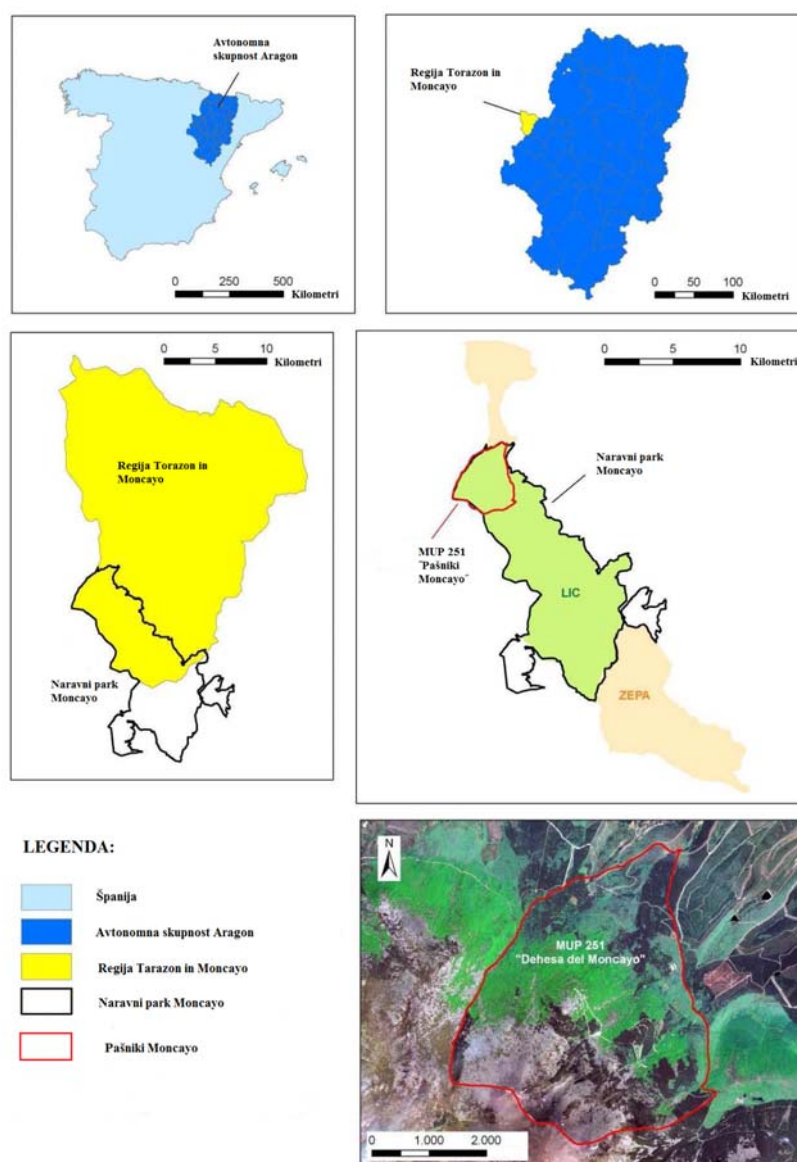
Dendrokronologija temelji na analizi podatkov širin branik, ki jih pridobimo pri merjenju širin branik. Na samo variranje širin branik vplivajo klimatski pogoji, rastišče, drevesna vrsta in drugi dejavniki.

Na območju evropskega prostora je v zadnjem času čedalje več zanimanja za dendrokronološke raziskave bukve, bukov kronologije širin branik pa predstavljajo osnovno za številne dendroekološke in dendroklimatološke raziskave (Di Filippo in sod., 2007) na območju celotnega areala. V zadnjih letih so bile opravljene tudi številne raziskave v Sloveniji (Berdajs, 2008, Čufar in sod., 2008a, Majer, 2010). Za bukev je značilno, da lahko raste na zelo različnih rastiščih in da je ekološko zelo prilagodljiva, zato je tudi zanimiva za okoljske študije. Ker so v lesu shranjene informacije o vplivih okolja na rast drevesa, je vse bolj zanimiva tudi za študije nastajanja lesa (Prislan in sod., 2010).

2.3 POGORJE MONCAYO

2.3.1 Geografska lega in pripadnost

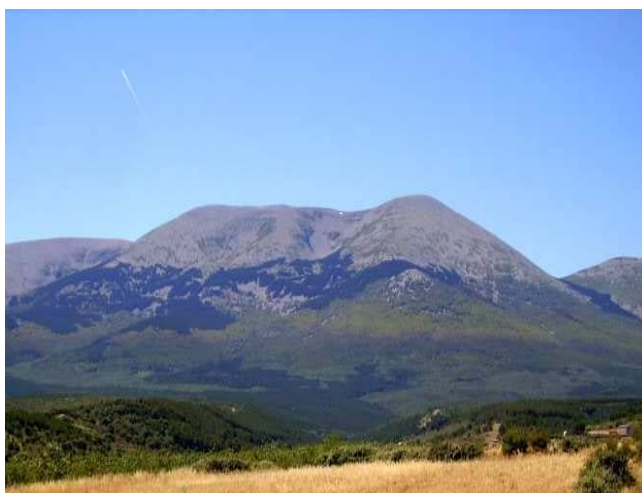
Gorovje Moncayo pripada dvema območjema, avtonomni skupnosti Aragon in provinci Zaragoza, občina Tarazona. Gora je že leta 1494 pripadala občini Tarazona in je bila takrat vključena v katalogu za javno gozdarstvo province Zaragoza s številko 251. Moncayo je bil 1927 s kraljevim sklepom razglašen za naravni spomenik državnega pomena (Gimeno s sod., 2011).



Slika 7: Zemljevid lokacije (Gimeno s sod., 2011).

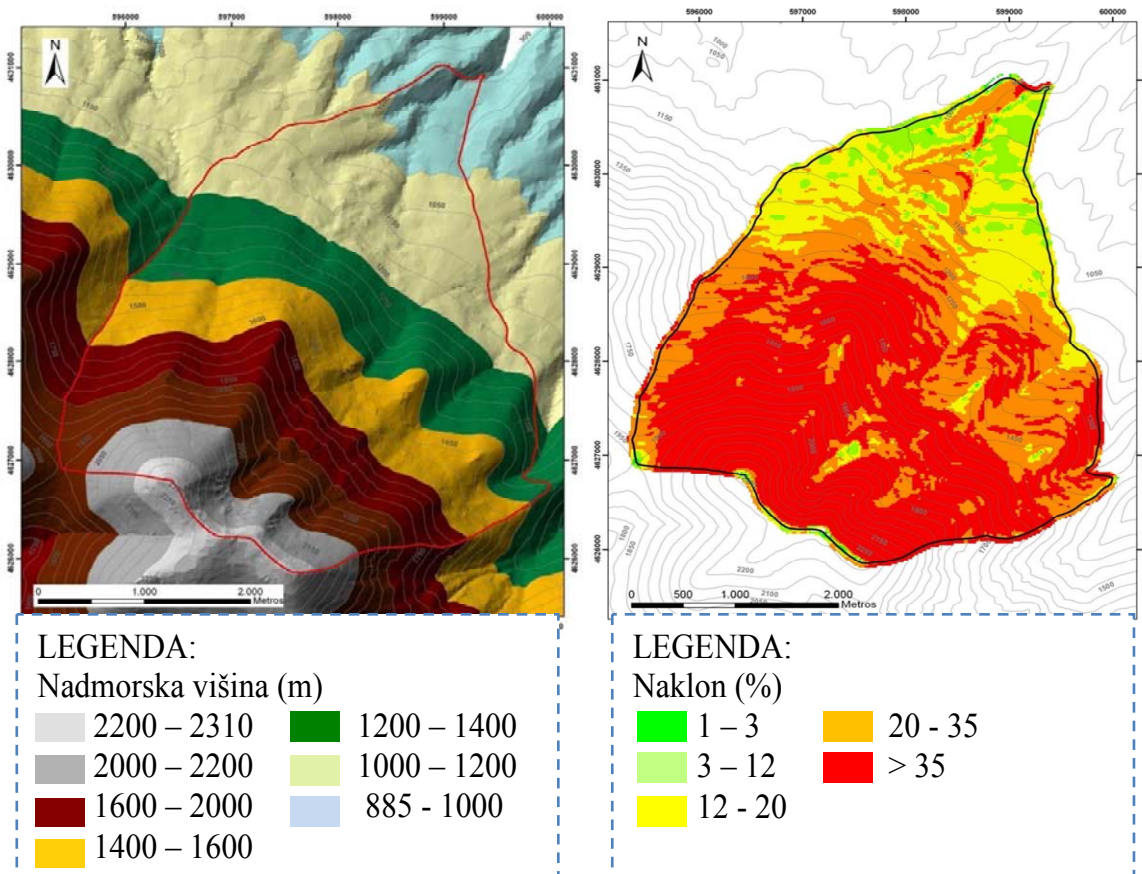
2.3.2 Orografske položaj in konfiguracija terena

Pogorje se nahaja na severozahodu Iberskega sistema Zaragoze, med bližnjo dolino reke Ebro in višavjem Soria. Leži v geomorfološki enoti Moncayo, ki vključuje narodni park Moncayo in severno sotesko Morana. Gorovje Moncayo je sestavljeno iz paleozojskih kvarcitov in skrilavca v jedru ter iz silikatnih peščenjakov in konglomeratov iz triasa. Oblikovali so ga ledeniki v zadnji fazi poznega pleistocena. Poudarja ga prisotnost treh bogatih ledeniških krnic in periglaciarna akumulacija celotnega višinskega gradienta v goro. Dve ledeniški krnici sestavljata "Dehesa del Moncayo" in to sta San Gaudioso in konica Pozo de San Miguel (Gimeno s sod., 2011).



Slika 8: Lokacija in panoramski pogled pogorja Moncayo, kjer smo opravili raziskave

Študijsko območje, kjer se nahajajo naše vzorčne ploskve, zajema veliko raznovrstnost v obliki in zgradbi zaradi ledeniškega in periglaciarnega delovanja. V zahodnem delu je relief bolj izrazit in višjih nadmorskih višin, v severovzhodnem in vzhodnem delu pa bolj gladek in nižjih nadmorskih višin. Nadmorska višina gore postopoma pada od juga proti severu. Najvišja točka se imenuje Pico de San Miguel (2315 m), ki je tudi najvišja točka narodnega parka Moncayo in Iberijskega sistema. Najnižja točka je pa na nadmorski višini 920 m. Gora je od daleč videti kot velik osamelec, ki se dviga nad žitne pokrajine. Bolj strma pobočja so na južni strani, kjer je naklon večinoma več kot 35 % (Gimeno s sod., 2011).



Slika 9: Zemljevid: nadmorske višine nakloni pobočja gore Moncayo (Gimeno s sod., 2011).

2.3.3 Karakteristike klime

Moncayo se nahaja v območju s sredozemskim podnebjem in je na območju »biogeografske meje« med sredozemskim in evro-sibirskim podnebjem. 700 mm je povprečna letna skupna količina padavin. Minimalna količina padavin se pojavlja v poletnih mesecih, največ padavin pade jeseni in spomladi z maksimumom v mesecu maju. Padavine v obliki snega, se pojavljajo od novembra do marca, pri čemer v višjih legah gora ostane zasnežena večji del leta. Omeniti je treba pogostost megle in neviht v poletnem času.

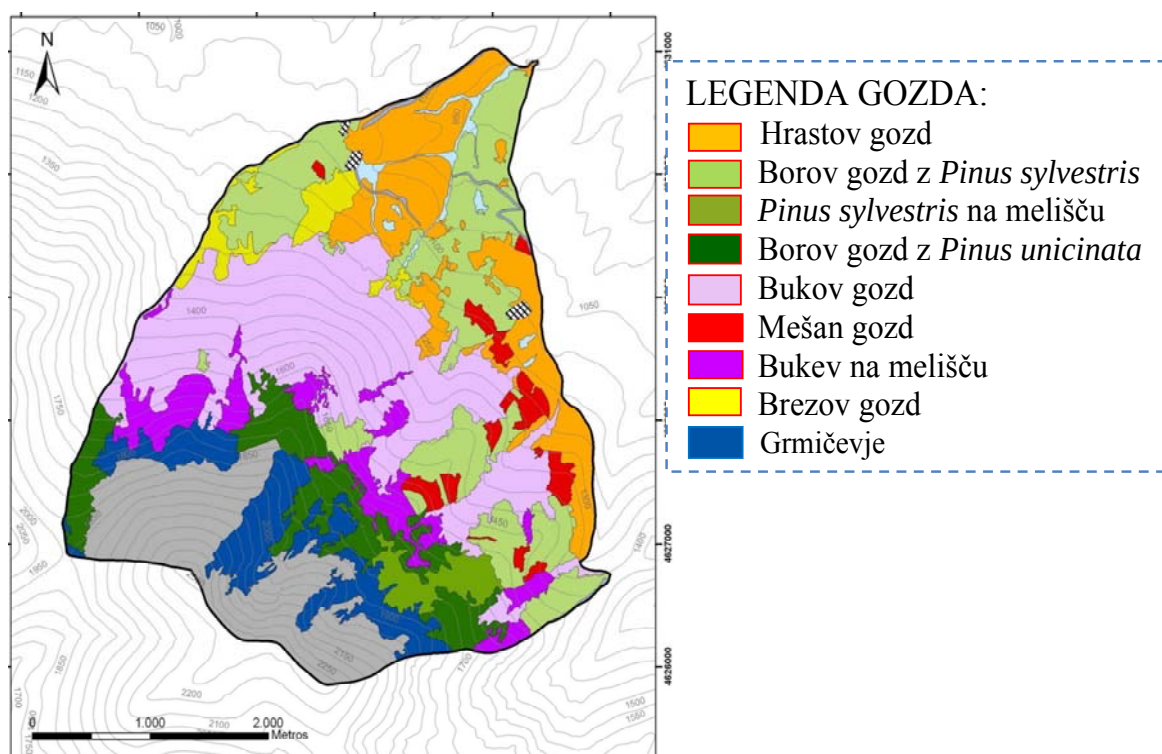
Glede na temperature ima območje blago in kratko poletje ter dolge in hladne zime. Povprečna letna temperatura je 9,5°C. Z naraščajočo nadmorsko višino narašča količina padavin, temperatura pa pada (Gimeno s sod., 2011).

Rezultat vsega tega je jasno vidna ločitev bioklimatskih pasov na različnih nadmorskih višinah, z vegetacijo od mediteranskega gozda na dnu, do gozdov značilnih za hladnejša območja proti vrhu gore.

2.3.4 Poraščenost Moncaya

Moncayo je izjemno floristično raznoliko območje, tako zaradi kompleksne kombinacije okoljskih dejavnikov (klima, topografija, tipi tal...) kot zaradi zgodovinskih dejavnikov (preteklo in sedanje upravljanje z gozdom). V spodnjih nadmorskih višinah se nahajajo predvsem hrastovi gozdovi, kjer prevladuje hrast *Quercus pyrenaica* in ponekod v kombinaciji z gradnom in dobom (*Quercus petraea* in *Quercus robur*). Hrastovi gozdovi se razprostirajo na pasove med 900 m in 1400 m nadmorske višine. V višjih nadmorskih višinah se ob hrastu začne pojavljati še bukev, ki uspeva v pasovih med 1100 m in 1900 m nadmorske višine. Gozdovi na višjih nadmorskih višinah so borovi, z rdečim borom (*Pinus sylvestris*) in vrsto *Pinus uncinata*. *Pinus sylvestris* sicer kot primes najdemo na vseh nadmorskih višinah gorovja. Vrhove pogorja pokrivajo značilni alpski travniki pomešani z brinjem (*Juniperus sp.*) in drugimi grmovnimi vrstami. Nazadnje v spodnjih mejah gorskih enflavah, kjer se nahaja mešan sestoj listavcev in iglavcev z jasno prevlado breze (*Betula sp.*), ki v nekaterih predelih sestavlja čiste sestoje (Gimeno s sod., 2011).

Vsi iglavci na pogorju so nasajeni v času pogozdovanj na začetku 19. stoletja. Po letu 1960 je začela padati cena lesa za kurjavo, povečalo pa se je povpraševanje po lesu iglavcev. To je privedlo do odločitve, da nadomestijo hrast *Quercus pyrenaica* z borovci, predvsem vrsto *Pinus sylvestris*. Poskusno so uvedli tudi nasade smreke (*Picea abies*). Ti ukrepi so na nekaterih območjih bili uspešni, ponekod pa bor ni dobro uspeval. Leta 1955 so se spet preusmerili na pospeševanje poraščenosti s hrastom. Obnova je še vedno v teku (Gimeno s sod., 2011).



Slika 10: Zemljevid poraščenosti območja "Dehesa del Moncayo" (Gimeno s sod., 2011).

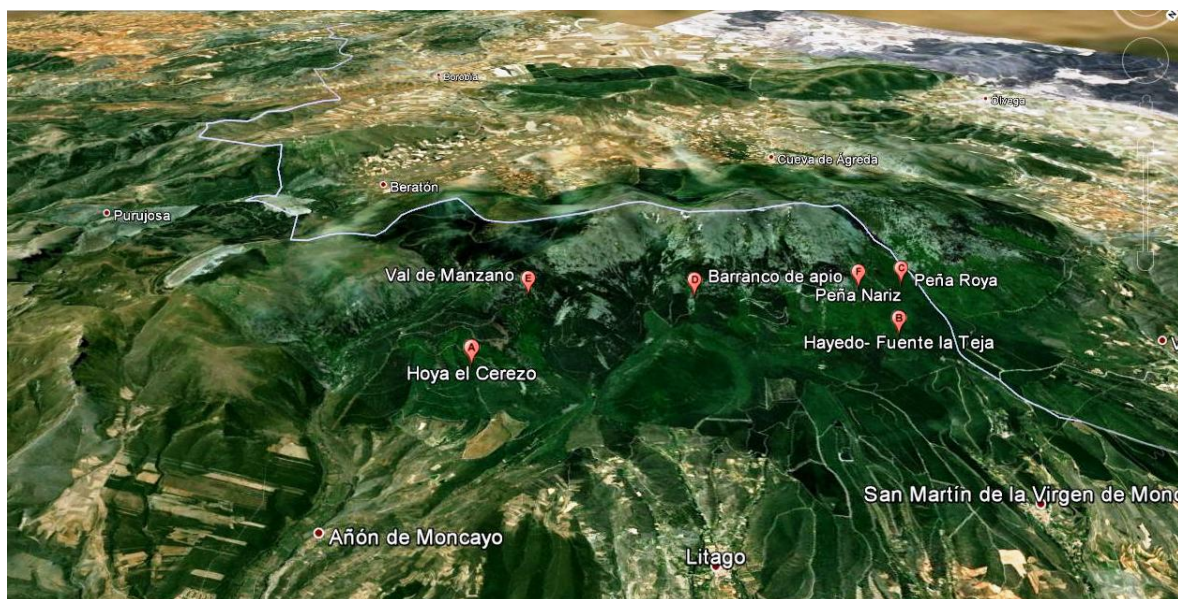
3 MATERIAL IN METODE

3.1 VZORČNE LOKACIJE

Za pričujočo nalogo smo zbrali vzorce lesa navadne bukve (*Fagus sylvatica* L.) iz različnih območij Moncaya, z različnimi nadmorskimi višinami. Vzorčenje je potekalo na šestih različnih rastiščih, opisanih v preglednici 1.

Preglednica 1: Vzorčne lokacije z nadmorsko višino ter geografsko širino in dolžino

Lokacija	Nadmorska višina	Zemljepisna širina	Zemljepisna dolžina
Hoya el Cerezo	1170 m	41°46'15.84"	1°45'51.37"
Hayedo- Fuente la Teja	1200 m	41°48'38.74"	1°49'20.54"
Peña Roya	1360 m	41°48'20.64"	1°50'17.19"
Barranco de apio	1420 m	41°47'7.04"	1°48'20.33"
Val de Manzano	1500 m	41°46'2.66"	1°47'6.82"
Peña Nariz	1600 m	41°48'8.85"	1°49'39.57"



Slika 11: Lega vzorčnih lokacij Moncayo: (A) Hoya el Cerezo, (B) Hayedo- Fuente la Teja, (C) Peña Roya (D) Barranco de apio (E) Val de Manzano (F) Peña Nariz (Google Earth, 2012)

Izvrte so takoj po odvzemu nalepili na lesen nosilec z utorom, ga opremili z 8 mestno šifro in shranili. Šifra je bila za vse izvrtke sestavljena po ključu, kot je prikazan v Preglednici 2.

Preglednica 2: Ključ, po katerem smo označevali izvrtke

MY108A_FASY_	
ŠIFRA	POMEN ŠIFRE
MY	Kraj vrtanja (Moncayo)
1	Številka rastišča
08	Številka drevesa
A	Smer izvrtka
FASY	Drevesna vrsta (<i>Fagus sylvatica</i>)
01	Številka fotografije

Na terenu odvzete in na lesene nosilce nalepljene izvrtke so pred nadaljnjo obdelavo posušili do zračno suhega stanja. Posušene izvrtke so površinsko obdelali z ročnim vibracijskim brusilnikom in brusilnimi papirji različnih granulacij. Granulacije papirja so bile 80, 120, 150, 180 nato 240 in na koncu še 320.

3.3 DOLOČANJE MANJKAJOČIH BRANIK IN DATIRANJE

Meritve smo opravili v Laboratoriju za ekologijo na Univerzi Alicante. Najprej smo vsak pripravljen vzorec označili s številkami od 1 - 5 in jih fotografirali med oznakami s fotoaparatom znamke SONY(slika 13).



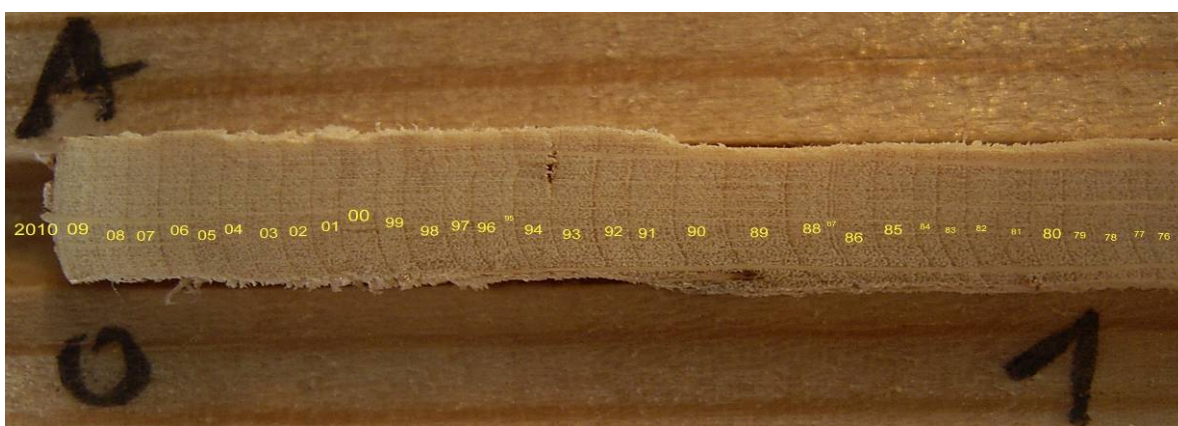
Slika 13: Vzorca izvrtkov lesa bukve iz gore Moncayo za merjenje širin branik

Nato smo te fotografije prenesli v program SERIF FOTO PLUS 6.0. V tem programu smo branike datirali, in jim s tem določili leto nastanka (slika 14)

V postopku datiranja smo določili tudi manjkajoče branike. Manjkajoča branika je branika, ki neko leto ni prirasla, ali pa je prirasla zelo malo. Najprej smo razvrstili izvrte po posameznih rastiščih, ker so si bile širine branik iz posameznih rastišč zelo podobne. Izvrte iz enega rastišča smo okvirno datirali, pri čemer smo predpostavili, da je zadnja branika nastala v vegetacijski dobi pred vzorčenjem in da nobena branika ne manjka. Nato smo izbrali najboljši izvrtek, kjer so bile branike široke in se nam je zato zdela verjetnost izpada branike najmanjša, za referenco. Nato smo branike datirali bolj natančno. Ko smo na sliki datirali določen izvrtek, smo si za orientacijo vzeli širše branike, ki so nastale v določenih letih. Te branike smo lahko našli na vseh izvrtkih iz določenega rastišča in smo vedeli leto nastanka te branike (npr. če je bila branika iz leta 1953 zelo široka na predlogi, smo predpostavili da bo na drugih izvrtkih, širina branike iz leta 1953 tudi velika). Večji problem so bile zelo ozke branike, katere so se na nekaterih izvrtkih videle, na drugih pa so bile tako ozke, da jih nismo mogli razločiti. Tako smo vedeli, da je tam večja verjetnost, da bo kakšna branika manjkala. Ves čas smo pa primerjali datiranje z referenco. Vendar smo šele pri sinhronizaciji zaporedij širin branik, manjkajoče branike lahko dokončno potrdili.

Primer:

Vzeli smo izvrtka iz rastišča Val de Manzano. Kot lahko vidimo s slike 15, imamo izvrtke s tremi manjkajočimi branikami. Za oba izvrtka vemo leto nastanka zadnje branike (2010). Najprej določimo leto nastanka vsaki braniki posebej. Opazujemo značilne branike na izvrtku (na obeh slikah se vidi zelo ozka branika iz let 1995 in 1987). Tako lahko hitro ugotovimo, da od leta 1995 do 2010 manjkajo 3 branike. Po primerjavi zaporedji širin branik enega izvrtka z drugimi določimo pravo letnico manjkajočim branikam.

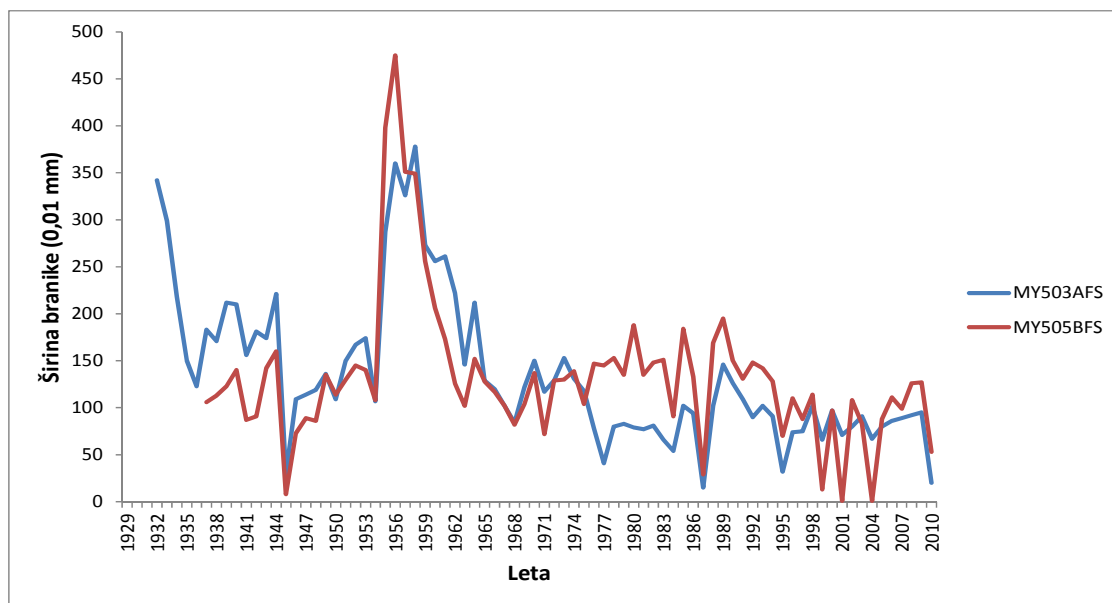


Slika 14: Analiza manjkajočih branik (izvrtek MY503A - brez manjkajočih branik)



Slika 15: Analiza manjkajočih branik (izvrtek MY505B - z manjkajočimi branikami)

Ko smo datirali oba izvrtka smo lahko sinhronost zaporedja širin branik primerjali tudi grafično. Kot vidimo na sliki 25, smo datirali pravilno, saj sta si grafa sinhrona. Tako smo analizirali vse izvrtke z manjkajočimi branikami.



Slika 16: Analiza manjkajočih branik (Sinhroniziranje izvrtka MY503A in MY505B)

3.4 MERJENJE

Nato smo izmerili širine branik, tako da smo izvrtke premikali na pomični merilni mizici LINTAB (proizvajalec RINNTECH, Nemčija). Nad merilno mizico je bil postavljen stereomikroskop znamke OLYMPUS S2 11, meritve pa smo opravljali z natančnostjo 1/100 mm. Mikroskop s pripadajočo merilno opremo je bil prek kabla povezan z osebnim računalnikom, kjer je tekel program za zajem in obdelavo podatkov TSAP Win.



Slika 17: Merilne naprave za merjenje širin branik na izvrtkih

Vzorci smo s pomočjo merilne mizice premikali po vidnem polju mikroskopa in s pritiskom na merilni gumb označili letnico (mejo med sosednima branikama). Meritve smo opravili na branikah, od najmlajše do najstarejše. Pri tem smo upoštevali, v katerem letu so branike nastale. Vse meritve smo kontrolirali s slikami, ki so imele označena leta posamezne branike. Meritve smo opravili s pomočjo programa TSAP Win. Program zbira z meritvijo pridobljene podatke (stereomikroskop in merilna mizica), jih shranjuje, obdeluje ter grafično prikazuje zaporedje širin branik v odvisnosti od časa.

3.5 MATEMATIČNO – STATISTIČNE ANALIZE

Po opravljenem merjenju smo opravili s kontrolo s sinhroniziranjem krivulj, ki smo jih pridobili pri merjenju širin branik. Sinhronizacija je postopek, v katerem posamezna zaporedja širin branik postavimo v sinhron položaj v času. Pri sinhroniziranju zaporedij širin branik smo si pomagali z matematično statističnimi metodami. Prvo kontrolo smo opravili z vizualnim primerjanjem krivulj med sabo. Sinhroniziranje je olajšalo dejstvo, da smo za vse branike že prej določili leto nastanka.

Po prvi kontroli smo ujemanje krivulj preverili še s statističnimi kazalniki statistične analize vrednosti – t po Baillie – Pilcherju (v nadaljevanju TVBP) in koeficientom časovne skladnosti (v nadaljevanju GLK). Sinhrona lega je tista, pri kateri je TVBP največja in kjer se hkrati obe primerjalni krivulji vizualno dobro ujemata. V praksi poteka sinhronizacija tako, da v bazi podatkov izberemo zaporedje širin branik zdrave, dobro rastoče bukve brez manjkajočih branik. Nato iz baze izberemo še naslednjih pet krivulj in jih eno za drugo primerjamo z izbranim zaporedjem širin branik. Postopek ponavljamo do konca (Levanič, 1996). Pri vzorcih, ki niso kazali zadostnega ujemanja z drugimi vzorci, smo meritve ponovili.

3.5.1 Izračun koeficienta t po Baillie – Pilcherju

Izračun koeficienta TVBP ali t – vrednosti po Baillie – Pilcherju je parametričen statističen test, ki sta ga leta 1973 v dendrokronologijo uvedla Baillie in Pilcher (Levanič, 1996). Namen izračunavanja t - vrednosti je dobiti objektivno mero za ugotavljanje podobnosti med dvema kronologijama. Izračunali smo ga s pomočjo programa TSAP Win. S primerjanjem krivulj na osnovi TVBP si močno olajšamo optično navzkrižno datiranje velikega števila kronologij. Primerjava poteka vedno med dvema krivuljama in temelji na izračunu korelacijskega koeficienta, korigiranega s kvadratnim korenom iz števila stopenj prostosti. TVBP lahko zavzame vrednost med 0 in 100. Nivo značilnosti za t – vrednost je vnaprej določen. Mejna vrednost za statistično značilno podobnost dveh zaporedij širin branik je $TVBP \geq 4$. Ko to drži, lahko rečemo, da sta dve zaporedji širin branik podobni (Levanič, 1996).

3.5.2 Koeficient časovne skladnosti (Gleichläufigkeit) GLK

Koeficient časovne skladnosti je po definiciji mera ujemanja dveh kronologij na opazovanem intervalu (Levanič, 1996). Pri tem primerjamo dva vzorca rasti med seboj. Izražamo ga v odstotkih in zavzema vrednosti med 0 in 100%. Bolj, ko sta si dve kronologiji podobni, večjo vrednost ima koeficient časovne skladnosti (Levanič, 1996). Koeficient smo izračunali s pomočjo programa TSAP Win. Mejna vrednost za značilno podobnost dveh zaporedij širin branik je 70%.

3.6 SESTAVLJANJE SUROVIH KRONOLOGIJ

Surova kronologija je enostavna aritmetična sredina datiranih zaporedij širin branik več dreves. V lokalno kronologijo smo vključili tista zaporedja širin branik posameznega rastišča, ki so se med seboj ujemala. Pomemben podatek pri lokalni kronologiji je povprečna širina branike v posameznem letu in njena pokritost, ki pove, na koliko drevesih temelji izračun povprečja v posameznem letu. Večja, kot je pokritost, bolj zanesljive podatke lahko pričakujemo.

3.7 DENDROKLIMATOLOŠKA ANALIZA

3.7.1 Standardizacija podatkov

Na variranje širin branik vplivajo različni klimatski in neklimatski dejavniki. Pri dendroklimatološki in večini dendroekoloških analizah želimo vpliv neklimatskih dejavnikov, kot so starostni trendi, vplivi sestoja, biotski dejavniki in drugi dejavniki okolja, v čem večji meri izločiti. V ta namen izvedemo standardizacijo lokalnih kronologij s pomočjo programa ARSTAN (Holmes, 1994). Standardizacija pomeni, da poiščemo primerno regresijsko funkcijo in izračunamo razlike med prilagojenimi ter dejanskimi vrednostmi za vsako zaporedje širin branik ter pridobimo zaporedje indeksov širin branik (Levanič, 1996).

S programom ARSTAN smo izvedli dvostopenjsko standardizacijo oziroma odstranjevanje trendov. V prvem koraku smo na surovi lokalni kronologiji izvedli regresijo z negativno eksponentno funkcijo. S tem smo odstranili vpliv dolgoročnih trendov. Eksponentna

funkcija pa je toga in ne omogoča povsem zadovoljivega prilagajanja razgibanim zaporedjem širin branik, ki se pojavijo v naravi.

Zato smo v drugem koraku uporabili še izravnavo s kubičnimi zlepkami (angl. Cubic smoothing spline), pri čemer smo ohranili 50% variabilnosti začetnih podatkov. S kubičnimi zlepkami lahko zaporedje širin branik izravnamo in odstranimo trend. Večina togih funkcij je v primeru bolj ali manj naravnih gozdnih sestojev neuporabna, zato se je v praksi najbolj uveljavila izravnavo s kubičnimi zlepkami in drsečimi sredinami različnih širin intervala. Kubični zlepek je v bistvu krivulja, sestavljena iz več krivulj – kubičnih polimerov. Kubični zlepek prve stopnje mora zadostiti nekaterim osnovnim matematičnim zahtevam: mora imeti prevoje, mora biti zvezno odvedljiv, drugi odvod mora biti minimalen (Levanič, 1996).

Rezultat obdelave podatkov posameznega rastišča s programom ARSTAN so bile po tri krivulje in izčrpen izpis vseh vmesnih rezultatov in statističnih kazalcev. Prva krivulja, imenovana standardna krivulja (STD), predstavlja navadno aritmetično ali robustno aritmetično sredino indeksiranih kronologij v analizi.

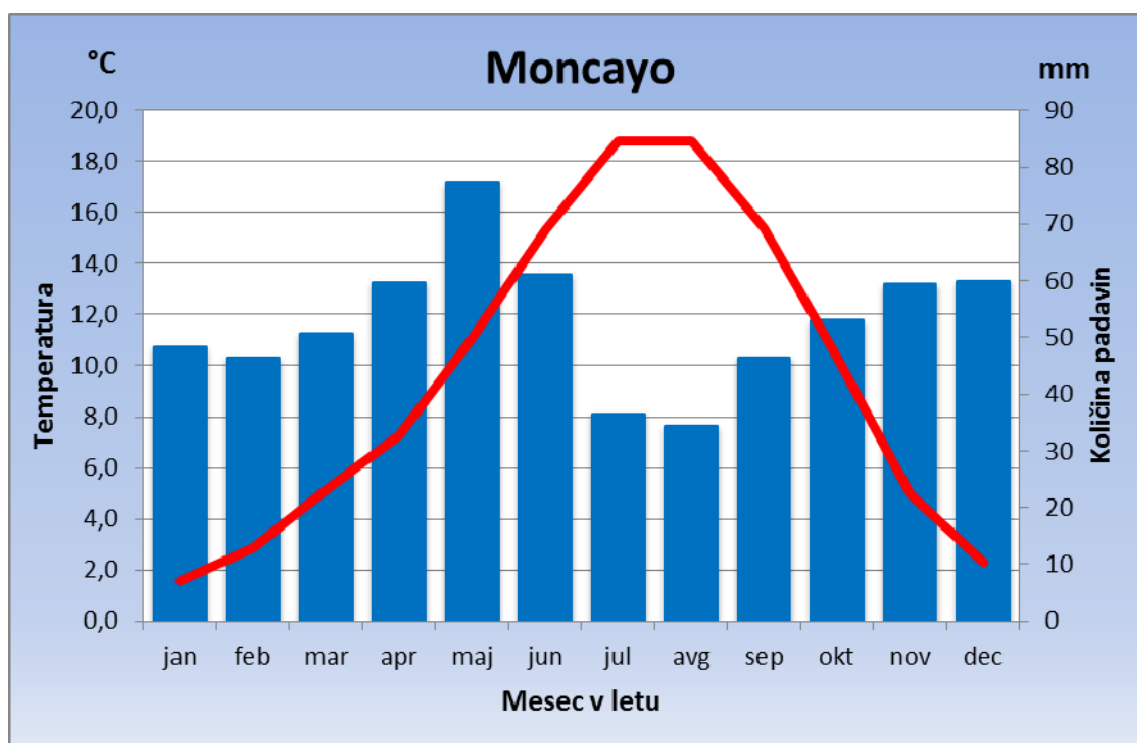
Druga krivulja (RES) bazira na avtoregresivni izravnavi indeksnih kronologij. Načeloma je avtokorelacija popolnoma odstranjena s ponovno avtoregresivno izravnavo. Ta postopek se imenuje "čiščenje" (angl. rewhitening). V našem primeru smo kronologijo RES uporabili za dendroklimatološko analizo, ki smo jo opravili s programom DENDROCLIM 2002. Za to analizo smo potrebovali še klimatske podatke (poglavje 3.7.2.)

Tretja krivulja (ARS) je izpeljana iz kronologije RES. Pri tem se s postopkom multivariatne avtoregresivne analize poudarijo skupne lastnosti vseh krivulj.

V program DENDROCLIM 2002 smo vnesli podatke (ARSTAN RES), določili katere mesečne klimatske podatke želimo uporabiti (v našem primeru od oktobra prejšnjega leta do septembra tekočega leta) in vnesli obdobje (v našem primeru od 1932 do 2000). Nato nam program obdelo podatke, ki jih v nadaljevanju lahko v programu Excel uporabimo za nadaljnjo uporabo.

3.7.2 Klimatski podatki

V naslednjih klimogramih so prikazani podatki za povprečje skupnih mesečnih padavin in povprečnih temperatur. Klimatski podatki so bili pridobljeni iz mreže CRU TS 1.2 (10 – minutni resoluciji) (Mitchell, in sod., 2004). Uporabljali so omrežja, ki so bila najbližja vzorčnim lokacijam.



Slika 18: Klimogram meteorološke postaje Moncayo, povprečne mesečne temperature in mesečne padavine za obdobje 1901 do 2000. Povprečna letna temperatura je 9,49°C, povprečna letna količina padavin je 52,837 mm

4 REZULTATI IN RAZPRAVA

4.1 KRONOLOGIJE ŠIRIN BRANIK

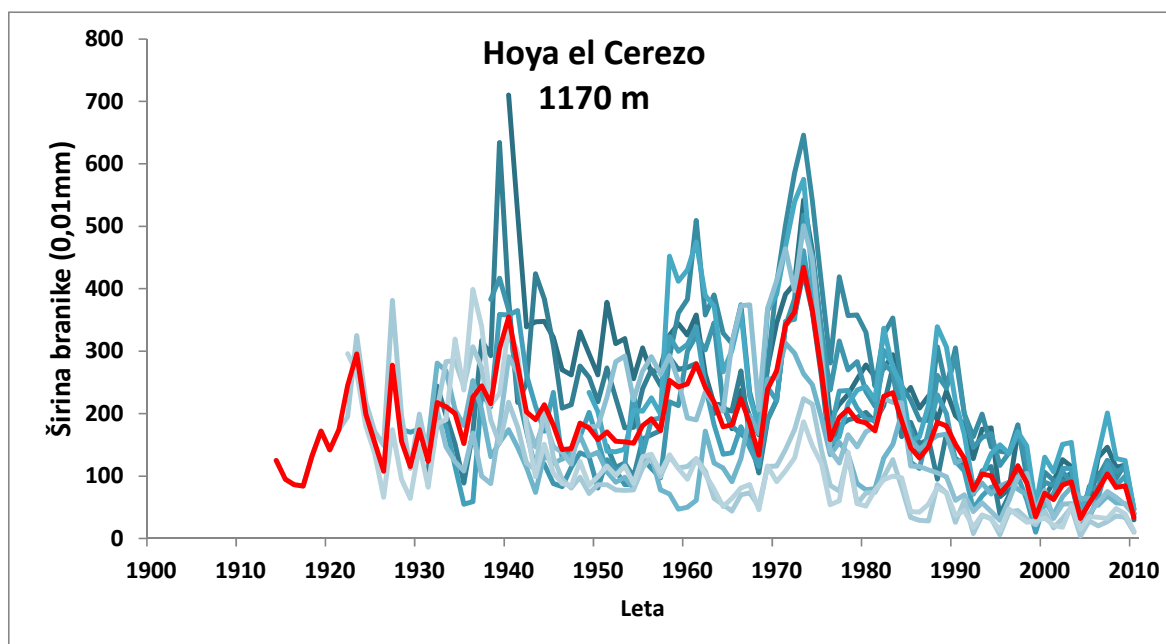
4.1.1 Kronologija širin branik bukve (*Fagus sylvatica*) na Hoya el Cerezo

Na naši najnižji vzorčni lokaciji Hoya el Cerezo, nadmorska višina 1170 m, smo analizirali 5 dreves bukve na osnovi 10 izvrtkov. Drevesa so imela v prsni višini od 58 do 95 branik. Največje število branik je imelo drevo MY601. Najmanjše število branik sta imela izvrtka MY605B in MY603A. Imela sta jih le 58, zato, ker sta bila izvrtka zlomljena.

Preglednica 3: Osnovni podatki o merjenih vzorcih za bukev - Hoya el Cerezo

šifra	leto prve branike	leto zadnje branike	število branik
MY601A	1915	2010	95
MY601B	1923	2010	87
MY602A	1932	2010	78
MY602B	1935	2010	75
MY603A	1952	2010	58
MY603B	1939	2010	71
MY604A	1933	2007	74
MY604B	1942	2010	68
MY605A	1931	2010	79
MY605B	1952	2010	58

Graf zaporedij širin branik na sliki 19 prikazuje variiranje širin branik na posameznih dreves iz lokacije Hoya el Cerezo med leti 1910 in 2010. Iz slike 19 je razvidno, da je variiranje širin branik skladno med drevesi. Iz tega sklepamo, da variiranje širin branik narekuje klima, drevesa pa so primerna za dendroklimatološke raziskave.



Slika 19: Zaporedja širin branik vzorcev bukve iz vzorčne Hoya el Cerezo. Rdeča črta prikazuje povprečje kronologij.

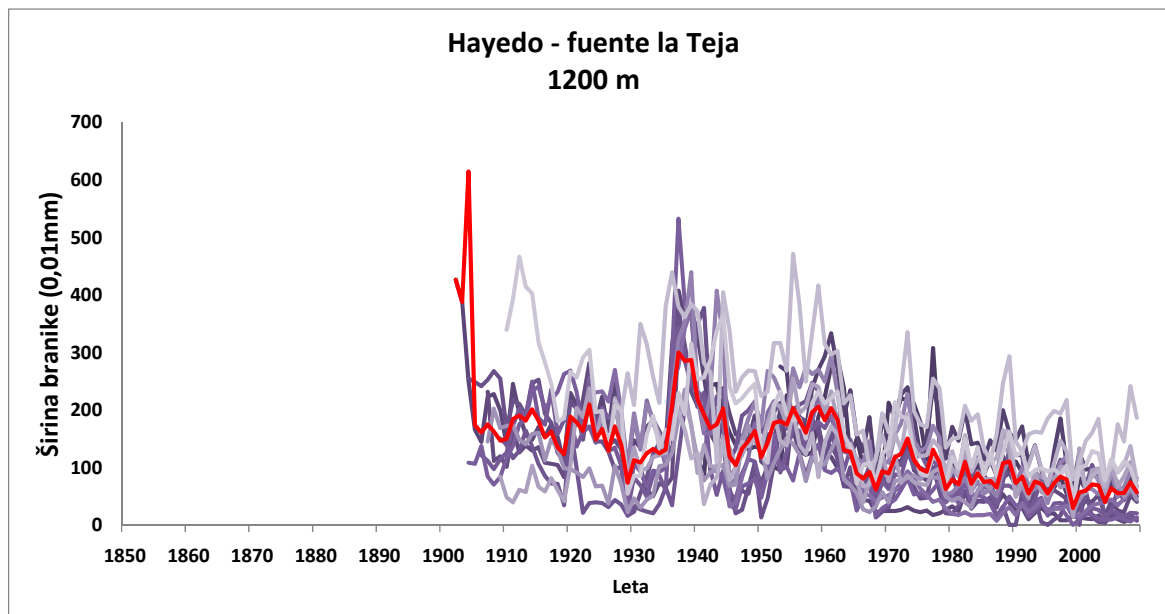
4.1.2 Kronologija širin branik bukve (*Fagus sylvatica*) Hayedo – fuente la Teja

Na rastišču Hayedo – fuente la Teja, na Moncayu, ki se nahaja na 1200 metrov nadmorske višine, smo za raziskavo uporabili 12 dreves, iz katerih smo odvzeli po dva izvrtka. Nekaterih izvrtkov ni bilo možno datirati, zaradi neprepoznavnosti branik ali prevelikega števila napak na izvrtku, tako da smo datirali 15 izvrtkov iz 11 dreves. Iz preglednice je za vsak posamezen vzorec razvidno število branik in leto nastanka prve in zadnje branike. Drevo z oznako MY101B je vsebovalo najmanjše število branik 55, drevo z oznako MY103A pa je vsebovalo največ (106) branik. Vsem vzorčnim drevesom na tem rastišču smo vzeli vzorce v letu 2009, ampak sta bila vzorca MY105A in MY108A na koncu odlomljena, tako da imata drugačen datum zadnje branike, kar smo ugotovili z datiranjem zaporedij širin branik.

Preglednica 4: Osnovni podatki o merjenih vzorcih za bukev - Hayedo – fuente la Teja

šifra	leto prve branike	leto zadnje branike	število branik
MY101A	1941	2009	68
MY101B	1954	2009	55
MY103A	1903	2009	106
MY104B	1908	2009	101
MY105A	1905	2007	102
MY106A	1911	2009	98
MY107A	1907	2009	102
MY107B	1905	2009	104
MY108A	1924	2008	84
MY108B	1931	2009	78
MY109B	1908	2009	101
MY110A	1910	2009	99
MY110B	1934	2009	75
MY111A	1928	2009	81
MY112A	1911	2009	98

Graf zaporednih širin branik na sliki 20 prikazuje variranje širin branik posameznih dreves na lokaciji Hayedo – Fuente la Teja, med letom 1900 in letom odvzema izvrтков 2009. Obdobje od leta 1908 naprej, je pokrito z več kot 4 drevesi. Nekatera drevesa so imela tudi nekaj manjakajočih branik. Izvrtek MY105A je imel kar tri manjakajoče branike in sicer leta, 1995, 1990 in 1989. Manjakajoče branike sta pa imela še MY106A in MY107B. Ko smo vstavili podatke o ugotovljenih manjakajočih branikah, smo zaporedja širin branik uspešno sinhronizirali in potrdili.



Slika 20: Zaporedja širin branik vzorcev bukve iz vzorčne lokacije Hayedo – fuente la Teja.

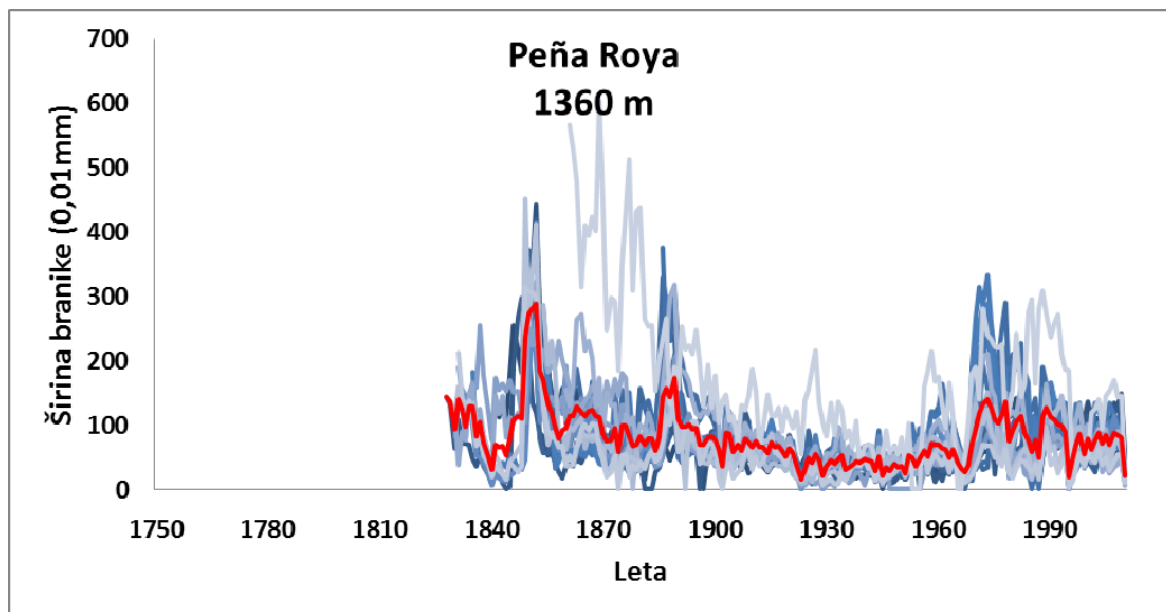
4.1.3 Kronologija širin branik bukve (*Fagus sylvatica*) na Peña Roya

Na rastišču Peña Roya, na gori Moncayo, nadmorska višina 1360 m, smo za raziskavo uporabili 20 izvrtkov 11 dreves. Iz dreves, ki sta označeni MY201 in MY211 smo izvrtali samo po 1 vzorec. Drevesa na tem rastišču so bila v povprečju starejša, saj so skoraj vsa imela več kot 150 branik. Vzorec MY210A je vseboval kar 180 branik. Vzorec MY205A je vseboval najmanjše število branik (122). Vzorec MY205B je vseboval 142 branik, kar pomeni, da pri prvem vzorcu nekaj branik na koncu manjka (preglednica 5). Pri skoraj vseh vzorcih, razen MY203, se razlikuje število branik med vzorcema A in B. To je predvsem zato, ker vsi vzorci niso imeli stržena ali pa so vsebovali takšno napako, da ni bilo razvidno koliko branik manjka.

Preglednica 5: Osnovni podatki o merjenih vzorcih za bukev - Peña Roya

šifra	leto prve branike	leto zadnje branike	število branik
MY201B	1843	2006	163
MY202A	1852	2010	158
MY202B	1829	2007	178
MY203A	1851	2010	159
MY203B	1851	2010	159
MY204A	1863	2010	147
MY204B	1861	2010	149
MY205A	1887	2009	122
MY205B	1867	2009	142
MY206A	1836	2010	174
MY206B	1851	2010	159
MY207A	1831	2010	179
MY207B	1860	2010	150
MY208A	1832	2007	175
MY208B	1831	2009	178
MY209A	1861	2010	149
MY209B	1855	2009	154
MY210A	1830	2010	180
MY210B	1832	2008	176
MY211A	1862	2009	147

Graf širin branik na sliki 21 prikazuje variranje širin branik posameznih dreves bukve iz lokacije Peña Roya med letom 1825 in 2010. Obdobje od leta 1832 naprej je pokrito z več kot 4 drevesi. Na tej lokaciji so bila vsa drevesa starejša in prav zato se je pojavilo veliko dreves z manjkajočim branikam. Pri nekaterih drevesih je manjkalo tudi po več branik skupaj (npr. izvrtek MY208A je imel manjkajoče branike od leta 1955 do 1947). To se zgodi, ko drevo prirašča zelo malo, in ne moremo videti širine posameznih branik. Kar pet dreves je imelo manjkajočo braniko v letu 1995. Ko smo vstavili podatke o ugotovljenih manjkajočih branikah, smo zaporedja širin branik uspešno sinhronizirali.



Slika 21: Zaporedja širin branik vzorcev bukve iz vzorčne lokacije Peña Roya. Rdeča črta prikazuje povprečje zaporedij.

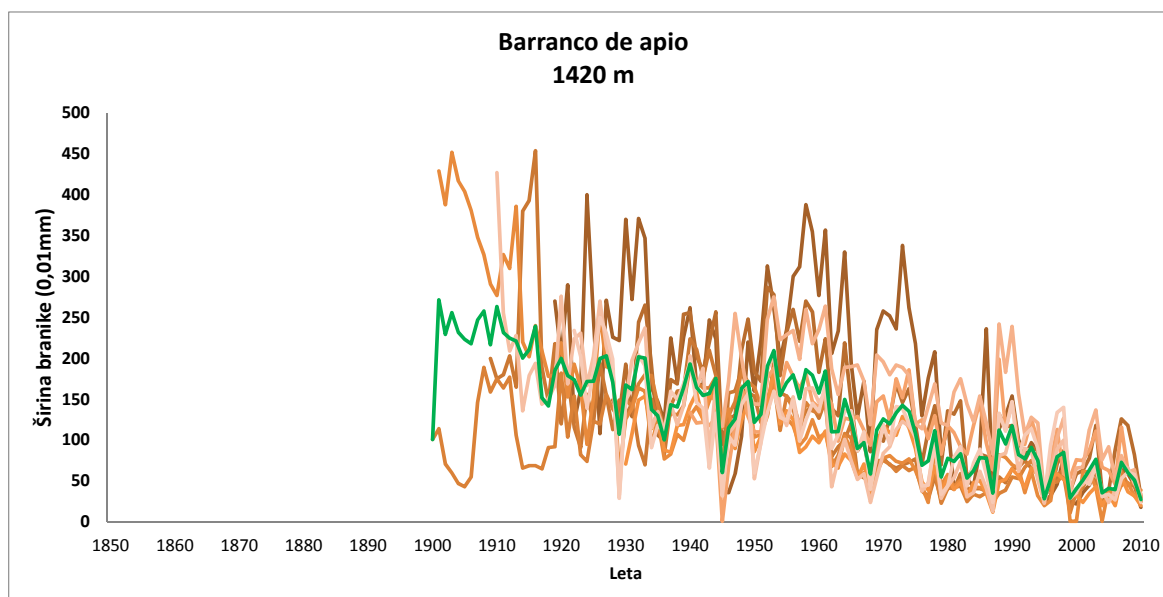
4.1.4 Kronologija širin branik bukve (*Fagus sylvatica*) na Barranco de apio

Na rastišču Barranco de apio smo imeli 5 vzorčnih dreves. Iz vsakega drevesa smo dobili po dva izvrtka. Pri vseh drevesih se A in B vzorec razlikujeta po številu branik. To se je zgodilo zato, ker so bili izvrtki na koncu slabi, odlomljeni ali pa se branik ni dalo prešteti. Vse vzorce smo vzeli v letu 2010, torej je pri vseh izvrtkih razen enem, datum zadnje branike leto 2010, kar smo z datiranjem kronologije tudi potrdili. Vzorec MY402B je imel največje število branik, to je 109 branik. Najmanj branik je imel izvrtek MY404B, samo 64 (preglednica 6).

Preglednica 6: Osnovni podatki o merjenih vzorcih za bukev - Barranco de apio

šifra	leto prve branike	leto zadnje branike	število branik
MY401A	1920	2010	90
MY401B	1930	2010	80
MY402A	1910	2010	100
MY402B	1901	2010	109
MY403A	1904	2010	106
MY403B	1931	2010	79
MY404A	1941	2009	68
MY404B	1946	2010	64
MY405A	1912	2010	98
MY405B	1925	2010	85

Graf zaporednih širin branik na sliki 22 prikazuje variranje širin branik posameznih dreves bukve iz lokacije Barraco de apio, za obdobje med leti 1900 in 2010. Na vseh vzorcih smo pri meritvah zabeležili zadnjo braniko, nastalo v letu 2010. Le pri dveh izvrtkih smo zaznali manjkajoče branike. Pri izvrtku MY404A je bila manjkajoča branika leta 1945. To leto so bile širine pri vseh drevesih zelo majhne. Izvrtek MY403A je pa imel tri manjkajoče branike v letih 2004, 2000 ter 1999. Po tem ko smo vstavili manjkajoče branike v zaporedje širin branik, smo zaporedja širin branik sinhronizirali in potrdili.



Slika 22: Zaporedja širin branik vzorcev bukve iz vzorčne lokacije Barranco de apio. Zelena črta prikazuje poprečje kronologij.

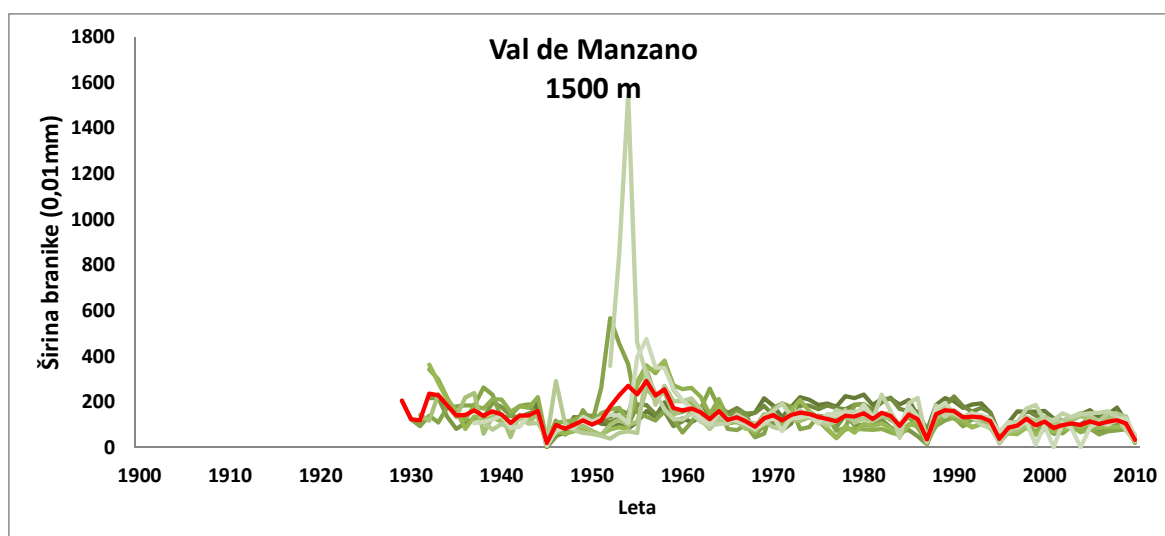
4.1.5 Kronologija širin branik bukve (*Fagus sylvatica*) na Val de Manzano

Na nadmorski višini 1500 metrov smo iz rastišča Val de Manzano izbrali 5 vzorčnih dreves. Vsa drevesa so bila mlada. Po dva izvrtka smo iz vseh dreves vzeli v letu 2010. Izvrtek z oznako MY502B je imel največ branik (79 branik). Najmanjše število branik je imel izvrtek MY505A, in to 56 (preglednica 7).

Preglednica 7: Osnovni podatki o merjenih vzorcih za bukev - Val de Manzano

šifra	leto prve branike	leto zadnje branike	število branik
MY501A	1945	2010	65
MY501B	1945	2010	65
MY502A	1933	2009	76
MY502B	1931	2010	79
MY503A	1933	2010	77
MY503B	1933	2009	76
MY504A	1932	2010	78
MY504B	1939	2010	71
MY505A	1954	2010	56
MY505B	1938	2008	70

Graf zaporednih širin branik na sliki 23 prikazuje variranje širin branik posameznih dreves bukve iz lokacije Val de Manzano za obdobje med leti 1930 in 2010. Le dve drevesi sta imeli manjkajoče branike. Izvrtek MY505B je imel dve manjkajoči braniki (leti 2001 ter 2004) in izvrtek MY502A je imel manjkajočo braniko leta 1945. To leto so vsi izvrtki imeli zelo ozko braniko. Iz spodnje slike je razvidno, da je variranje letnih prirastkov različnih dreves skladno.



Slika 23: Zaporedja širin branik vzorcev bukve iz vzorčne lokacije Val de Manzano. Rdeča črta prikazuje povprečje kronologij.

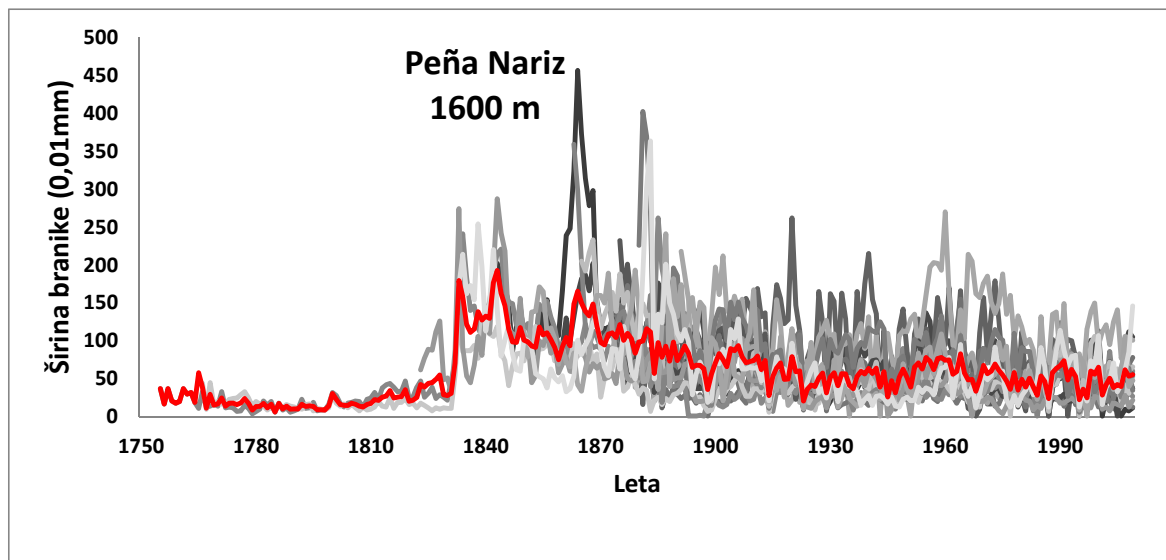
4.1.6 Kronologija širin branik bukve (*Fagus sylvatica*) na Peña Nariz

Na rastišču Peña Nariz, ki je bilo naše najvišje rastišče z nadmorsko višino 1600 m, smo raziskali izvrtke iz 12 vzorčnih dreves. Izmed 24 izvrtkov, jih je bilo le 18 dobrih za nadaljnje analize. Na vzorcih, na katerih smo zaznali skorjo, smo pri meritvah zabeležili zadnjo braniko, nastalo v letu 2009. Na ostalih vzorcih pa je bil ugotovljeni datum zadnje branike 2007, 2008 ali 2009. Vsa izbrana drevesa s tega rastišča so bila starejša od 120 let. Vzorec MY313A je imel le 58 branik, vendar je imel drugi izvrtek iz tega drevesa kar 173 branik. To nakazuje na to, da vzorec MY313A ni bilo možno datirati od leta 1951 naprej. Vzorčno drevo z oznako MY308A pa je vseboval največje število branik, to je kar 252 (preglednica 8).

Preglednica 8: Osnovni podatki o merjenih vzorcih za bukev - Peña Nariz

šifra	leto prve branike	leto zadnje branike	število branik
MY301A	1878	2009	131
MY301B	1878	2009	131
MY302A	1874	2009	135
MY303B	1844	2007	163
MY304A	1875	2009	134
MY304B	1892	2009	117
MY305A	1878	2009	131
MY305B	1877	2007	130
MY306B	1874	2009	135
MY307A	1861	2009	148
MY308A	1756	2008	252
MY308B	1766	2009	243
MY309A	1864	2008	144
MY309B	1866	2008	142
MY310B	1825	2008	183
MY311A	1881	2009	128
MY313A	1951	2009	58
MY313B	1835	2008	173

Graf zaporednih širin branik na sliki 24 prikazuje variranje širin branik posameznih dreves na lokaciji Peña Nariz med letoma 1750 in 2010. Kot je razvidno na sliki, imamo znotraj krivulje drevo, z najdaljšima zaporedjema širin branik; od 1766 leta naprej pokrito z dvema izvrtkoma. Kar nekaj izvrtkov ima manjkajoče branike. Ko smo vstavili podatke o ugotovljenih manjkajočih branikah, smo zaporedja širin branik uspešno sinhronizirali in potrdili.



Slika 24: Zaporedja širin branik vzorcev bukve iz vzorčne lokacije Peña Nariz. Rdeča črta prikazuje povprečje kronologij.

4.2 ANALIZA MANJKAJOČIH BRANIK

Izpad branik je pri bukvi pogost pojav. Ker je bila pričujoča raziskava prva raziskava širin branik bukve na Univerzi Alicante in Univerzi Zaragoza, sprva nismo vedeli, če se manjkajoče branike na Moncayu pojavljajo in kako pogoste so. Zaradi tega problemu manjkajočih branik namenimo posebno poglavje.

Na vseh rastiščih, razen na rastišču Hoya el Cerezo, smo zaznali manjkajoče branike. Pregled pojava manjkajočih branik se nahaja v preglednicah 9 do 13.

V preglednici 9 vidimo, da smo na rastišču Hayedo – Fuente la Teja zabeležili samo 5 manjkajočih branik.

Preglednica 9: Število in leta manjkajočih branik na posameznem izvrtku na rastišču Hayedo- Fuente la Teja

Hayedo- Fuente la Teja 1200 m		
IZVRTEK	ŠTEVILO MANJKAJOČIH BRANIK	LETA MANJKAJOČIH BRANIK
MY105A	3	1989, 1990, 1995
MY106A	1	2000
MY107B	1	1999

V preglednici 10 lahko vidimo, da je na rastišču Peña Roya veliko izvrtkov imelo manjkajoče branike. Pri starejših drevesih, so širine branik upadale. Zaradi manjšega priraščanja, se pa včasih ni videlo posamezne branike, ali pa branike ni bilo.

Preglednica 10: Število in leta manjkajočih branik posameznega izvrtka na rastišču Peña Roya

Peña Roya 1360 m		
IZVRTEK	ŠTEVILO MANJKAJOČIH BRANIK	LETA MANJKAJOČIH BRANIK
MY201B	4	1923, 1929, 1945, 1995
MY202A	1	1897
MY202B	5	1881 - 1896, 1955
MY203B	1	1967
MY205A	3	1985, 1987, 1995
MY205B	1	1995
MY207A	1	1923
MY207B	1	1923
MY208A	11	1929, 1947 - 1955, 1995
MY208B	1	1995
MY209B	1	1878
MY210A	1	1892
MY210B	2	1874, 1902
MY211A	5	1953 - 1955, 1965, 1966

Na rastišču Barranco de apio sta imela le dva izvrtka manjkajoče branike.

Preglednica 11: Število in leta manjkajočih branik posameznega izvrtka na rastišču Barranco de apio

Barranco de apio 1420 m		
IZVRTEK	ŠTEVILO MANJKAJOČIH BRANIK	LETA MANJKAJOČIH BRANIK
MY403A	3	1999, 2000, 2004
MY404A	1	1945

Preglednica 12 nam prikazuje, da so bile na rastišču Val de Manzano le tri manjkajoče branike na dveh izvrtkih.

Preglednica 12: Število in leta manjkajočih branik posameznega izvrtka na rastišču Val de Manzano

Val de Manzano 1500 m		
IZVRTEK	ŠTEVILO MANJKAJOČIH BRANIK	LETA MANJKAJOČIH BRANIK
MY502A	1	1945
MY505B	2	2001, 2004

Na rastišču Peña Nariz je bilo tudi veliko manjkajočih branik zaradi tega, ker so bila drevesa starejša. Če primerjamo med rastišči, katera leta so se pojavljale manjkajoče branike, opazimo, da se v letu 1945 pojavi manjkajoča branika skoraj na vsakem rastišču.

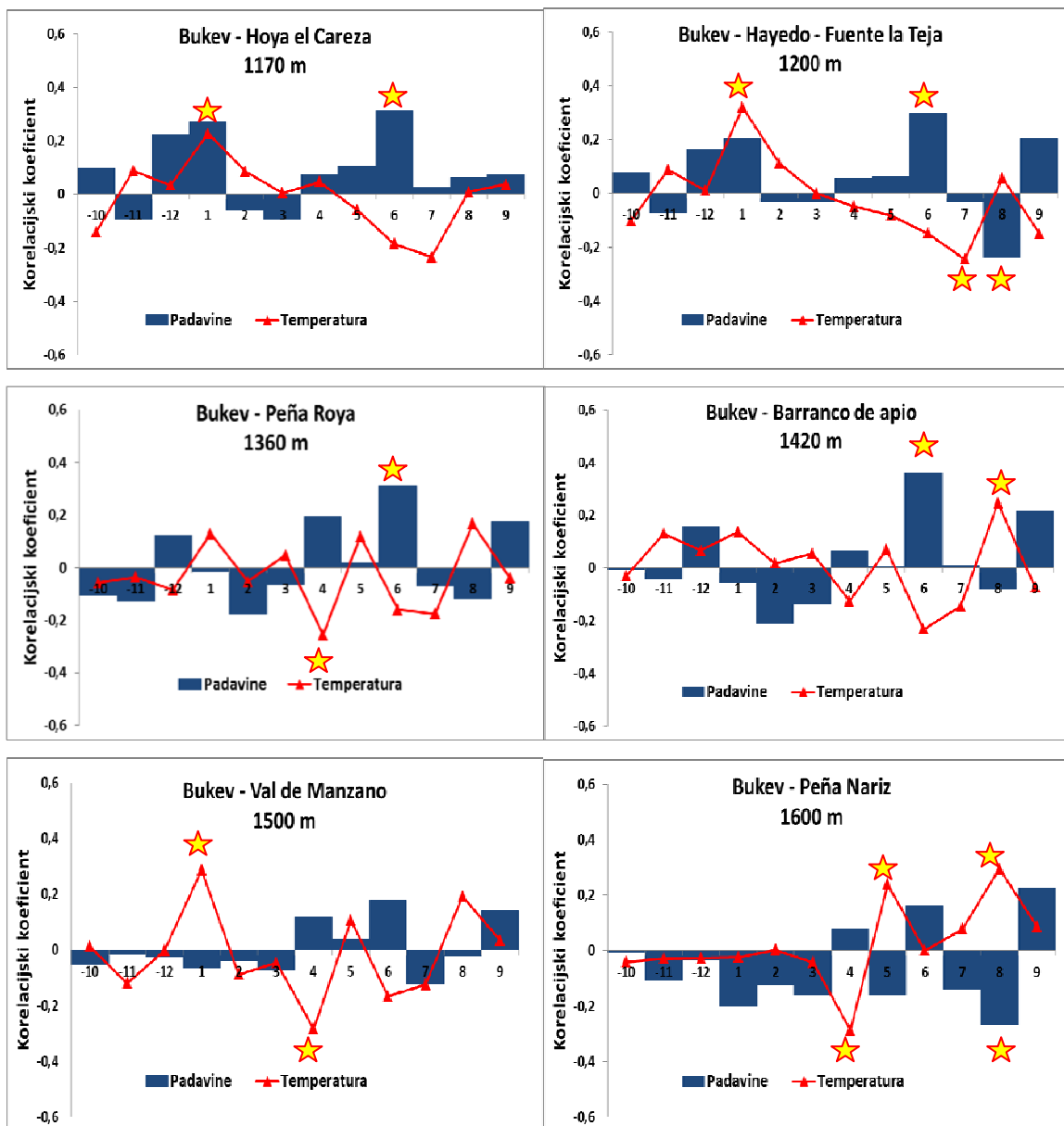
Preglednica 13: : Število in leta manjkajočih branik posameznega izvrtka na rastišču Peña Nariz

Peña Nariz 1600 m		
IZVRTEK	ŠTEVILO MANJKAJOČIH BRANIK	LETA MANJKAJOČIH BRANIK
MY303B	3	1987, 2001, 2006
MY304A	1	1898
MY305A	4	1968, 1988, 1992, 1995
MY305B	3	1935, 1943, 1951
MY307A	1	2005
MY309A	5	1893 - 1897
MY309A	2	1984, 1995
MY309B	2	1977, 1995
MY310B	2	1945, 1967

Kot smo opazili na preglednicah od 9 do 13, se leta manjkajočih branik pojavljajo na več rastiščih. To pa verjetno zato, ker je bilo tisto leto neugodno za rast bukve, ali je prišlo spomladi do pozne pozebe in drevo ni moralo investirati v širino branik temveč v produkcijo lisov. Taka leta so: 1945, 1987, 2001, 2004.

4.3 DENDROKLIMATOLOŠKA ANALIZA

Kronologijo tipa ARSTAN residual smo uporabili za dendroklimatološko analizo. S pomočjo klimatskih podatkov in programa DENDROCLIM 2002 smo izračunali odzivne funkcije s korelacijskimi koeficienti (slika 25, priloge 1 – 6).



Slika 25: Korelacijski koeficienti bootstrap za bukove kronologije ARSTAN residual za povprečne mesečne temperature (rdeče črte) in skupne mesečne padavine (modri stolpci) od predhodnega oktobra do tekočega decembra za šest rastišč na gori Moncayo v Španiji: zvezdice označujejo statistično značilnost na meji zaupanja 95%.

Na najnižji lokaciji, kjer smo jemali vzorce, Hoya el Cerezo, imajo junijske in januarske padavine pozitiven vpliv na variranje širin branik. Na tej nadmorski višini pa temperatura nima statistično značilnega vpliva na rast dreves.

Za bukev na vzorčni lokaciji Hayedo- Fuente la Teja, je razvidno, da imajo januarske temperature in junijske padavine pozitiven vpliv na variranje širin branik, temperature v juliju in padavine v avgustu pa negativnega.

Na rastišču Peña Roya ima temperatura v aprilu negativen, padavine v juniju pa pozitiven vpliv na variranje širin branik.

Na vzorčni lokaciji Barranco de Apio ima temperatura v avgustu in junijske padavine pozitiven vpliv na širine branik.

Na Val de Manzano, ki se nahaja na nadmorski višini 1500 metrov na variranje širin branik negativno vplivajo aprilske temperature, pozitivno pa januarske temperature. Vpliv padavin tu ni statistično značilen

Na najvišji vzorčni lokaciji Peña Nariz na nadmorski višini 1600 metrov, ima temperatura velik vpliv. Temperatura v aprilu ima negativen vpliv na širino branik, medtem ko ima v maju in avgustu pozitivnega. Padavine v avgustu negativno vplivajo na variranje širine branik.

4.4 DENDROKLIMATOLOŠKA ANALIZA – PRIMERJAVA BUKVE Z MONCAYA IN RAZLIČNIH RASTIŠČ V SLOVENIJI

Rezultate dendroklimatološke analize bukve z Moncaya smo primerjali tudi z rezultati bukve na 15 rastiščih v Sloveniji (Čufar in sod., 2008a), nadmorskih višin 300 do 1450 m.

Dendroklimatološke analize so pokazale, da imajo v osrednji in južni Sloveniji na nadmorskih višinah od 300 – 1000 m n.m.v., poletne (posebno junijske) padavine pozitiven, temperature pa negativen vpliv na variiranje širin branik. Širine branik bukve z zgornje gozdne meje v Julijskih Alpah nad Tolminom na nadmorski višini 1200 – 1450 m pa v nasprotju z drugimi rastišči kažejo pozitiven odziv na temperature v juliju (Čufar in sod. 2008a).

Vpliv klime na variiranje širin branik bukve na Moncayu je v pasu 1100 – 1300 m n.m.v. kjer smo zabeležili pozitiven odziv na junijske padavine, podoben kot v Sloveniji na nadmorskih višinah 300 do 1000 m. Na Moncayu imajo višjih legah (od 1300 do 1600 m n.m.v.) a negativen vpliv na širino branik temperature v aprilu. Takega vpliva v Sloveniji ne beležimo.

5 SKLEPI

Sestavili smo šest lokalnih kronologij na pogorju Moncayo v Španiji z naslednjimi dolžinami in razponi kronologij: Hoya el Cerezo 1170 m n.m.v. (96 let, 1914 – 2010), Hayedo – Fuente la Teja 1200 m n.m.v. (107 let, 1902 – 2009), Peña Roya 1360 m n.m.v. (182 let, 1828 – 2010), Barraco de Apio 1420 m n.m.v. (110 let, 1900 – 2010), Val de Manzano 1500 m n.m.v. (81 let, 1929 – 2010) in Peña Nariz 1600 m n.m.v. (254 let, 1755 – 2009).

S pomočjo programa DENDROCLIM 2002 in ARSTAN residual kronologij bukve ter mesečnih količin padavin in povprečnih mesečnih temperatur smo izračunali korelacijske koeficiente in prišli do ugotovitev, v katerih mesecih imajo temperatura in padavine vpliv na variranje širin branik.

Analize so pokazale, da na variiranje širin branik bukve na 4 rastiščih v pasu 1170 – 1420 m pozitivno vplivajo junijske padavine.

Na variiranje širin branik bukve na rastišču na nadmorski višini 1500 in 1600 m negativno vplivajo aprilske temperature. Višje temperature v začetku vegetacijske dobe (v aprilu) verjetno vplivajo na zgodnejše olistanje, pri čemer se poveča nevarnost spomladanske pozebe listov.

Primerjali smo dendroklimatološke rezultate bukve z Moncaya z objavljenimi rezultati dendroklimatoloških analiz bukve v Sloveniji (Čufar in sod., 2008a). Pozitiven vpliv junijskih padavin na bukev na Moncayu beležimo na nadmorskih višinah 1170 – 1420 m, v Sloveniji pa na nadmorskih višinah 300 do 1000 m. Negativen vpliv aprilskih temperatur na variiranje širin branik bukve v Španiji beležimo na nadmorskih višinah 1500 – 1600 m, v Sloveniji pa vpliva aprilskih temperatur ne beležimo. V Španiji smo na nadmorski višini 1600 m zabeležili pozitiven vpliv temperatur med vegetacijsko dobo (v maju in avgustu) v Sloveniji pa so na visokogorskih rastiščih bukve v Julijskih Alpah (1250 do 1400 m n.m. v.) zabeležili pozitiven vpliv temperatur v juliju.

6 POVZETEK

Navadna bukev (*Fagus sylvatica*) je drevesna vrsta s širokim arealom v Evropi, v Sredozemlju pa ne uspeva. V Španiji uspeva le na goratih območjih na severnem delu Iberskega polotoka in na posameznih osamelcih v notranjosti. V diplomskem delu smo sestavili lokalne kronologije bukve za šest rastišč na pogorju Moncayo v notranjosti Španije. Zastavili smo si naslednje cilje:

- Opraviti analize širin branik bukve (*Fagus sylvatica*) na šestih rastiščih na območju Moncayo v Španiji,
- predstaviti problematiko manjkajočih branik v drevesu in predstaviti reševanje le teh,
- sestaviti ARSTAN kronologije in opraviti dendroklimatološke analize ter pojasniti vpliv klime na variiranje širin branik pri bukvi na različnih rastiščih na Moncayu,
- oceniti kako se vpliv klime na rast dreves razlikuje med rastišči v odvisnosti od nadmorske višine in rezultate primerjati z rezultati primerljivih raziskav v Sloveniji.

Raziskave smo izvedli skladno z uveljavljeno metodologijo. Iz vzorčnih dreves so vzeli izvrtke, ki so jih nato posušili, prilepili na letvice in pripravili za merjenje širin branik. Po pripravi smo vzorce datirali na posameznih slikah. Nato smo opravili meritve in sinhronizacijo zaporedij širin branik. Sestavili smo surove ter indeksirane lokalne kronologije vseh šestih rastišč s pomočjo programov TSAP Win in ARSTAN. V programu DENDROCLIM 2002 smo opravili dendroklimatološke analize, s pomočjo klimatskih podatkov reprezentativnih meteoroloških postaj in kronologij ARSTAN residual. Tako smo poiskali zvezo med širinami branik in klimo. Poseben poudarek smo namenili analizam manjkajočih branik, ki predstavljajo resno težavo pri dendrokronoloških analizah bukve.

Vpliv klime na širine branik bukve smo primerjali z objavljenimi rezultati dendroklimatoloških analiz bukve s 15 rastišč v Sloveniji.

Ugotovili smo, da se manjkajoče branike pojavljajo v določenih letih na večini rastišč. Starejša drevesa so imela praviloma več manjkajočih branik.

Sestavili smo šest lokalnih kronologij na pogorju Moncayo v Španiji z naslednjimi dolžinami in razponi kronologij: Hoya el Cerezo 1170 m n.m.v. (96 let, 1914 – 2010), Hayedo – Fuente la Teja 1200 m n.m.v. (107 let, 1902 – 2009), Peña Roya 1360 m n.m.v. (182 let, 1828 – 2010), Barraco de Apio 1420 m n.m.v. (110 let, 1900 – 2010), Val de Manzano 1500 m n.m.v. (81 let, 1929 – 2010) in Peña Nariz 1600 m n.m.v. (254 let, 1755 – 2009).

Dendroklimatološke analize so pokazale, da na variiranje širin branik bukve na 4 rastiščih v pasu 1170 – 1420 m pozitivno vplivajo junijske padavine.

Na variiranje širin branik bukve na rastišču na nadmorski višini 1500 in 1600 m negativno vplivajo aprilske temperature.

Primerjave dendroklimatoloških analiz bukve z Moncaya z objavljenimi rezultati dendroklimatoloških analiz bukve v Sloveniji (Čufar in sod., 2008a) so pokazale pozitiven vpliv junijskih padavin na bukev na Moncayu beležimo na nadmorskih višinah 1170 – 1420 m, v Sloveniji pa na nadmorskih višinah 300 do 1000 m. Negativen vpliv aprilskih temperatur na variiranje širin branik bukve v Španiji beležimo na nadmorskih višinah 1500 – 1600 m, v Sloveniji pa vpliva aprilskih temperatur ne beležimo. V Španiji smo na nadmorski višini 1600 m zabeležili pozitiven vpliv temperatur med vegetacijsko dobo (v maju in avgustu) v Sloveniji pa so na visokogorskih rastiščih bukve v Julijskih Alpah (1250 do 1400 m n.m. v.) zabeležili pozitiven vpliv temperatur v juliju.

7 VIRI

- Aragon G., Martinez I., Garcia M., 2012. Loss of epiphytic diversity along a latitudinal gradient in southern Europe. *Science of Total Environment*, 426: 188–195 str.
- Berdajs E. 2008. Dendroklimatološka analiza rasti bukve na treh rastiščih v Sloveniji.: diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 93 str.
- Blanco Castro, E., Casado Gonzales, M.A., Costa Tenorio, M., Escribano Bombin, R., 2005. Los bosques Ibericos. Una interpretacion geobotanica, Barcelona, 597 str.
- Brus R. 2005. Dendrologija za gozdarje. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta: 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 diferent sites in Slovenia and their relation to climate = Variabilnost kronologij širin branik bukve z različnih rastišč v Sloveniji glede na klimo. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 87: 123 - 134
- Čufar K., De Luis M., SazM., Črepinšek Z., Kajfež-Bogataj L. 2012. Temporal shifts in leaf phenology of beech (*Fagus sylvatica*) depend on elevation. *Trees - Structure and Function*, 26: 1091-1100
- Di Filippo A., Bindi F., Čufar K., De Luis M., Grabner M., Maugeri M., Presuttu 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

Euforgen 2009. Slika areala bukve (2009);

http://www.euforgen.org/fileadmin/www.euforgen.org/Documents/Maps/PDF/Fagus_sylvatica.pdf (23.7.2008)

Ficko A., Klopčič M., Matjijašič D., Poljanec A., Bončina A. 2008. Razširjenost bukve in strukturne značilnosti bukovih sestojev v Sloveniji. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 87: 45 – 60 str.

Google Earth – zemljevid (2012)

Holmes R. L. 1994. Dendrochronology program libery user's manual. Tucson, Arizona, University of Arizona: 51 str.

Huntley B., Birks H.J.B. 1983. An atlas of past and present pollen maps for Europe 0-13,000 years ago. Cambridge University Press, UK.

Kotar M., Brus R. 1999. Naše drevesne vrste. Ljubljana, Slovenska matica v Ljubljani: 320 str.

Levanič T. 1996. Dendrokronološka in dendroekološka analiza propadajočih vladajočih in sovladajočih jelk (*Abies alba*) v dinarskem fitogeografskem območju: doktorska disertacija. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo: 167 str.

Majer A. 2010. Lokalna kronologija širin branik bukve iz Menine Planine: diplomski projekt. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo: 22 str.

Mitchell, T.D., Carter, T.R., Jones, P.D., Hulme, M. & New, M. (2004) A comprehensive set of high-resolution grids of monthly climate for Europe and the globe: the observed record (1901-2000) and 16 scenarios (2001-2100). Tyndall Center Working Paper 55, 1-30.

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

Ruiz de la Torre, J., 2006 Flara Mayor. Organismo Autonomo de Parques Nacionales, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid. 1756 str.

Tejera Gimeno, R., Hernando Gallego, A., Perez Palomino, A. (2011) Evaluación del estado de conservación del hábitat 9120 en el M.U.P. 251 "Dehesa del Moncayo", Tarazona (Zaragoza). Departamento de Medio Ambiente. Gobierno de Aragón. Zaragoza. Spain.

Zavod za gozdove Slovenija, 2010. <http://www.gozdis.si/zbgl/2008/zbgl-87-4.pdf>

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorici prof. dr. Katarini Čufar za veliko pomoč, nasvete, usmerjanje in navodila pri pisanju diplomske naloge. Zahvaljujem se tudi Maksu Mareli za skrbno recenzijo in dopnila.

Hvala prof. dr. Jose Raventosu in dr. Martinu De Luisu iz Univerze Alicante, ki sta bila moja mentorja med mojim deset mesečnim študijskim bivanjem v Alicanteju, kjer sem študiral kot Erasmus študent. Že od vsega začetka sta sodelovala pri oblikovanju ciljev naloge, mi pomagala pri vzorčenju, meritvah, obdelavi podatkov ter razlagah.

Zahvaljujem se Klemenu Novaku in Petru Prislanu za pomoč, nasvete in podatke, ki sem jih potreboval za raziskave.

Na koncu bi se rad zahvalil vsem svojim domačim, predvsem staršema za vso njuno brezmejno pomoč ter podporo, da sta mi omogočila študij, ERASMUS izmenjavo, in da sta me vodila skozi življenje.

Najlepša hvala tudi vsem tistim, ki so kakorkoli pomagali pri izdelavi in končni podobi te diplomske naloge.

PRILOGE

Priloga 1: Korelacijski koeficienti za zvezo med širino branik in temperaturo (povprečne mesečne vrednosti) in padavinami (skupne mesečne vrednosti) za bukev na vzorčni lokaciji Hayedo – fuente la teja. Kar je označeno z rumeno je statistično značilno na meji zaupanja 95%.

mesec	Korelacijski koeficient za temperaturo	Korelacijski koeficient za padavine
OCTOBER	-0,103	0,079
NOVEMBER	0,089	-0,071
DECEMBER	0,010	0,164
Januar	0,320	0,204
Februar	0,110	-0,033
Marec	-0,001	-0,030
April	-0,049	0,057
Maj	-0,081	0,063
Junij	-0,149	0,296
Julij	-0,245	-0,030
Avgust	0,056	-0,240
September	-0,149	0,202

Priloga 2: Korelacijski koeficienti za zvezo med širino branik in temperaturo (povprečne mesečne vrednosti) in padavinami (skupne mesečne vrednosti) za bukev na vzorčni lokaciji Peña Roya. Kar je označeno z rumeno je statistično značilno na meji zaupanja 95%.

mesec	Korelacijski koeficient za temperaturo	Korelacijski koeficient za padavine
OCTOBER	-0,058	-0,105
NOVEMBER	-0,036	-0,126
DECEMBER	-0,084	0,124
Januar	0,129	-0,016
Februar	-0,052	-0,176
Marec	0,047	-0,063
April	-0,257	0,192
Maj	0,119	0,017
Junij	-0,159	0,309
Julij	-0,176	-0,071
Avgust	0,168	-0,118
September	-0,039	0,176

Priloga 3: Korelacijski koeficienti za zvezo med širino branik in temperaturo (povprečne mesečne vrednosti) in padavinami (skupne mesečne vrednosti) za bukev na vzorčni lokaciji Peña Nariz. Kar je označeno z rumeno je statistično značilno na meji zaupanja 95%.

mesec	Korelacijski koeficient za temperaturo	Korelacijski koeficient za padavine
OCTOBER	-0,041	-0,007
NOVEMBER	-0,029	-0,105
DECEMBER	-0,027	-0,032
Januar	-0,023	-0,199
Februar	0,002	-0,122
Marec	-0,043	-0,161
April	-0,286	0,079
Maj	0,239	-0,158
Junij	0,001	0,162
Julij	0,078	-0,137
Avgust	0,294	-0,268
September	0,088	0,226

Priloga 4: Korelacijski koeficienti za zvezo med širino branik in temperaturo (povprečne mesečne vrednosti) in padavinami (skupne mesečne vrednosti) za bukev na vzorčni lokaciji Barranco de apio. Kar je označeno z rumeno je statistično značilno na meji zaupanja 95%.

mesec	Korelacijski koeficient za temperaturo	Korelacijski koeficient za padavine
OCTOBER	-0,030	-0,004
NOVEMBER	0,130	-0,043
DECEMBER	0,066	0,154
Januar	0,136	-0,057
Februar	0,017	-0,212
Marec	0,055	-0,135
April	-0,126	0,066
Maj	0,071	0,007
Junij	-0,232	0,360
Julij	-0,145	0,008
Avgust	0,247	-0,080
September	-0,072	0,217

Priloga 5: Korelacijski koeficienti za zvezo med širino branik in temperaturo (povprečne mesečne vrednosti) in padavinami (skupne mesečne vrednosti) za bukev na vzorčni lokaciji Val de manzano. Kar je označeno z rumeno je statistično značilno na meji zaupanja 95%.

mesec	Korelacijski koeficient za temperaturo	Korelacijski koeficient za padavine
OCTOBER	0,012	-0,055
NOVEMBER	-0,120	-0,015
DECEMBER	-0,002	-0,024
Januar	0,286	-0,066
Februar	-0,088	-0,038
Marec	-0,046	-0,070
April	-0,282	0,116
Maj	0,106	0,037
Junij	-0,167	0,180
Julij	-0,125	-0,122
Avgust	0,192	-0,020
September	0,036	0,141

Priloga 6: Korelacijski koeficienti za zvezo med širino branik in temperaturo (povprečne mesečne vrednosti) in padavinami (skupne mesečne vrednosti) za bukev na vzorčni lokaciji Hoya el cerezo. Kar je označeno z rumeno je statistično značilno na meji zaupanja 95%.

mesec	Korelacijski koeficient za temperaturo	Korelacijski koeficient za padavine
OCTOBER	-0,141	0,098
NOVEMBER	0,088	-0,095
DECEMBER	0,034	0,224
Januar	0,228	0,271
Februar	0,085	-0,058
Marec	0,005	-0,092
April	0,046	0,072
Maj	-0,058	0,106
Junij	-0,184	0,313
Julij	-0,234	0,027
Avgust	0,009	0,063
September	0,037	0,077

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA LESARSTVO

Peter MOHORIČ

**DENDROKRONOLOŠKE RAZISKAVE NAVADNE
BUKVE NA OBMOČJU MONCAYO, ŠPANIJA**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2012