

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA GOZDARSTVO IN
OBNOVLJIVE GOZDNE VIRE

Eva BERDAJS

**DENDROKLIMATOLOŠKA ANALIZA RASTI
BUKVE NA TREH RASTIŠČIH V SLOVENIJI**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2008

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA GOZDARSTVO IN OBNOVLJIVE GOZDNE VIRE

Eva BERDAJS

**DENDROKLIMATOLOŠKA ANALIZA RASTI BUKVE NA TREH
RASTIŠČIH V SLOVENIJI**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**DENDROCLIMATOLOGICAL ANALYSIS OF BEECH RADIAL
GROWTH AT THREE SITES IN SLOVENIA**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2008

Diplomsko delo je zaključek Univerzitetnega študija gozdarstva. Opravljeno je bilo na Katedri za tehnologijo lesa Oddelka za lesarstvo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Komisija za študijska in študentska vprašanja Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire BF je dne 25. 8. 2008 sprejela temo in za mentorico diplomskega dela imenovala prof. dr. Katarino Čufar, za recenzenta pa prof. dr. Jurija Diacija.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

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

Eva Berdajs

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	GDK 561.24:111:+176.1 <i>Fagus sylvatica</i> L.(043.2)=163.6
KG	bukev/ <i>Fagus sylvatica</i> L./dendrokronologija/dendroekologija/ dendroklimatologija/Mašun/Pivka Jama/Jelševce
KK	
AV	BERDAJS, Eva
SA	ČUFAR, Katarina (mentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire
LI	2008
IN	DENDROKLIMATOLOŠKA ANALIZA RASTI BUKVE NA TREH RASTIŠČIH V SLOVENIJI
TD	Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP	13r, 93a str., 23 pregl., 43 sl., 9 pril., 34 vir.
IJ	sl
JJ	sl/en
AI	

Opravili smo dendrokronološke in dendroklimatološke raziskave rasti bukve na izbranih rastiščih na Mašunu, v revirju Pivka Jama in v Jelševcu. Na Mašunu smo analizirali 24 dreves, v Jelševcu 27 in v Pivki Jami 8 dreves. Na vsaki lokaciji smo iz posekanih debel odvzeli kolute, jih posušili, iz vsakega koluta odvzeli po tri radialne vzorce, jih označili in površinsko obdelali. Sestavili smo zaporedja širin branik posameznih vzorcev, jih sinhronizirali in datirali. S pomočjo programov TSAP/x in ARSTAN smo sestavili surovo in indeksirane lokalne kronologije širin branik za vsako lokacijo. Kronologija sestoja na Mašunu je dolga 164 let (1844-2007), kronologija sestoja pri Pivki Jami meri 168 let (1840-2007), kronologija sestoja v Jelševcu pa 154 let (1854-2007). S programom DENDROCLIM 2002 smo analizirali zvezo med širino branik in klimatskimi dejavniki (povprečna mesečna temperatura, mesečna količina padavin). Izračunani korelacijski in odzivni koeficienti kažejo na statistično značilno in časovno stabilno pozitivno zvezo med količino padavin v mesecu juniju ter širino branik na vseh treh lokacijah. Zveza je najbolj poudarjena za sestoj pri Mokronogu, najmanj pa za sestoj na Snežniku. Junjske visoke temperature na vseh treh lokacijah na širino branik vplivajo negativno. Na širino branik sestoja na Snežniku pozitivno vpliva tudi količina padavin predhodnega avgusta.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN	Dn
DC	FDC 561.24:111:+176.1 <i>Fagus sylvatica</i> L.(043.2)=163.6
CX	beech/ <i>Fagus sylvatica</i> L./ dendrochronology/ dendroecology/ dendroclimatology/climate/Mašun/Pivka Jama/Jelševce
CC	
AU	BERDAJS, Eva
AA	ČUFAR, Katarina (supervisor)
PP	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
PB	University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources
PY	2008
TI	DENDROCLIMATOLOGICAL ANALYSIS OF BEECH RADIAL GROWTH AT THREE SITES IN SLOVENIA
DT	Graduation Thesis (University undergraduate study)
NO	13r, 93a p., 23 tab., 43 fig., 9 ann., 34 ref.
LA	sl
AL	sl/en
AB	

Dendrochronological and dendroclimatological surveys were performed on beech stands on Mašun, at Pivka Jama and in Jelševce. On Mašun 24 trees were analyzed, 8 trees were analyzed in Pivka Jama and 27 trees in Jelševce. At each site samples were collected by taking discs from felled trees. Three radial samples were taken from every disc. All samples were smoothed, ring-widths measured, cross-dated and dated. Raw and standardized local tree-ring chronologies were calculated for every site using TSAP/x and ARSTAN computer programmes. The length of the Mašun chronology was 164 years (1844-2007), of the Pivka Jama chronology 168 years (1840-2007) and of the Jelševce chronology 154 years (1954-2007). Relationship between ring-widths and climate data (average monthly temperatures, monthly sum of precipitation) was analyzed using DENDROCLIM 2002 programme. Correlation and response coefficients calculated show a statistically significant and stable relationship between June precipitation and ring-width at all three sites. The relationship is the most pronounced at the Jelševce site and the least pronounced at the Mašun site. High temperatures in June have a significant negative impact on ring-width at all three sites. Ring widths on Mašun are also positively affected by precipitation in August of the previous year.

KAZALO

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	IV
KEY WORDS DOCUMENTATION	V
KAZALO	VI
KAZALO PREGLEDNIC	VIII
KAZALO SLIK	X
KAZALO PRILOG	XII
1 UVOD	1
2 SPLOŠNI DEL	2
2.1 SPLOŠNI GEOGRAFSKI OPIS OBRAVNAVANIH LOKACIJ	2
2.1.1 Gozdnogospodarsko območje Postojna	2
2.1.1.1 Reliefne značilnosti Gozdnogospodarskega območja Postojna	3
2.1.1.2 Podnebne značilnosti Gozdnogospodarskega območja Postojna	4
2.1.1.3 Gozdovi Gozdnogospodarskega območja Postojna	6
2.1.2 Snežniško – Javorniška planota	6
2.1.2.1 Reliefne in pedološke značilnosti Snežniško – Javorniške planote	7
2.1.2.2 Podnebje Snežniško – Javorniške planote	8
2.1.2.3 Gozdovi Snežniško – Javorniške planote	9
2.1.3 Občina Mokronog – Trebelno	10
2.1.3.1 Reliefne in pedološke značilnosti občine Mokronog – Trebelno	12
2.1.3.1 Podnebje v občini Mokronog – Trebelno	13
2.1.3.3 Gozdovi v občini Mokronog – Trebelno	15
2.2 ZNAČILNOSTI NAVADNE BUKVE (<i>FAGUS SYLVATICA</i> L.)	17
2.2.1 Ekološke in biološke značilnosti navadne bukve	17
2.2.1.1 Ekološka vloga navadne bukve	19
2.2.1.2 Uporabnost navadne bukve	19
2.2.2 Razširjenost navadne bukve	20
2.2.3 Struktura lesa navadne bukve	20
2.3 DENDROKRONOLOGIJA IN DENDROEKOLOGIJA	21
3 MATERIAL IN METODE	22
3.1 PROUČEVANI SESTOJI	22
3.1.1 Sestoj na Mašunu	23
3.1.2 Sestoj v revirju Pivka Jama	24
3.1.3 Sestoj v Jelševcu pri Mokronogu	24
3.2 VZORČNA DREVESA	26
3.3 MERJENJE ŠIRIN BRANIK	27
3.4 SINHRONIZACIJA IN DATIRANJE ZAPOREDIJ ŠIRIN BRANIK	28
3.4.1 Matematično – statistične metode za obdelavo kronologij	28
3.4.1.1 Izračun t-vrednosti po Baillie-ju in Pilcherju	28
3.4.1.2 Koeficient časovne skladnosti GLK	29
3.4.1.3 Indeks navzkrižnega datiranja CDI	29
3.5 SESTAVA LOKALNE KRONOLOGIJE	29
3.6 DENDROKLIMATOLOŠKA ANALIZA	30
3.6.1 Standardizacija lokalnih kronologij	30
3.6.2 Analiza značilnih let	31

3.6.3	Klimatski podatki	31
3.6.4	Dendroklimatološke analize	34
4	REZULTATI	36
4.1	KRONOLOGIJA ŠIRIN BRANIK SESTOJA NA MAŠUNU	36
4.1.1	Lokalna kronologija sestoja na Mašunu	38
4.2	KRONOLOGIJA ŠIRIN BRANIK SESTOJA V REVIRJU PIVKA JAMA	47
4.2.1	Lokalna kronologija sestoja v revirju Pivka Jama	48
4.3	KRONOLOGIJA ŠIRIN BRANIK SESTOJA V JELŠEVCU	57
4.3.1	Lokalna kronologija sestoja v Jelševcu	59
4.4	PRIMERJAVA KRONOLOGIJ	67
5	RAZPRAVA IN SKLEPI	69
5.1	RAZPRAVA	69
5.1.1	Kronologije širin branik	69
5.1.2	Dendroklimatološka analiza	69
5.1.3	Analiza značilnih let	72
5.2	SKLEPI	74
6	POVZETEK	75
VIRI		77
ZAHVALA		80

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Mesečne in letne vrednosti različnih klimatskih parametrov za Postojno, izračunane iz podatkov za obdobje 1961-1990 (Klimatski ..., 2008).....	4
Nadaljevanje:.....	5
Preglednica 2: Sestojne značilnosti sestoja na Mašunu (se nadaljuje).....	23
Preglednica 3: Sestojne značilnosti sestoja v revirju Pivka Jama pri Postojni (Kotnik, 2008).....	24
Preglednica 4: Sestojne značilnosti sestoja v Jelševcu pri Mokronogu (Vavtar, 2008).....	25
Preglednica 5: Pomen šifre vzorca na primeru SNE10C2.....	26
Preglednica 6: Atributi za stopnjo značilnosti značilnih let.....	31
Preglednica 9: Statistični parametri surove, standardne, residual in avtoregresivne kronologije za širine branik sestoja na Mašunu.....	41
Preglednica 10: Izračun korelacijskih in odzivnih koeficientov za zvezo med širino branik, temperaturo in padavinami od predhodnega avgusta do tekočega septembra za sestoj na Mašunu, izračunan s programom DENDROCLIM 2002.....	42
Preglednica 11: Značilna leta bukve iz lokalne kronologije na Mašunu. (+ + +) vsa drevesa reagirajo s povečevanjem prirastka; (+ +) 90-99 % vseh dreves reagira s povečevanjem prirastka; (+) 75-89 % vseh dreves reagira s povečevanjem prirastka; (-) 75-89 % vseh dreves reagira z zmanjšanjem prirastka; (- -) 90-99 % vseh dreves reagira z zmanjšanjem prirastka; (- - -) vsa drevesa reagirajo z zmanjšanjem prirastka.....	46
Preglednica 14: Statistični parametri surove, standardne, residual in avtoregresivne kronologije za širine branik sestoja v revirju Pivka Jama.....	50
Preglednica 15: Korelacijski koeficienti za zvezo med širino branik in temperaturo (povprečne mesečne vrednosti) in padavinami (skupne mesečne vrednosti) od avgusta predhodnega leta do septembra tekočega leta za revir Pivka Jama. Statistično značilni koeficienti pri 95% intervalu zaupanja so označeni z zvezdico.....	51
Preglednica 16: Značilna leta bukve iz lokalne kronologije v revirju Pivka Jama. (+ + +) vsa drevesa reagirajo s povečevanjem prirastka; (+ +) 90-99 % vseh dreves reagira s povečevanjem prirastka; (+) 75-89 % vseh dreves reagira s povečevanjem prirastka; (-) 75-89 % vseh dreves reagira z zmanjšanjem prirastka; (- -) 90-99 % vseh dreves reagira z zmanjšanjem prirastka; (- - -) vsa drevesa reagirajo z zmanjšanjem prirastka.....	56
Preglednica 19: Statistični parametri surove, standardne, residual in avtoregresivne kronologije za širine branik sestoja v Jelševcu.....	61
Preglednica 20: Korelacijski koeficienti za zvezo med širino branik in temperaturo (povprečne mesečne vrednosti) in padavinami (skupne mesečne vrednosti) od avgusta predhodnega leta do septembra tekočega leta za Jelševce. Statistično značilni koeficienti pri 95% intervalu zaupanja so označeni z zvezdico.....	62
Preglednica 21: Značilna leta bukve iz lokalne kronologije v Jelševcu. (+ + +) vsa drevesa reagirajo s povečevanjem prirastka; (+ +) 90-99 % vseh dreves reagira s povečevanjem prirastka; (+) 75-89 % vseh dreves reagira s povečevanjem prirastka; (-) 75-89 % vseh dreves reagira z zmanjšanjem prirastka; (- -) 90-99 % vseh dreves reagira z zmanjšanjem prirastka; (- - -) vsa drevesa reagirajo z zmanjšanjem prirastka.....	66
Preglednica 22: Vrednosti korelacijskih koeficientov t_{BP} med različnimi lokalnimi kronologijami v Sloveniji. Statistično značilni koeficienti pri 95% intervalu zaupanja so označeni z zvezdico.....	68

Preglednica 23: Seznam lokacij raziskanih bukovih sestojev s šiframi	68
Preglednica 7: Podatki o vzorcih iz bukovih kolotov sestoja na Mašunu	81
Preglednica 8: Statistični kazalniki za primerjavo zaporedij širin branik posameznih vzorcev s kronologijo sestoja na Mašunu.....	83
Preglednica 12: Podatki o vzorcih iz bukovih kolotov sestoja v revirju Pivka Jama.....	86
Preglednica 13: Statistični kazalniki za primerjavo zaporedij širin branik posameznih vzorcev s kronologijo sestoja v revirju Pivka Jama	87
Preglednica 17: Podatki o vzorcih iz bukovih kolotov sestoja v Jelševcu	89
Preglednica 18: Statistični kazalniki za primerjavo zaporedij širin branik posameznih vzorcev s kronologijo sestoja v Jelševcu	91

KAZALO SLIK

Slika 1: Položaj Gozdnogospodarskega območja Postojna (Zavod ..., 2005).....	2
Slika 2: Klimatski diagram za Postojno za obdobje 1961-1990 (Klimatski ..., 2008).	
Povprečna letna temperatura meri 8,4°C, skupna letna količina padavin pa znaša 1579 mm.	
.....	5
Slika 3: Mrazišče na Snežniku (Sinjur ..., 2008).....	8
Slika 4: Položaj občine Mokronog – Trebelno (Wikipedija, 2008)	11
Slika 5: Klimatski diagram za meteorološko postajo Sevno, ki temelji na podatkih za obdobje 1961-1990 (ARSO, 2008). [Sevno, zemljepisna širina 48° 58' 56", zemljepisna dolžina 14° 55' 47", nadmorska višina 545 m]. Povprečna letna temperatura znaša 8,9°C, povprečna letna količina padavin pa znaša 1226 mm.	14
Slika 6: Klimatski diagram za meteorološko postajo Mirna, ki temelji na podatkih za obdobje 1961-1990 (ARSO, 2008). [Mirna, zemljepisna širina 45° 57' 00", zemljepisna dolžina 15° 03' 36", nadmorska višina 251 m]. Povprečna letna temperatura znaša 10,1°C, povprečna letna količina padavin pa znaša 1136 mm.	15
Slika 7: Sestoj bukve (foto: Katarina Čufar).....	18
Slika 8: Lokacije treh proučevanih sestojev (Google Earth, 2008).....	22
Slika 9: Lokacija sestoja na Mašunu (Google Earth, 2008).....	23
Slika 10: Lokacija sestoja pri Mokronogu (Google Earth, 2008)	25
Slika 11: Klimatski diagram za Mašun na Snežniku. Povprečne mesečne temperature (krivulja).....	32
in skupne mesečne padavine (stolpci) so izračunani za obdobje 1901-2000. Povprečna letna	32
temperatura znaša 5,6°C, povprečna letna količina padavin pa 1716 mm.	32
Slika 12: Klimatski diagram za revir Pivka Jama pri Postojni. Povprečne mesečne temperature (krivulja) in skupne mesečne padavine (stolpci) so izračunani za obdobje 1901-2000. Povprečna	33
letna temperatura znaša 8,5°C, povprečna letna količina padavin pa 1712 mm.	33
Slika 13: Klimatski diagram za območje sestoja v Jelševcu. Povprečne mesečne temperature (krivulja) in skupne mesečne padavine (stolpci) so izračunani za obdobje 1901-2000. Povprečna letna temperatura znaša 9,8°C, povprečna letna količina padavin pa 1182 mm.	34
Slika 15: Časovni razpon zaporedij širin branik vseh vzorcev iz sestoja na Mašunu	37
Slika 16: Lokalna kronologija širin branik bukve in njena pokritost za sestoj na Mašunu.	38
Slika 17: Standardna kronologija indeksov širin branik na Mašunu	39
Slika 18: Residual kronologija indeksov širin branik na Mašunu	40
Slika 19: ARSTAN kronologija indeksov širin branik na Mašunu	40
Slika 20: Bootstrap korelacijske vrednosti za Mašun, izračunane s programom DENDROCLIM 2002.	42
Slika 21: Bootstrap odzivne vrednosti za Mašun, izračunane s programom DENDROCLIM 2002.	43
Slika 22: Prikaz korelacijskih vrednosti po časovnih intervalih za bukev na Mašunu.....	44
Slika 23: Prikaz odzivnih vrednosti za bukev na Mašunu.....	45
Slika 25: Časovni razpon zaporedij širin branik vseh vzorcev iz revirja Pivka-Jam	47
Slika 26: Kronologija širin branik bukve in njena pokritost za sestoj v revirju Pivka Jama	48

Slika 27: Standardna kronologija indeksov širin branik sestoja v revirju Pivka Jama.....	49
Slika 28: Residual kronologija indeksov širin branik sestoja v revirju Pivka Jama.....	49
Slika 29: ARSTAN kronologija indeksov širin branik sestoja v revirju Pivka Jama.....	50
Slika 30: Bootstrap korelacijske vrednosti za sestoj v revirju Pivka Jama	52
Slika 31: Bootstrap odzivni koeficienti za sestoj v revirju Pivka Jama	53
Slika 32: Prikaz korelacijskih vrednosti za bukev v revirju Pivka Jama.....	54
Slika 33: Prikaz odzivnih vrednosti po časovnih intervalih za bukev v revirju Pivka Jama.....	55
Slika 35: Časovni razpon zaporedij širin branik vseh vzorcev iz sestoja v Jelševcu	58
Slika 36: Kronologija širin branik bukve in njena pokritost za sestoj v Jelševcu	59
Slika 37: Standardna kronologija indeksov širin branik sestoja v Jelševcu	60
Slika 38: Kronologija tipa "ARSTAN residual" indeksov širin branik sestoja v Jelševcu ..	60
Slika 39: ARSTAN kronologija indeksov širin branik sestoja v Jelševcu	61
Slika 40: Bootstrap korelacijske vrednosti za sestoj v Jelševcu.....	63
Slika 41: Bootstrap odzivne vrednosti za sestoj v Jelševcu	63
Slika 42: Prikaz korelacijskih vrednosti za bukev v Jelševcu	64
Slika 43: Prikaz odzivnih vrednosti za bukev v Jelševcu.....	65
Slika 14: Datirana zaporedja širin branik vzorcev iz sestoja na Mašunu	85
Slika 24: Datirana zaporedja širin branik vzorcev iz sestoja v revirju Pivka Jama.....	88
Slika 34: Datirana zaporedja širin branik vzorcev iz sestoja v Jelševcu	93

KAZALO PRILOG

Priloga A: Preglednica 7.....	81
Priloga B: Preglednica 8.....	83
Priloga C: Slika 14.....	85
Priloga D: Preglednica 12.....	86
Priloga E: Preglednica 13	87
Priloga F: Slika 24.....	88
Priloga G: Preglednica 17.....	89
Priloga H: Preglednica 18.....	91
Priloga I: Slika 34.....	93

1 UVOD

Bukev (*Fagus sylvatica* L.) je ena najpomembnejših drevesnih vrst v Sloveniji. Njena razširjenost in uspevanje v številnih gozdnih združbah pričata o veliki tekmovalni moči in sposobnosti prilagajanja bukve na različna rastišča. Bukev pri nas predstavlja več kot tretjino skupne lesne zaloge, njen delež pa še vedno narašča (Brus, 2005). Ob vse opaznejših klimatskih spremembah postaja znanje o odnosu med rastjo dreves in klimo posebej pomembno.

S pomočjo dendroklimatologije raziskujemo, kakšni so bili vplivi klime na rast bukve v preteklosti. Na podlagi teh raziskav je mogoča primerjava obnašanja bukve in njene odzivnosti na spremenljive klimatske pogoje na različnih rastiščih. Bioklimatološke raziskave različnih sestojev bukve v Italiji, Sloveniji in Avstriji so pokazale, da na radialno rast bukve pri nižjih nadmorskih višinah pozitivno vpliva predvsem količina padavin v obdobju pozne pomladi oz. poletja. Posamezni nižje ležeči sestoji se med seboj ločijo po različni stopnjah izraženosti poletne suše. Na večjih nadmorskih višinah, predvsem v Alpah, pa postanejo vse pomembnejši omejujoč dejavnik rasti bukve nizke temperature v rastnem obdobju (Di Filippo in sod., 2007).

V diplomskem delu smo želeli ugotoviti, kakšni so vplivni dejavniki klime na debelinsko rast bukve na rastiščih z višjo nadmorsko višino prehodnega območja med mediteranskim in celinskim delom Slovenije. Vpliv klime na teh rastiščih smo želeli primerjati z vplivom klimatskih dejavnikov na rast bukve na nižjeležečih rastiščih in na rastiščih z bolj celinskim značajem podnebja. Zato smo si zastavili naslednje cilje:

- sestaviti lokalne kronologije širin branik bukve za sestoje na Mašunu, v revirju Pivka Jama in v Jelševcu,
- proučiti zvezo med širinami branik in klimo na obravnavanih rastiščih z uveljavljenimi dendrokronološkimi metodami in
- ugotoviti ter primerjati omejujoče dejavnike na rast bukve na treh proučevanih rastiščih.

2 SPLOŠNI DEL

2.1 SPLOŠNI GEOGRAFSKI OPIS OBRAVNAVANIH LOKACIJ

2.1.1 Gozdnogospodarsko območje Postojna

Gozdnogospodarsko območje Postojna leži na Notranjskem, manjši del pa sega tudi na Primorsko. Pokrajina je predvsem kraškega značaja in zelo razgibana. Tu se pojavljajo kraška polja z rekami ponikalnicami; nad dolinami se dvigajo kopasti vrhovi, med katerimi najdemo številne vrtače, brezna in kraške jame. Najznamenitejša turistična točka območja je Postojnska jama z več kot 20 km dolgim jamskim sistemom.



Slika 1: Položaj Gozdnogospodarskega območja Postojna (Zavod ..., 2005)

Površina gozdnogospodarskega območja meri 107.340,69 ha (O območju ..., 2005), njegova povprečna gozdnatost pa je skoraj 74 %. Območna enota je razdeljena na 6 krajevnih enot z 29 revirji. Povprečna lesna zaloga znaša 270 m³/ha.

V osrednjem delu območja leži Snežniško-Javorniška planota, ki je najvišja kraška planota pri nas. Na njenem vzhodu se razprostira niz kraških polj, na severu se javorniški gozdovi nadaljujejo v gozdove Hrušice in Nanosa, v zahodnem delu se pokrajina spusti v dolino Pivke, ob južnem vznožju Snežnika pa izvira reka Reka.

2.1.1.1 Reliefne značilnosti Gozdnogospodarskega območja Postojna

Za območje je značilen raznovrsten kraški relief. Geološka podlaga je pretežno karbonatna, vložki fliša in drugih nekarbonatnih kamnin pa povečujejo pestrost vodnih in reliefnih razmer. Pomembno vlogo igrajo reke ponikalnice. Vzdolž idrijske tektonske prelomnice se vrstijo kraška polja, ki jih imenujemo Notranjska podolja. Najbolj jugovzhodno leži Babno polje, po katerem teče reka Trebuhovica. Nekaj časa teče po površju, nato pa ponikne v več ponorih. Proti severozahodu sledi Loška dolina, v kateri se voda Trebuhovice ponovno prikaže na površju pod imenom Obrh, tu pa sta tudi izvira Veliki in Mali Obrh. Sledi Cerknisko polje s presihajočim Cerkniskim jezerom, kjer ponovno pride na površje Obrh z novim imenom Stržen in še številni drugi izviri ob vznožju Javornikov in Križne gore. V sušnem obdobju se jezero izprazni skozi požiralnike in ponorne jame, na njegovem dnu pa se pokaže struga potoka Stržena. Rakovsko-Unško polje je brez površinskih voda. Voda Stržena ponovno izvira v kraški dolini Rakov Škocjan, tokrat kot potok Rak. Že po treh kilometrih površinskega toka ponovno ponikne. Naslednjič izvira v Planinski jami na robu Planinskega polja z imenom Unica. Po Planinskem polju je pojem kraško polje tudi prvič definiran.

Snežniško-Javorniška planota je zgrajena iz številnih kopastih vrhov, med katerimi so kraška brezna, jame in vrtače. Najvišji vrh je Veliki Snežnik z nadmorsko višino 1796 m, ki je najvišja nealpska gora v Sloveniji in sega nad zgornjo gozdno mejo. Na severovzhodnem delu postojnskega gozdnogospodarskega območja pa se nahajata Vidovska in Bloška planota.

Na zahodni strani Snežniško-Javorniške planote se razprostira dolina reke Pivke. Geološka podlaga sestoji iz nepropustnih flišnih kamnin, na katere so narinjeni skladi propustnega apnenca, zato vode ponekod pronicajo v podzemlje, spet drugje pa prihajajo na površje v številnih izvirih in napolnijo strugo Pivke. To se zgodi predvsem spomladi in jeseni, ko obilne padavine na Snežniku po zemeljski površini ali pod njo odtečejo v dolino. Dolino Pivke tako sestavljajo številna presihajoča jezera; največje med njimi je Palško jezero, najbolj obstojno pa Petelinje jezero (O območju ..., 2005).

2.1.1.2 Podnebne značilnosti Gozdnogospodarskega območja Postojna

Podnebje je v tej pokrajini precej spremenljivo. Območje se nahaja na meji med celinskim in sredozemskim podnebjem. Poletja so precej sveža, zime pa hladne in ostre. Količina padavin je odvisna od reliefa, nadmorske višine in smeri vetrov, v splošnem pa je padavin precej; obilo jih pade zlasti spomladi in jeseni. Pozimi pade precej snega, zlasti na kraških planotah; na vrhu Snežnika se sneg obdrži še pozno v poletje. Pomemben vpliv ima tudi burja, ki najbolj piha pozimi.

Agencija Republike Slovenije za okolje (ARSO) razpolaga s klimatskimi podatki za meteorološko postajo Postojna v obdobju 1961-1990. V Preglednici 1 so zbrane povprečne in ekstremne mesečne vrednosti različnih klimatskih parametrov, Slika 2 pa prikazuje ustrezni klimatski diagram za obdobje 1961-1990. Postojna se nahaja na 45°46' severne zemljepisne širine ter 14°12' vzhodne zemljepisne dolžine na nadmorski višini 533 m (Klimatski ..., 2008).

Preglednica 1: Mesečne in letne vrednosti različnih klimatskih parametrov za Postojno, izračunane iz podatkov za obdobje 1961-1990 (Klimatski ..., 2008).

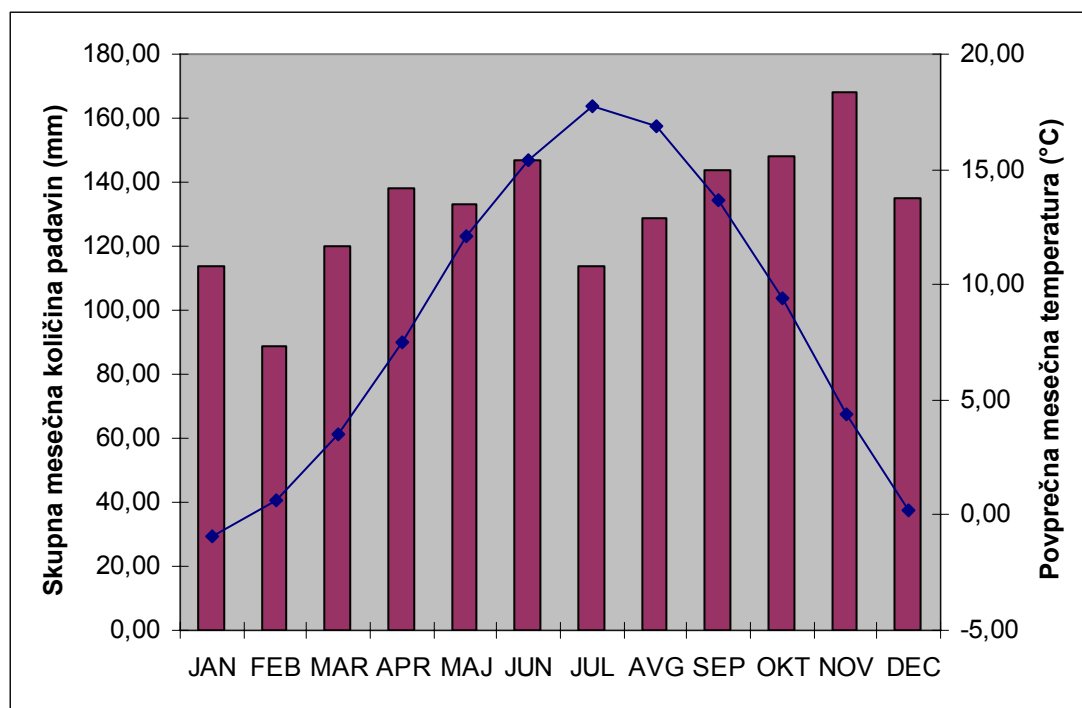
	JAN	FEB	MAR	APR	MAJ	JUN	JUL	AVG	SEP	OKT	NOV	DEC
povp. Temperatura	-0.9	0.6	3.5	7.5	12.1	15.4	17.7	16.9	13.7	9.4	4.4	0.2
povp. Najvišja dnevna temperatura	2.5	4.5	8.4	12.9	17.7	21.3	24.0	23.4	19.8	14.5	8.2	3.7
povp. Najnižja dnevna temperatura	-4.4	-2.8	-0.6	2.7	6.6	9.9	11.6	11.4	9.0	5.5	1.0	-3.1
absolutna najvišja temperatura	17.1	19.0	23.0	23.8	27.2	31.2	33.8	32.7	31.2	25.6	19.8	16.7
absolutna najnižja temperatura	-26.4	-21.8	-15.6	-11.6	-3.1	0.2	3.2	1.5	-2.0	-6.2	-17.3	-20.7
št. Dni z najnižjo temp. $\leq 0^{\circ}\text{C}$	24.7	20.0	16.5	7.1	0.9	0.0	0.0	0.0	0.2	3.1	12.5	22.9
št. Dni z najvišjo temp. $\geq 25^{\circ}\text{C}$	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	5.3	13.5	11.4	2.3	0.1	0.0	0.0
povprečni pritisk vodne pare (hPa)	5.1	5.4	6.2	7.9	10.9	14.0	15.3	15.1	13.1	10.1	7.5	5.6
povp. Relativna vlaga ob 7. uri (%)	88.7	87.9	88.1	88.6	88.9	89.9	88.8	91.8	93.9	92.1	91.4	90.0

Se nadaljuje

Nadaljevanje:

	JAN	FEB	MAR	APR	MAJ	JUN	JUL	AVG	SEP	OKT	NOV	DEC
povp. relativna vlaga ob 14. uri (%)	75.3	68.8	63.0	60.9	60.3	62.3	56.1	58.5	63.4	67.4	74.6	77.2
povp. trajanje sonč. obsevanja (ure)	87	105	133	154	197	211	263	239	186	146	87	78
št. jasnih dni (oblačnost < 2/10)	5.7	5.5	5.3	3.9	4.0	4.0	7.6	8.3	6.7	5.8	3.9	5.0
št. oblačnih dni (oblačnost > 8/10)	13.9	11.4	12.3	11.4	9.2	8.0	3.9	4.6	7.1	10.3	13.9	13.5
višina padavin (mm)	114	89	120	138	133	147	114	129	144	148	168	135
št. dni s snežno odejo ob 7. uri	14.8	10.4	5.6	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1	10.6
št. dni s padavinami ≥ 1.0 mm	9.3	8.3	9.6	11.4	11.5	12.1	8.5	8.8	7.9	8.5	10.1	9.5
št. dni z nevihto in grmenjem	0.2	0.4	0.8	1.9	4.0	6.4	5.8	5.6	3.6	1.4	1.5	0.5
št. dni z meglo	4.4	3.8	3.1	3.4	3.7	4.5	3.1	5.1	7.4	5.6	3.5	4.1

Iz klimatskega diagrama na Sliki 2 je razvidno, da največja količina padavin v Postojni pade novembra, drugi – spomladanski višek padavin pa nastopi v mesecu juniju. Jeseni so v splošnem toplejše kot pomladi.



Slika 2: Klimatski diagram za Postojno za obdobje 1961-1990 (Klimatski ..., 2008). Povprečna letna temperatura meri 8,4°C, skupna letna količina padavin pa znaša 1579 mm.

2.1.1.3 Gozdovi Gozdnogospodarskega območja Postojna

Gozdovi v tej območni enoti imajo precej dobro ohranjeno naravno zgradbo ter naravno zmes drevesnih vrst. Tu živijo vitalne populacije rjavega medveda, volka in risa, ki lahko uspevajo le v dovolj velikih gozdnih prostranstvih.

Na neposeljeni Snežniško-Javorniški planoti gozdovi poraščajo zelo velike površine: tu najdemo največje strnjeno gozdno območje v Srednji Evropi, ki se nadaljuje še na Kočevsko in na Hrvaško. Na nadmorski višini 700-1100 m prevladujejo dinarski jelovo-bukovi gozdovi, ki z večjo višino prehajajo v visokogorske bukove gozdove. Ob zgornji gozdni meji na Snežniku srečamo subalpinski bukov gozd, nad njim pa še pas ruševja in gorske trate.

Snežniški gozdovi imajo dobro dokumentirano zgodovino gospodarjenja. Tu je nastal eden najstarejših gozdnogospodarskih načrtov na naših tleh, na posestvu Snežnik pa je nastala tudi posebna kontrolna metoda gospodarjenja.

V nižje ležečih predelih območja prevladujejo naselja in kmetijske površine. Gozdne zaplate na občasno poplavljenih tleh dolin in kraških polj sestavljajo vrbovja in jelševja, ponekod tudi dobovja. Na zahodnem delu gorskega hrbta Snežniško-Javorniške planote so pogoji sušnejši; tu rastejo nasadi črnega bora, hrastovo-gabrovi gozdovi in toploljubni listnati gozdovi. Po vzhodnih nižje ležečih pobočjih z več padavinami pa uspeva dinarski podgorski gozd (O območju ..., 2005).

2.1.2 Snežniško – Javorniška planota

Snežniško-Javorniška planota je visoka kraška planota. Njena površina meri 458 km², gozdnatost pa presega 80 %. Planota poteka od Hrušice na njenem severozahodnem delu pa vse do Gorskega kotarja na jugovzhodu. Severni del predstavlja javorniška, južni del pa snežniška enota. Mašun leži na severnem in severozahodnem pobočju Snežnika na nadmorskih višinah od 800-1450 m.

2.1.2.1 Reliefne in pedološke značilnosti Snežniško – Javorniške planote

Masiv Snežniško-Javorniške planote je zgrajen iz krednega apnenca in dolomita. Kredni apnenci so podvrženi močnemu zakrasevanju, zato je planota morfološko razčlenjena in preprejena z različnimi kraškimi pojavi. Nad vrtačami in suhimi dolinami stojijo posamezni vrhovi in slemena. Planota vsebuje številne prelome v alpski in dinarski smeri.

Javorniška enota na severnem delu sega do podolja Ljubljanice med Postojno in Planino oziroma do podolja med Mašunom in Leskovo dolino. Tu je več hribov višine okoli 1200 metrov, med njimi pa so suha podolja. Severni del Snežnika je ožji in nižji od južnega dela; tu se pogosto pojavljajo vrtače.

Osrednji del snežniške enote predstavlja najvišje ležeče območje, ki na vrhu Snežnika doseže 1796 m. Na višini 1000-1100 m se pojavljajo velika mrazišča, npr. Padežnica in Grčavec. Proti jugu se planota polagoma spušča; gozdno vegetacijo zamenjujejo pašniki in košenice. Južni del je odprt proti morju, vrh Snežnika pa preprečuje prehod oblakov in povzroča močne nalive na južni strani planote.

Pokrajino odlikujejo najrazličnejši kraški pojavi. Najbolj značilne so udorne jame, pogoste so vrtače različnih velikosti, brezna, kotanje, uvale, žlebiči, itd. Ob taljenju snega in ledu so v dolih ponikale velike količine vode, kar je povzročilo nastanek globokih vrtač v višinah nad 1200 m. Tu najdemo tudi do 100 m globoka brezna in jame, npr. Ždrocle na Snežniku.

Globje kraške kotanje delujejo kot zbirališča hladnega zraka, zato se v njih pojavlja toplotni obrat in ustrezno spremenjena vegetacijska zgradba. Te kraške pojave imenujemo mrazišča. Dno mrazišč je pokrito z blatom ali gruščem, ki ga nanesejo potoki, tla so ilovnata, klima pa je zelo humidna. Na južnem in jugozahodnem pobočju Snežnika najdemo tipična mrazišča, ki jih porašča smreka. Zaradi izredno nizkih spomladanskih temperatur v teh mraziščih bukev ne uspeva. Na severnih pobočjih pa se nahajajo večje kraške doline, ki jih imenujemo polmrazišča in so poraščena z bukovim gozdom s spomladansko torilnico (Klemenčič, 1959).



Slika 3: Mrazišče na Snežniku (Sinjur ..., 2008)

Pedološka podlaga se na Snežniku razvija v smeri rjavih pokarbonatnih tal. Mestoma se ob neugodnih mikroklimatskih razmerah pojavljajo procesi izpiranja in zakisevanja tal. Skoraj celotna planota je pokrita s prstjo, vendar je debelina tal in njihova sestava močno odvisna od reliefnih oblik. Globoke doline pokrivajo debeli nanosi materiala s pobočij, na katerih so se razvila koluvialna tla in rendzine. Na apnencih prevladujejo rjava pokarbonatna tla, ponekod tudi izprana. Pojavljajo se tudi sprsteninaste rendzine. V hladnejših legah in pri visoki vlažnosti (npr. v polmraziščih) se zaradi upočasnjene razkroja organske snovi razvije surovi humus.

2.1.2.2 Podnebje Snežniško – Javorniške planote

Pomemben vpliv na podnebje Snežniško-Javorniške planote imata nadmorska višina in pravokotna lega na smer južnih ter jugozahodnih vetrov (Lovrenčak, 1976, cit. po Bembič, 2006). Ob vetrovnem vremenu prihaja nad planoto zrak, ki ima zaradi dvigovanja zračnih mas ob masivu bistveno znižano temperaturo. Temperaturni ekstremi so poudarjeni v mraziščih, nekoliko pa jih ublaži poraščenost z gozdno odejo.

Na južni strani pobočja Snežnika pade največ padavin. Povprečna letna količina padavin na Gomancih (južno pobočje) za obdobje 1961-1990 je znašala 2738 mm. V notranjosti planote je vpliv vlažnih jugozahodnih vetrov zmanjšan in se bistveno zmanjša tudi povprečna letna količina padavin. Na Mašunu je tako v istem obdobju povprečna letna količina padavin znašala le 2041 mm. Poleg tega so v notranjosti padavine precej enakomerno razporejene preko celotnega leta, na južnem robu pa poleti količina padavin znatno upade (Bembič, 2006).

Zaradi reliefne razgibanosti in smeri prevladujočih vetrov prejme Snežniško-Javorniška planota dokaj veliko količino padavin. Gorska veriga zapre pot jugozahodnim in severovzhodnim vetrovom in ob dviganju zračnih mas nastajajo orografske padavine. Pomemben vpliv na Snežniku imajo tudi snežne padavine, saj se sneg na vrhu ohrani še do poletja. To ovira segrevanje tal in skrajšuje vegetacijsko dobo.

Vrednosti povprečnih in skrajnih letnih temperatur Snežniško-Javorniške planote so relativno nizke. Povprečna letna temperatura znaša med 5 in 8°C in pada z nadmorsko višino. Julij je najtoplejši mesec, v katerem povprečna temperatura Mašuna znese le 15,0°C. Zime so dolge in hladne; srednja januarska temperatura na Mašunu meri -3,9°C (Lovrenčak, 1976, cit. po Bembič, 2006).

2.1.2.3 Gozdovi Snežniško – Javorniške planote

Gozdovi poraščajo velik del Snežniško-Javorniške planote. Od gozdnih združb prevladuje dinarski jelovo-bukov gozd (*Omphalodo-Fagetum*). V višjih predelih se pojavlja subalpinski bukov gozd (*Fagetum subalpinum dinaricum*), ponekod pa tudi bukov gozd z gorskim javorjem (*Aceri-Fagetum dinaricum*). Proti zgornji gozdni meji in nad njo uspeva ruševje. V mraziščih se pojavlja dinarski gorski smrekov gozd (*Piceetum montanum dinaricum*) in dinarski subalpinski smrekov gozd (*Piceetum subalpinum dinaricum*). Na južnih in jugozahodnih položnejših delih planote je bil gozd izkrčen in jih sedaj preraščajo kraške košenice in pašniki (Bembič, 2006).

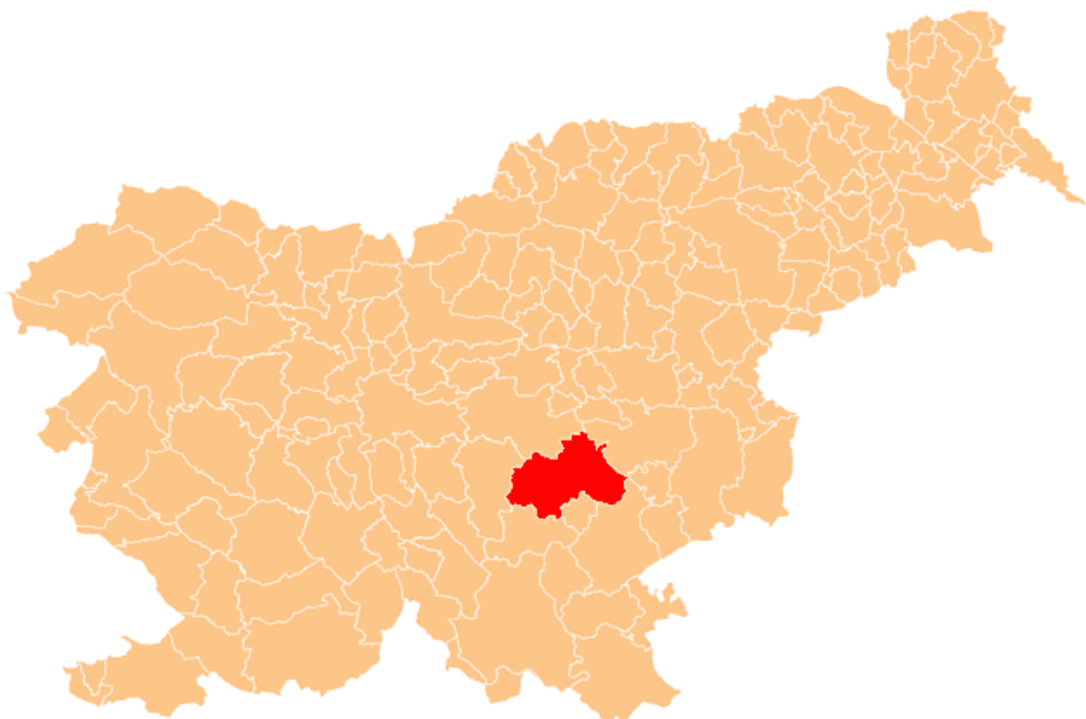
Zgornja gozdna meja na Snežniku je antropogeno znižana zaradi paše govedi in ovac. V 19. stoletju so ovce pasli vse do vrha Snežnika, zato je bilo površje v začetku 20. stoletja močno ogolelo. Danes so vidni znaki ponovnega zaraščanja površin in ponekod se v pasu ruševja že pojavljajo posamezna drevesa.

Mašun sestavljajo dinarska rastišča jelovega bukovja. Poraščen je večinoma z mešanim gozdom bukve, jelke in smreke. Večje površine predstavljajo dvoslojni sestoji s staro nadraslo jelko, mlajšo podraslo bukvijo in deloma smreko (Gašperšič, 1974, cit. po Rebula, 2005). Zaradi rastiščnih razmer in preteklega gospodarjenja je porazdelitev dreves po debelinskih stopnjah zelo pestra. Iglavci so precej debelejši od listavcev, pri čemer jelka dosega za spoznanje večje debeline kot smreka. Pri listavcih je prisoten večji delež drobnega drevja; po prsnem premeru se drevesa listavcev porazdeljujejo v značilni J distribuciji (Rebula, 2005).

2.1.3 Občina Mokronog – Trebelno

Občina Mokronog – Trebelno je uvrščena v gozdnogospodarsko območje Brežice. Območje vsebuje 6 krajevnih enot, med katerimi je tudi krajevna enota Mokronog.

Občina Mokronog – Trebelno je del Srednje Dolenjske, ki poteka po Mirnski dolini in Raduljskem hribovju. Nastala je 1. marca 2006 z odcepitvijo iz občine Trebnje. Sedež občine je v Mokronogu. Njena površina meri 71 km² in ima 2844 prebivalcev (Wikipedija, 2002).



Slika 4: Položaj občine Mokronog – Trebelno (Wikipedija, 2008)

Občina ima pomemben geografski položaj, kar se je izkazalo v različnih zgodovinskih obdobjih. Ti kraji so bili gosto poseljeni tako v prazgodovinski, rimski kot tudi v zgodnjehovinski dobi. V pozni bronasti dobi sta bili tu naselji Križni Vrh in Žempoh, v železni dobi pa je bilo to eno najbolj gosto poseljenih območij v Sloveniji. V 4. in 3. stoletju pred našim štetjem je bila tu naseljena keltska skupina Tavriskov. V srednjem veku sta se oblikovali naselji, ki imata središčni pomen še danes: Trebelno v Raduljskem hribovju in Mokronog v Mirnski dolini. Mokronog kot upravno središče občine je zgodovinsko omenjen že v 13. stoletju.

Trebelno in Mokronog sta v občini najpomembnejši središči, v hribovju in na planoti pa je poselitev bolj razpršena in se pojavljajo le manjši zaselki. V širšem območju Mirnske doline prevladuje poselitev po slemenih, pobočnih terasah in vrhovih. Posavsko hribovje se vzdolž slemen postopoma znižuje proti Mirnsko-Mokronoški kotlini. Reka Mirna je glavna

odvodnica v tem območju. Njena struga poteka proti severovzhodu skozi Krško gričevje in se pri Sevnici izliva v Savo. V jugovzhodnem predelu pa se vode stekajo v reko Raduljo, ki je eden od pritokov Krke.

2.1.3.1 Reliefne in pedološke značilnosti občine Mokronog – Trebelno

Občina Mokronog - Trebelno predstavlja prehodno pokrajino na stičišču alpskega, dinarskega in panonskega sveta, zato ima pestro kamninsko sestavo, raznolike reliefne, hidrografske in podnebne značilnosti ter raznovrstno floro in favno. Dolenjsko podolje predstavlja zahodno mejo subpanonskih vinogradniških območij. Vinogradi se pojavljajo na prisojnih pobočjih vse do nadmorske višine 450-500 m. Proti zahodu pa v dvignjenih predelih Mirnske doline vinogradniško rabo tal zamenjujejo nasadi sadnega drevja. Tudi naselja so umaknjena nad poplavno dno doline.

Raznolika kamninska sestava in vodne razmere ter razgiban relief so v tej pokrajini narekovali nastanek več različnih talnih tipov. V hribovju, kjer prevladuje karbonatna geološka sestava, fluviokraški relief ter večji nakloni pobočij, so nastala plitva do srednje globoka pokarbonatna in rjava pokarbonatna tla. Na ozkih slemenih ter še strmejših pobočjih pa so se razvili različni tipi rendzin. Rjave prsti se razvijejo na apnencu, dolomitu, na mešanici trdega laporja, apnenca in peščenjaka ali pa na mehkih karbonatnih kamninah. Imajo ugodne lastnosti za kmetijsko rabo, saj so zračne, vlažne, propustne in srednje bogate z bazami. Po robovih Mirnsko-Mokronoške kotline se pojavljajo rjave prsti na meljasto-ilovnatem nanosu, na katerih prav tako prevladuje kmetijska raba. Osojna, strma, kamnita in erozivna pobočja pa pokriva ohranjen gozd.

Površje občine Mokronog-Trebelno je precej razgibano, vendar lahko prehodno. Prevladuje nizek dolinski in gičevnat relief. Na tem območju prihaja do interference alpske in dinarske smeri. Pojavljata se normalen in kraški relief, ki se izmenjujeta vzdolž reke Temenice (Nose, 2006).

Trebeljansko je gričevnata pokrajina, ki jo oblikujeta kraški in fluviokraški relief. To območje poteka po porečju reke Radulje. Njegova severna meja poteka delno vzdolž

potoka Laknice, delno pa po mirnski razvodnici. Vzdlž te meje se menjujejo stare triadne kamnine različnih starosti. Ob prevladujočem apnencu in dolomitu se v pasovih pojavljajo tufi, tufiti, dolomitne breče in konglomerati, plasti laporja in peščenjaki. Ob nepropustnih kamninah se pojavljajo številni izviri. Na območju lapornatih in apnenčastih sedimentov najdemo močno vrtačast relief. Južni del Trebeljanskega ima dolomitno podlago; tu se pojavljajo izviri, ki kmalu poniknejo v kraških tleh. Delež karbonatnih kamnin je sicer velik, vendar ima Trebeljansko kljub temu precej gosto mrežo vodotokov.

V ugrezajočem delu porečja reke Mirne med naseljema Mirna in Pijavice leži Mirnsko-Mokronoška kotlina. Dno kotline je poplavno in pokrito z debelimi plastmi ilovnatoglinenih sedimentov; tu prevladuje fluvio-akumulacijski tip reliefa z majhnimi nagibi. Struga reke Mirne je regulirana, vendar je dno še marsikje vlažno ter tla zakisana. Rob kotline je sestavljen iz teras in prekinjen s poplavnimi ravnici. Pobočja gradijo triadni dolomiti, lapor, skrilačci, peščenjaki in apnenci, vse skupaj pa je pokrito s plastmi plio-pleistocenske ilovice. Na višje ležečih predelih, ki so varna pred poplavami, je razvita poselitev, kmetijstvo in infrastruktura.

Mirnsko-Mokronoška kotlina je obkrožena z vinorodnim Mirnskim gričevjem, to pa proti severozahodu in jugovzhodu prehaja v do 850 m visoko hribovje. Gričevje je precej razčlenjeno; potoki imajo tudi ob robu kotline še veliko moč. Zato so številna pobočja strma in izpostavljena močni talni eroziji. Kamninska sestava je zelo pestra. V zahodnem delu prevladujejo silikatne kamnine, kar omogoča gosto hidrografsko mrežo. Tu se nahajajo ozke doline v alpski smeri. Ostala slemena pa imajo v glavnem dinarsko smer ali pa potekajo v smeri S-J. Ob prisotnosti karbonatnih kamnin se pojavljata fluviokraški in kraški relief (Občina Mokronog-Trebelno, 2007).

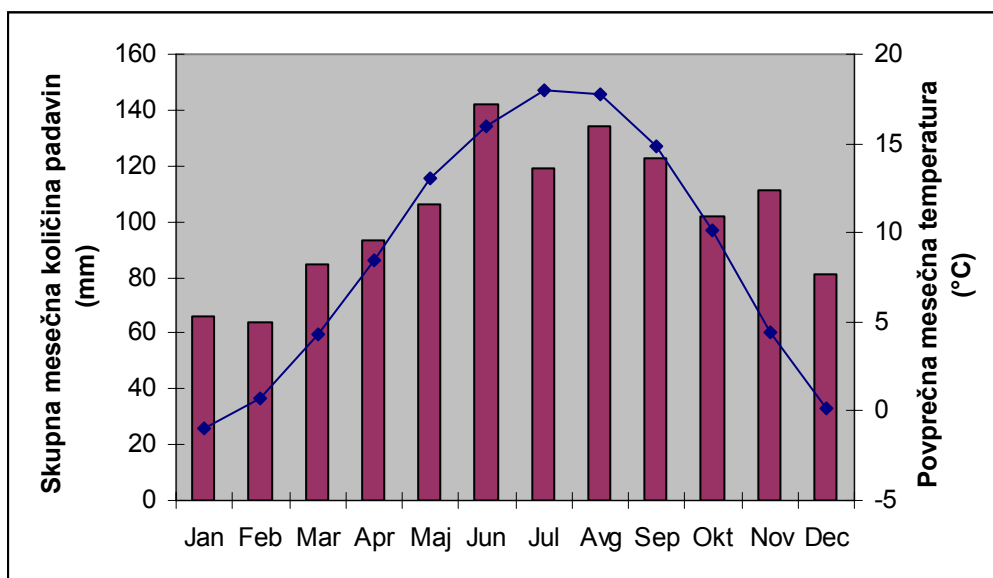
2.1.3.1 Podnebje v občini Mokronog – Trebelno

Srednja Dolenjska ima zmerno celinsko vlažno podnebje. Povprečna letna temperatura znaša 9°C (v januarju -1°C, v juliju 18°C), skupna letna količina padavin pa znaša približno 1200 mm. Največ padavin pade v poletnih mesecih, najmanj pa pozimi. Pojavlja se tudi sekundarni višek padavin v jeseni, ki kaže na vpliv submediteranskega podnebja.

To območje je na zahodni meji subpanonskega vegetacijskega vpliva; zanj je značilna prehodnost med panonsko-subpanonskim in srednjeevropskim podnebnim območjem. Podnebne značilnosti so rezultat panonskih in celinskih vplivov, ki jih modificira še relief (Nose, 2006).

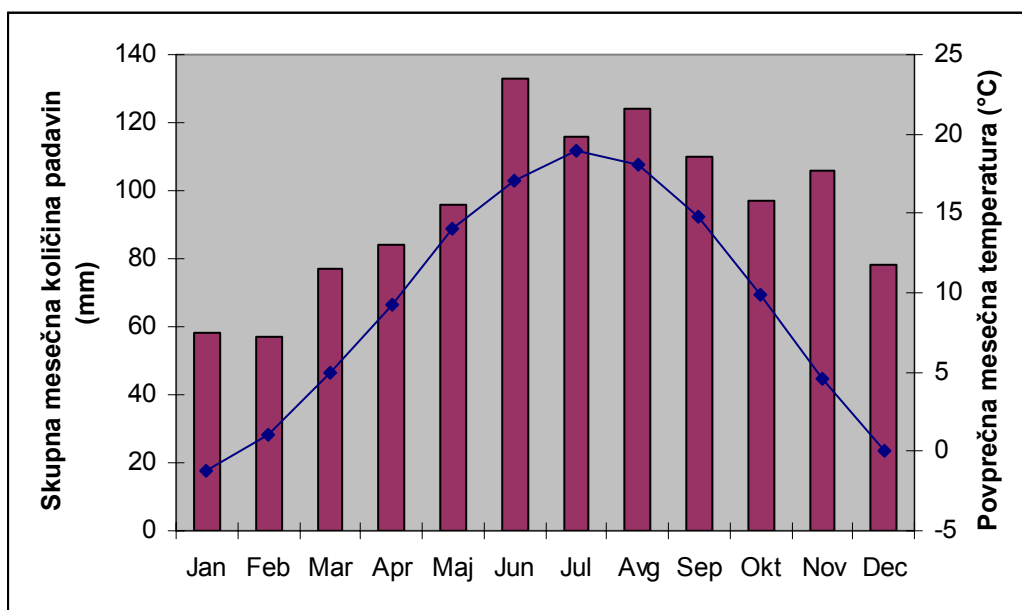
Bernot je leta 1984 opisal klimatske razmere za meteorološke postaje Mirna, Malkovec in Sevno za obdobje 1951-1980 v prispevku za 13. zborovanje slovenskih geografov (Nose, 2006). Najhladnejši mesec v obdobju je bil mesec januar. Temperature poleti dosežejo višek nekaj za poletnim enakonočjem. V juliju in avgustu se pojavljajo t.i. tropski dnevi, ko maksimalna temperatura preseže 30°C. Največ tropskih dni so zabeležili na postaji Mirna, ki ima kotlinsko lego. Jesen je toplejša od pomladi. Ledenih dni, v katerih je maksimalna temperatura pod lediščem, je bilo od 21-30; največ v mesecu januarju.

Večina padavin pade v obliki dežja. V povprečju je letno 109-114 dni z dnevno količino padavin nad 1 mm. Sneg se ne obdrži celo zimo, pač pa vmes večkrat skopni. Povprečna debelina snežne odeje znaša 20-40 cm.



Slika 5: Klimatski diagram za meteorološko postajo Sevno, ki temelji na podatkih za obdobje 1961-1990 (ARSO, 2008). [Sevno, zemljepisna širina 48° 58' 56", zemljepisna dolžina 14° 55' 47", nadmorska višina 545 m]. Povprečna letna temperatura znaša 8,9°C, povprečna letna količina padavin pa znaša 1226 mm.

Iz klimatskih diagramov za meteorološki postaji Sevnica in Mirna (Sliki 5 in 6) je razvidno, da večji del padavin pade v poletnih mesecih; največ v mesecu juniju. V primeru previsokih temperatur na začetku poletja lahko pride do suše, ki ima močno negativen vpliv na uspevanje vegetacije.



Slika 6: Klimatski diagram za meteorološko postajo Mirna, ki temelji na podatkih za obdobje 1961-1990 (ARSO, 2008). [Mirna, zemljepisna širina 45° 57' 00", zemljepisna dolžina 15° 03' 36", nadmorska višina 251 m]. Povprečna letna temperatura znaša 10,1°C, povprečna letna količina padavin pa znaša 1136 mm.

2.1.3.3 Gozdovi v občini Mokronog – Trebelno

Gozdovi občine Mokronog – Trebelno spadajo v gozdnogospodarsko območje Brežice. V občini prevladujejo aconalne gozdne združbe, ki so se razvile pod vplivom kamninske in pedološke sestave, ekspozicije in naklona pobočij. Največ je gozdnih združb z bukvijo. Conalni združbi pa sta preddinarski gorski in podgorski bukov gozd ter združba gabra in belkaste bekice (Topole, 1998, cit. po Nose, 2006).

Povprečna lesna zaloga v gozdnogospodarski enoti Mokronog znaša 250 m³/ha, povprečen letni prirastek pa 6 m³/ha. Gozdnatost te gozdnogospodarske enote je približno 60% (Mori, 2005, cit. po Nose, 2006). Od gozdnih združb prevladuje preddinarski bukov gozd (*Hacquetio-Fagetum*) s 70 % vseh gozdnih površin, sledi mu gozd bukve in gradna z 20 %,

manjši pa so deleži združb *Lamio orvalae-Fagetum*, *Quercu-Carpinetum*, *Blechno-Fagetum* in drugih.

Bukev dosega v Brežiškem in Tolminskem gozdnogospodarskem območju največji delež v lesni zalogi (Poljanec in sod., 2008). V gozdnogospodarskem območju Brežice prevladujejo bukova rastišča, ki predstavljajo kar 85 % površine vseh gozdov. Večina teh gozdov ima ohranjeno naravno drevesno sestavo; le manjši del predstavljajo sestoji s spremenjeno drevesno sestavo (smreka, zeleni bor, duglazija, ...). Trije ohranjeni območni gospodarski razredi na bukovih rastiščih so: Ohranjeni bukovi gozdovi na kisli podlagi, Ohranjeni predgorski bukovi gozdovi in Ohranjeni gorski bukovi gozdovi. Modelni delež bukve v teh treh gospodarskih razredih znaša med 59 in 70 % skupne lesne zaloge. Dejanski delež bukve za modelnim deležem trenutno zaostaja za 5-10 %. Spremenjeni območni gospodarski razredi z bukvijo so Bukovi gozdovi na kisli podlagi, spremenjeni z iglavci, Predgorski bukovi gozdovi, spremenjeni z iglavci in Gorski bukovi gozdovi, spremenjeni z iglavci. V teh gospodarskih razredih dejanski delež bukve za modelnim zaostaja za 15-23 %. Na bukovih rastiščih je le 16 % državnih gozdov; vse ostalo so gozdovi drugih lastništev.

Naravno pomlajevanje bukve v Brežiškem gozdnogospodarskem območju poteka brez večjih težav. Analiza strukture razvojnih faz je pokazala presežek drogovnjakov in debeljakov ter pomanjkanje preostalih razvojnih faz (mladovja in sestojev v obnovi). Lastnike gozdov spodbujajo k intenzivnejši sečnji v mlajših razvojnih fazah gozda. Pri gospodarjenju z bukovimi gozdovi ugotavljajo, da bi bilo treba debeljake hitreje in intenzivneje uvajati v obnovo (Bogovič, 2008).

2.2 ZNAČILNOSTI NAVADNE BUKVE (*FAGUS SYLVATICA* L.)

2.2.1 Ekološke in biološke značilnosti navadne bukve

Opis značilnosti navadne bukve sem povzela po virih Kotar in Brus (1999), Brus (2004), Kadunc (2008), Poljanec in sod. (2008) in Šilić (1983).

Navadna bukev je listopadno drevo z ravnim deblom, mogočno zaobljeno krošnjo in razvejanim koreninskim sistemom. Zraste do 40 m visoko in doseže tudi preko 1 m prsnega premera. Njena skorja je srebrno sive barve, tanka in gladka. Ima rjavkaste bleščeče poganjke in podolgovate svetlorjave zašiljene brste, ki z vejico oklepajo kot 45°. Listi so enostavni, podolgovato jajčaste ali eliptične oblike, kratkopeceljati, od 6-10 cm dolgi ter od 3-7 cm široki. Na zgornji strani so temnozeleni in bleščeči, spodnja stran pa je svetlozelene barve. Mladi listi so dlakavi, kasneje pa se dlačice ohranijo le ob listnih robovih.

Bukev je enodomna in vetrocvetna vrsta, ki cveti aprila ali maja hkrati z olistanjem. Cvetovi so enospolni: moške mačice so okrogle oblike, visijo na dlakavih pecljih in v vsaki od njih je do 20 majhnih zvonastih cvetov. Ženski cvetovi sedijo paroma v ovojih na koncu debelejšega peclja. Pestič ima plodnico jajčaste oblike in po tri rdeče ali rumene brazde. Iz plodnice se razvije trirob gladek orešek rjave barve, ki ga imenujemo žir. Po dva žira ležita skupaj v zaprti skledici, ki je obdana s kaveljčastimi bodicami. Žir jeseni dozori in skledica se odpre s štirimi loputami. Polni obrod bukve nastopi vsakih 5-6 let. Bukev se v naravi navadno razmnožuje s semeni, včasih pa tudi vegetativno s poleglimi vejami ali iz koreninskih poganjkov (Brus, 2004).

Bukev raste na različnih geoloških podlagah, rada pa ima globoka, sveža in humozna tla, bogata s kalcijem. Ima značaj subatlantske drevesne vrste: potrebuje dovolj zračne vlage in padavin ter vsaj 5 mesecev dolgo vegetacijsko dobo. Izogiba se sušnemu in hladnemu podnebjju in tudi poplavnim področjem. Je sencozadržna drevesna vrsta; zlasti v mladosti lahko dlje časa preživi pod zastorom odraslega sestoja. Mlade bukve so občutljive na

spomladanske pozebe in sneg, ki lahko povije drevje v razvojni fazi gošče ali letvenjaka. Neposredna sončna pripeka lahko povzroči ožig skorje.



Slika 7: Sestoj bukve (foto: Katarina Čufar)

Rast bukve je dokaj hitra, v mladosti pa je navadno precej upočasnjena zaradi zastiranja odraslega sestoja. Priraščanje lesa je odvisno od klimatskih pogojev in rodovitnosti rastišča. Vrednosti povprečnih produkcijskih sposobnosti bukovih rastišč se gibljejo od 4,55 do 11,23 m³/ha na leto. Poleg tega pa je produkcija odvisna tudi od gostote sestojev in njihove mešanosti (Kadunc, 2008).

2.2.1.1 Ekološka vloga navadne bukve

Navadna bukev gradi ali spremlja številne in zelo raznolike gozdne združbe (Brus, 2004). V Sloveniji je druga najpogostejša drevesna vrsta, ki se pojavlja na skoraj 89 % celotne površine slovenskih gozdov, kot prevladujoča drevesna vrsta pa je prisotna na dobri četrtini površine. Bukev je najbolj razširjena v pasu od 800-1200 m nadmorske višine, kot dominantna drevesna vrsta se pojavlja v pasu od 200-1400 m nadmorske višine, raste pa vse do zgornje gozdne meje. Prostorsko najbolj razširjena bukova združba je *Hacquetio-Fagetum*, pomembnejše združbe z bukvijo pa so še *Fagetum subalpinum*, *Festuco drymaea-Fagetum*, *Orvalo-Fagetum*, *Isopyro-Fagetum*, *Festuco-Abietetum*, *Enneaphyllo-Fagetum*, *Adenostylo glabrae-Fagetum*, *Seslerio-Fagetum*, *Pinetum-mughi*, *Arunco-Fagetum* in *Fagetum submontanum praealpinum* (Poljanec in sod., 2008).

V gozdnem ekosistemu igra bukev pomembno vlogo pri kroženju hranil in izboljšanju tal. Njeno listje vsebuje veliko količino hranilnih snovi, ki se po odpadanju v nekaj letih razgradijo v humus, zato velja bukev za melioratorja gozdnih tal. Poleg tega imajo košate krošnje odraslih bukev sposobnost predelave velikih količin ogljikovega dioksida in proizvodnje kisika.

2.2.1.2 Uporabnost navadne bukve

Bukovina je trd, težak in elastičen les z veliko ogrevalno močjo. Uporaben je za izdelavo pohištva, parketov, opažev, vezanih plošč, železniških pragov in za celulozo. Žir je pomembna hrana divjadi, divjih prašičev, malih glodavcev in ptic. Bukev je tudi okrasna drevesna vrsta; v večjih parkih se pogosto pojavljata predvsem njeni okrasni sorti *Fagus sylvatica* 'Atropunicea' (rdečelistna bukev) in *Fagus sylvatica* 'Pendula' (povešava bukev).

2.2.2 Razširjenost navadne bukve

Navadna bukev je razširjena po večjem delu Evrope z izjemo nižinskega dela Pirenejskega polotoka, Irske in severnega dela Skandinavije. Na severu raste kot drevo nižin, na jugu pa pride vse do zgornje gozdne meje. V Alpah uspeva do 1700 m, v Apeninih pa celo do 1950 m nadmorske višine (Brus, 2004).

Pri nas se bukev pojavlja od nižin pa do zgornje gozdne meje. V nižinskem svetu oblikuje mešane gozdove skupaj z drugimi listavci, v predgorju sestavlja čiste ali skoraj čiste sestoje, v gorskem pasu pa se največkrat pojavlja skupaj z jelko, smreko ali macesnom. Ne najdemo je v poplavnih nižinah in v suhih predelih primorskega sveta (Kotar in Brus, 1999).

2.2.3 Struktura lesa navadne bukve

Bukov les je rdečkasto bele barve. Bukev nima prave jedrovine, zato les do pozne starosti od periferije do stržena obdrži značaj beljave. Diskoloriran les je rdečerjav. Bukev spada med difuznoporozne listavce. Njene branike so razločne, saj je kasni les temnejši od ranega in vsebuje manj trahej. Strženovi trakovi so dveh velikosti: prvi so zelo široki in dobro vidni tudi s prostim očesom, drugi pa so ozki in vidni le pod mikroskopom. Trakovi so na letnicah razširjeni (Čufar, 2006).

Bukev je evolucijsko primitiven listavec. Ima relativno dolge trahejne člene z lestvičastimi in enostavnimi perforacijami. Osnovno tkivo je zgrajeno iz traheid z obokanimi piknjami; traheide sodelujejo pri prevajanju vode. Aksialni parenhim je apotrahealen in difuzen (Čufar, 2006).

2.3 DENDROKRONOLOGIJA IN DENDROEKOLOGIJA

Dendrokronologija je veda, ki se ukvarja z raziskovanjem zaporedij branik. Na podlagi teh zaporedij lahko ugotavljamo starost dreves, datiramo les neznanega izvora, raziskujemo zvezo med širino branik in različnimi dejavniki okolja, spoznavamo klimatska dogajanja v preteklosti, primerjamo rast dreves na istem ali na različnih rastiščih in iščemo vzroke za podobnosti oziroma razlike v ugotovljenih vzorcih in še bi lahko naštevali. Osnovna metoda dendrokronologije je merjenje širin branik. V zmernem klimatskem pasu z delitvami kambijevih celic nastane vsako leto po ena branika, zato lahko z merjenjem sestavimo časovno zaporedje širin branik za določeno drevo ali določeno rastišče. Z analizo teh zaporedij lahko raziskujemo, kdaj ali kako je neko drevo raslo, kako so se spreminjali rastni pogoji, kako se ista drevesna vrsta obnaša na različnih rastiščih, itd.

Merjenje širin branik ponavadi izvedemo z opazovanjem obdelanega prečnega prereza lesa s stereomikroskopom; pri tem si pomagamo z ustrezno merilno oz. programsko opremo. Dobljeno zaporedje širin branik grafično prikažemo v odvisnosti od časa. Nato različna zaporedja med seboj časovno uskladimo s sinhroniziranjem. Če starosti lesa ne poznamo, je potrebno zaporedja še absolutno umestiti v čas; to imenujemo datiranje.

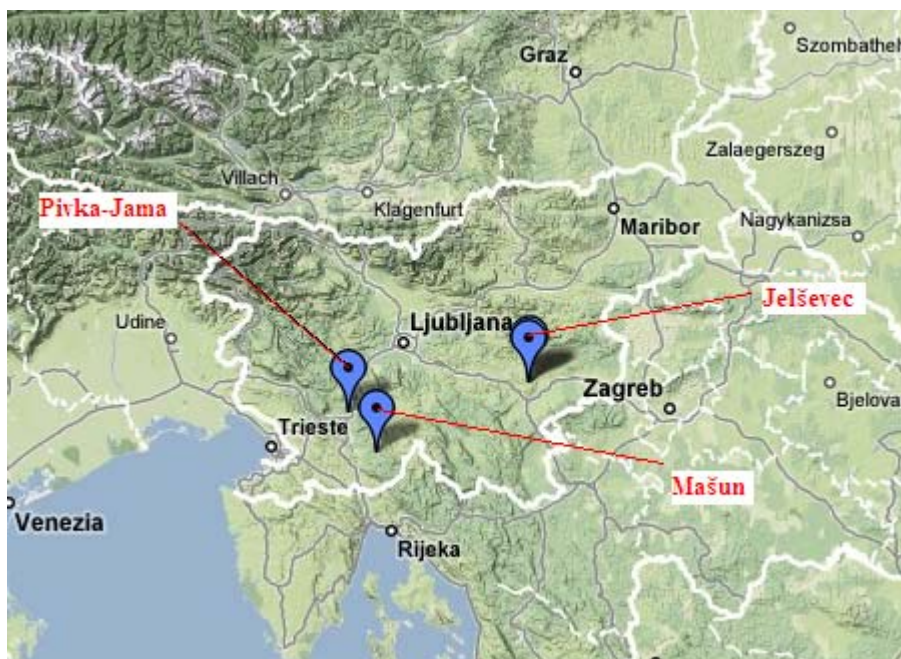
Na rast branik vplivajo številni znani in neznani dejavniki, katerih delovanje je včasih težko določiti. Zato s pomočjo različnih statističnih metod poskušamo izločiti vpliv nekaterih znanih dejavnikov, da bi lažje proučevali delovanje drugih dejavnikov na širino branik. S tem se ukvarja dendroekologija. Njena posebna veja je dendroklimatologija, ki raziskuje povezavo med širino branik in klimo. Ugotavljamo lahko, kako se določena drevesna vrsta odziva na različne klimatske dejavnike na različnih rastiščih. Poleg tega nam dolga časovna zaporedja širin branik omogočajo rekonstrukcijo klime v preteklosti, možnosti napovedi prihodnjih klimatskih dogajanj ter njihovih vplivov na uspevanje dreves.

3 MATERIAL IN METODE

PROUČEVANI SESTOJI

Opravili smo dendroklimatološke raziskave treh sestojev bukve na različnih lokacijah v Sloveniji (Slika 8). Prvi raziskovani sestoj se je nahajal na Mašunu na Snežniku, drugi sestoj v revirju Pivka Jama pri Postojni, tretji sestoj pa v Jelševcu v gozdnogospodarski enoti Mokronog na Dolenjskem. Na Mašunu smo analizirali 24 dreves, v Pivki-Jami 8 dreves in v Jelševcu 27 dreves.

Z izbiro treh različnih lokacij smo želeli primerjati rastne in dendroklimatološke značilnosti bukve na rastiščih z višjo nadmorsko višino na prehodu med mediteranskim in celinskim podnebjem (Mašun), v nižjih legah v istem klimatskem pasu (Pivka Jama) ter v jugovzhodni Sloveniji z bolj celinskim značajem podnebja (Jelševac). Dobljene tri kronologije smo umestili med ostale že raziskane kronologije bukve v Sloveniji.



Slika 8: Lokacije treh proučevanih sestojev (Google Earth, 2008)

Sestoj na Mašunu

Raziskovalna ploskev se nahaja v gozdnogospodarskem območju Postojna, v odseku b oddelka 20 gozdnogospodarske enote Mašun v krajevni enoti Knežak. Gre za ohranjene debeljake bukve, jelke in smreke s posamično primesjo gorskega javorja. Bukev zavzema večinski delež (62 %), jelka in smreka pa sta prisotni s po 16 %. Gozdovi so v državni lasti. V Preglednici 2 so zbrane nekatere značilnosti raziskovanega sestoja (Ostanek, 2008).



Slika 9: Lokacija sestoja na Mašunu (Google Earth, 2008)

Preglednica 2: Sestojne značilnosti sestoja na Mašunu (se nadaljuje)

Sestojne značilnosti	Sestoj na Mašunu
oddelek	20
razvojna faza	debeljak (66%), sestoj v obnovi (27%), drogovnjak (8%)
sestojna višina	25 m
lega	pobočje
relief	jarkast
naklon	18 %
gozdna združba	<i>Omphalodo-Fagetum homogynetosum</i>
geološka podlaga	apnenec

Se nadaljuje

Nadaljevanje:

Sestojne značilnosti	Sestoj na Mašunu
tla	rjava pokarbonatna tla
nadmorska višina	1050 - 1150 m
ekspozicija	SV

Sestoj v revirju Pivka Jama

Sestoj se nahaja v revirju Pivka Jama v katastrski občini Postojna. Vzorce smo pridobili iz dreves na parceli 1771/7 v odseku b oddelka 21.

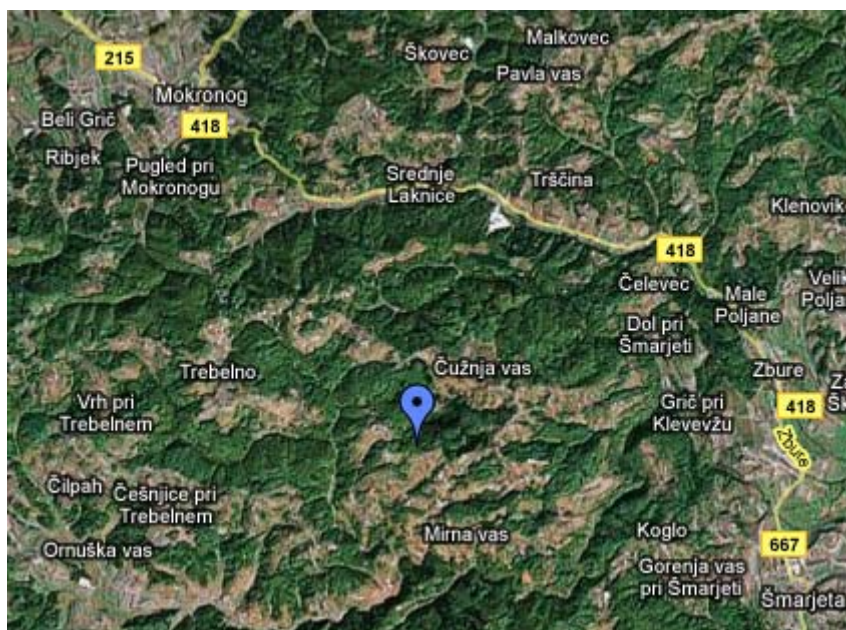
Preglednica 3: Sestojne značilnosti sestoja v revirju Pivka Jama pri Postojni (Kotnik, 2008)

Sestojne značilnosti	Sestoj v revirju Pivka Jama
oddelek	21
razvojna faza	debeljak
sestojna višina	28 m
lega	pobočje
relief	naguban
naklon	10 %
gozdna združba	<i>Omphalodo-Fagetum omphalodotosum</i>
geološka podlaga	apnenec
tla	rjava pokarbonatna tla
nadmorska višina	600 - 700 m
ekspozicija	JZ

Sestoj v Jelševcu pri Mokronogu

Raziskovalna ploskev se nahaja znotraj gozdnogospodarskega območja Brežice, v oddelku 160 gozdnogospodarske enote Mokronog, katastrska občina Jelševce (Slika 10). Gre za skupinsko mešani gozd bukve in smreke, v katerem prevladujejo drogovnjaki in debeljaki

bukve. Uvrščen je v gospodarski razred ohranjenih predgorskih bukovih gozdov gozdne združbe *Hacquetio-Fagetum*. Starost sestoja je ocenjena na 110-130 let. Gozd je v zasebni lasti. Podatki o rastiščnih in sestojnih značilnostih so zbrani v Preglednici 4.



Slika 10: Lokacija sestoja pri Mokronogu (Google Earth, 2008)

Preglednica 4: Sestojne značilnosti sestoja v Jelševcu pri Mokronogu (Vavtar, 2008)

Sestojne značilnosti	Sestoj v Jelševcu pri Mokronogu
oddelek	160
razvojna faza	debeljak, delno pomlajenec
sestojna višina	30 m
lega	pobočje
relief	valovit
naklon	15 %
gozdna združba	<i>Hacquetio-Fagetum</i>
geološka podlaga	dolomit
tla	globoka rjava tla
nadmorska višina	320-420 m
ekspozicija	J

VZORČNA DREVESA

Vzorke za dendroklimatološko analizo smo pridobili z odvzemom kolotov iz debel bukve, podrtih pri redni sečnji. Izbrali smo debla, ki so imela na višini 4 m vsaj 70 branik. Z motorno žago smo iz vsakega od izbranih debel izrezali približno 10 cm debel kolot. Kolote smo oštevilčili in jih prepeljali v laboratorij.

Kolute smo na zraku sušili en mesec do zračno suhega stanja. Pri sušenju smo postopali previdno, da bi preprečili razpokanje lesa. Zatem smo kolote sušili v laboratorijski sušilnici, dokler niso dosegli vlažnosti 3-5 %. Iz vsakega od kolotov smo nato izžagali po tri radialne vzorce širine 4-5 cm. Za vzorce smo izbrali čimbolj reprezentativne radije posameznega koluta, ki so si v kolutu ležali čimbolj nasprotno. Poleg tega smo pazili, da v vzorcu ni bilo napak, da smo vzorec izžagali pravokotno glede na letnice in da je vsak vzorec vseboval tako stržen kot tudi zadnjo braniko pod skorjo ter skorjo. Pri nekaj vzorcih je skorja že ob odvzemu koluta odpadla, zato smo pri datiranju morali upoštevati tudi morebitne manjkajoče branike lesa. Pri vseh ostalih vzorcih pa je zadnja branika nastala leta 2007, v katerem so bila drevesa posekana. Ta podatek je olajšal kasnejšo datacijo vzorcev.

Vsak vzorec smo označili s šifro, ki je vsebovala 2-3 črke z oznako lokacije (SNE za Mašun, PO za Pivka Jama ali MO za Jelševce), številko drevesa (01 do 27) in oznako vzorca oz. radija (A, B ali C). Pri merjenju smo šifri vzorca na koncu dodali še številko meritve, saj smo nekatere meritve večkrat ponovili. Šifra SNE14B1 na primer pomeni prvo meritev drugega radialnega vzorca 14. drevesa sestoja na Mašunu. Vzorce smo nato obdelali v mizarski delavnici. Zbrusili smo jih z brusnimi papirji granulacije 80, 120 in 240 in s tem dosegli dovolj gladko površino za opazovanje vzorcev pod mikroskopom.

Preglednica 5: Pomen šifre vzorca na primeru SNE10C2

Oznaka	SNE	10	C	2
Pomen	Lokacija odvzema vzorca	Številka drevesa	Oznaka radialnega vzorca	Zaporedna številka meritve

MERJENJE ŠIRIN BRANIK

Po končani obdelavi vzorcev smo začeli z merjenjem širin branik. To je potekalo v dendrokronološkem laboratoriju Katedre za tehnologijo lesa Oddelka za lesarstvo Biotehniške fakultete. Pri merjenju smo uporabljali merilno mizico LINTAB, ki je povezana z računalnikom, na katerem program TSAP Win shranjuje izmerjene širine branik in omogoča nadaljno obdelavo pridobljenih meritev. Vzorec na merilni mizici smo opazovali s stereo mikroskopom OLYMPUS S2-11, ki je preko kamere SONY CDD/RGB povezan z barvnim monitorjem SONY Trinitron. Merjenje širin branik smo opravili z natančnostjo 0,01 mm.

Vzorec smo položili na merilno mizico z obdelano stranjo obrnjeno navzgor in ga poravnali tako, da je njegovo gibanje ob premikanju merilne mizice potekalo pravokotno na letnice. Merilno mizico se premika z vrtenjem posebne ročice. Na začetku vzorec in mizico postavimo v položaj, v katerem pod križem mikroskopa vidimo stržen vzorca. Pri tem mora biti stržen vzorca na desni strani, skorja pa na levi strani merilne mizice. Vzorce merimo od stržena proti periferiji s premikanjem merilne mizice. V programu TSAP Win vnesemo šifro vzorca in ostale podatke ter začnemo z meritvijo. V začetnem položaju merilne mizice se s klikom miške postavimo na razdaljo 0. Nato ročico merilne mizice zavrtimo za toliko, da se križ mikroskopa pokrije z naslednjo letnico. S klikom miške program zabeleži izmerjeno širino branike. Na enak način nadaljujemo, dokler ne pridemo do skorje vzorca, pri kateri meritev zaključimo in shranimo. Gibanje vzorca ob premikanju merilne mizice mora potekati pravokotno na letnice. Če je potrebno, zato vzorec med merjenjem poravnamo, a to napravimo previdno, da vedno ostanemo na isti letnici.

Opravili smo meritve vseh vzorcev; pri večini vzorcev smo meritev zaradi večje zanesljivosti vsaj dvakrat ponovili.

SINHRONIZACIJA IN DATIRANJE ZAPOREDIJ ŠIRIN BRANIK

Sinhronizacija je postopek, v katerem posamezna zaporedja širin branik postavimo v sinhron položaj v času. Z datiranjem jih nato še časovno umestimo. Program TSAP Win omogoča obdelavo izmerjenih zaporedij širin branik, njihovo grafično prikazovanje v odvisnosti od časa in datiranje. S pomočjo tega programa smo izmerjena zaporedja širin branik vsake od treh lokacij sinhronizirali in datirali. Sinhroniziranje je olajšalo dejstvo, da smo za vsa drevesa poznali leto nastanka zadnje branike (2007). Poleg tega smo dobljene kronologije lahko primerjali s številnimi kronologijami bukve v Sloveniji, ki so že nastale na Katedri za tehnologijo lesa.

Pri sinhroniziranju zaporedij širin branik smo si pomagali z matematično – statističnimi metodami. Za sinhronizacijo najprej izberemo zaporedje širin branik, v katerem ni večjih odstopanj. Nato iz baze podatkov izberemo nadaljnjih pet zaporedij. Vsako od njih primerjamo z osnovnim zaporedjem in poiščemo sinhrono lego. Sinhrona lega je tista, pri kateri je t -vrednost po Baillie-Pilcherju največja in kjer se hkrati obe primerjani krivulji tudi vizualno dobro ujemata (Levanič 1996, cit. po Baillie in Pilcher 1973). Nato izberemo naslednjih pet vzorcev in na enak način nadaljujemo, dokler ne dosežemo sinhrono lege vseh zaporedij. Pri preverjanju ujemanja kronologij smo si pomagali tudi z drugimi statističnimi kazalniki, kot sta koeficient časovne skladnosti (GLK) in indeks navzkrižnega datiranja (CDI).

3.4.1 Matematično – statistične metode za obdelavo kronologij

3.4.1.1 Izračun t -vrednosti po Baillie-ju in Pilcherju

Parametričen statistični test izračuna t -vrednosti po Baillie-ju in Pilcherju predstavlja objektivno mero za podobnost dveh kronologij (Levanič, 1996). Med seboj vedno primerjamo dve zaporedji, za kateri izračunamo korelacijski koeficient, korigiran s kvadratnim korenem iz števila stopinj prostosti. t -vrednost zavzame vrednosti med 0 in 100, pri čemer glede na stopnjo značilnosti vrednosti od 3-5 označimo z *, vrednosti od 5-10 z ** in vrednosti nad 10 s ***. Koeficienti t_{BP} so uporabni pri sinhronizaciji oziroma

datiranju večjega števila zaporedij širin branik. S t-vrednostmi preverjamo tudi ujemanje posameznih zaporedij širin branik z lokalno kronologijo in s tem upravičenost njihovega vključevanja v lokalno kronologijo. Vrednosti t_{BP} smo izračunali s programom TSAP Win.

3.4.1.2 Koeficient časovne skladnosti GLK

Koeficient časovne skladnosti (nem. Gleichläufigkeit) je mera ujemanja dveh kronologij na opazovanem intervalu (Huber 1943, Eckstein in Bauch 1969, cit. po Levanič 1996). S tem koeficientom med seboj primerjamo po dve zaporedji, izražamo pa ga v odstotkih. Večji kot je koeficient časovne skladnosti, bolj podoben je časovni potek obeh kronologij.

3.4.1.3 Indeks navzkrižnega datiranja CDI

Indeks navzkrižnega datiranja (angl. Cross data index) je še en statistični pripomoček za ugotavljanje ujemanja dveh kronologij. Primeren je za enostavnejše sinhroniziranje zlasti v primeru, če se t-vrednost po Baillie-Pilcherju in koeficient časovne skladnosti bistveno razhajata. Indeks CDI namreč predstavlja kombinacijo obeh prej omenjenih koeficientov (Schmidt, 1987, cit. po Levanič, 1996).

3.5 SESTAVA LOKALNE KRONOLOGIJE

Lokalna kronologija predstavlja aritmetično sredino vseh zaporedij širin branik posamezne lokacije. Izračunali smo jo v programih TSAP/x in Excel ter kronologijo tudi grafično predstavili. V kronologijo smo vključili tista zaporedja širin branik, ki so se s kronologijo statistično ujemala. Vse meritve smo grafično preverili in jih po potrebi ponovili. Končne podatke smo shranili za nadaljnjo obdelavo.

Pomemben podatek pri lokalni kronologiji je tudi njena pokritost, ki pove, na koliko drevesih temelji izračun kronologije v posameznem letu. Večja kot je pokritost, bolj zanesljive podatke lahko pričakujemo. To dejstvo upoštevamo tudi pri izračunu značilnih let, ki je del dendroklimatološke analize.

3.6 DENDROKLIMATOLOŠKA ANALIZA

3.6.1 Standardizacija lokalnih kronologij

Na rast branik vplivajo različni klimatski in neklimatski dejavniki. Pri dendroklimatološki analizi želimo vpliv neklimatskih dejavnikov, kot so starostni trendi, vplivi sestoja, biotski dejavniki in drugi dejavniki okolja, v čim 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 (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 pojavljajo 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. Kubični zlepek je zvezno odvedljiva funkcija, sestavljena iz več kubičnih polinomov (Levanič, 1996).

S programom ARSTAN smo izračunali tri tipe indeksiranih kronologij, poleg tega pa smo s pomočjo programa izvedli tudi analizo posameznih statističnih kazalnikov in drugih podatkov. Prva je standardna kronologija (STD), ki temelji na aritmetični ali robustni aritmetični sredini posameznih indeksiranih kronologij. Druga kronologija tipa ARSTAN residual (RES) predstavlja avtoregresivno izravnavo indeksnih kronologij; v njej je avtokorelacija povsem odstranjena. Tretja kronologija (ARS ali avtoregresivna kronologija) pa je izpeljana iz RES kronologije in temelji na multivariatni avtoregresivni analizi. Za dendroklimatološke raziskave smo uporabili RES verzijo kronologije.

3.6.2 Analiza značilnih let

Z analizo značilnih let ugotovimo, v katerih letih lokalne kronologije se je vsaj 75% vseh dreves na spremembo klime odzvalo s povečevanjem ali zmanjševanjem prirastka v primerjavi s prejšnjim letom (Levanič, 1996). Pri tem upoštevamo omejitev, da mora biti v značilnem letu prisotnih vsaj 13 vzorcev. Izračun značilnih let smo opravili s programom ARSTAN. Različnim stopnjam značilnosti priredimo attribute, ki so podani v Preglednici 5.

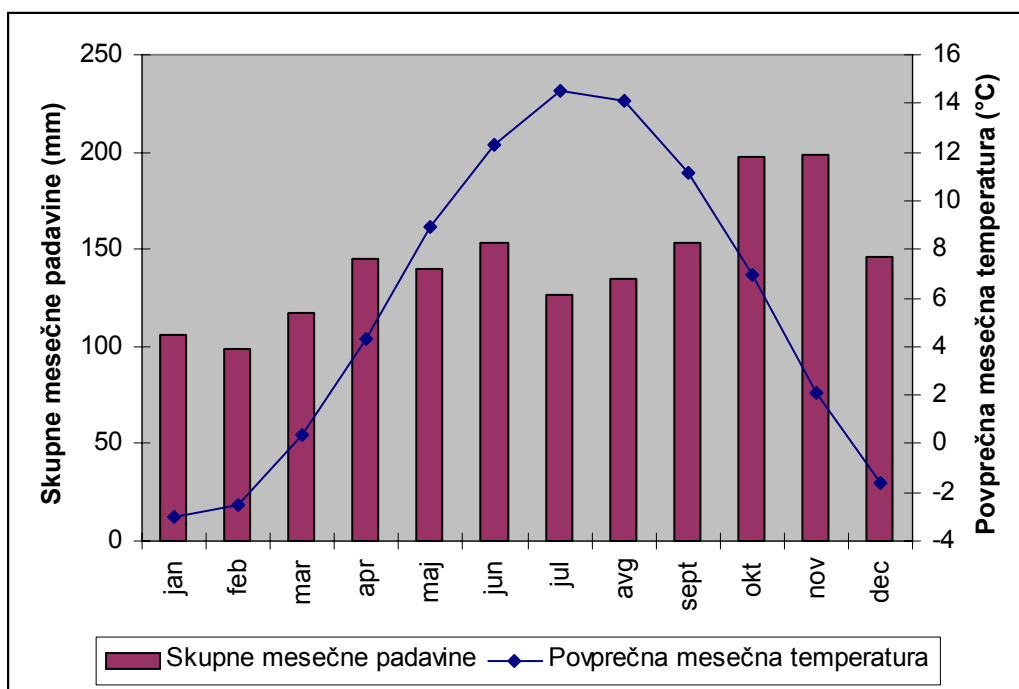
Preglednica 6: Atributi za stopnjo značilnosti značilnih let

Atribut	Pomen
+++	Vsa drevesa reagirajo s povečevanjem prirastka
++	90-99 % vseh dreves reagira s povečevanjem prirastka
+	75-89 % vseh dreves reagira s povečevanjem prirastka
-	75-89 % vseh dreves reagira z zmanjševanjem prirastka
--	90-99 % vseh dreves reagira z zmanjševanjem prirastka
---	Vsa drevesa reagirajo z zmanjševanjem prirastka

3.6.3 Klimatski podatki

Pri proučevanju odnosa med širino branik bukve in klimo smo uporabili dva klimatska dejavnika: povprečno mesečno temperaturo in skupno mesečno količino padavin. Naleteli smo na problem pomanjkanja daljših časovnih nizov klimatskih podatkov za obravnavana območja. Potrebne klimatske informacije smo zato pridobili iz mreže klimatskih podatkov CRU TS 1.2, ki obstaja za celotno Evropo z ločljivostjo 10 minut za obdobje 1901-2000 (Mitchell in sod., 2004). Podatke so zbrali na podlagi dolgoročnih opazovanj v enoti za klimatske raziskave (Climate Research Unit of the University of East Anglia) v Veliki Britaniji. Mreža obsega mesečne podatke o petih klimatskih parametrih: temperaturi, dnevnem temperaturnem razponu, količini padavin, parnem tlaku in oblačnosti. Iz te mreže smo s pomočjo interpolacije, z upoštevanjem nadmorske višine in oddaljenosti od morja pridobili klimatske podatke za naše tri lokacije. Izračuni so bili opravljeni v okviru projekta, pri katerem sodeluje dr. Martin DeLuis Arrillaga iz Univerze Zaragoza v Španiji.

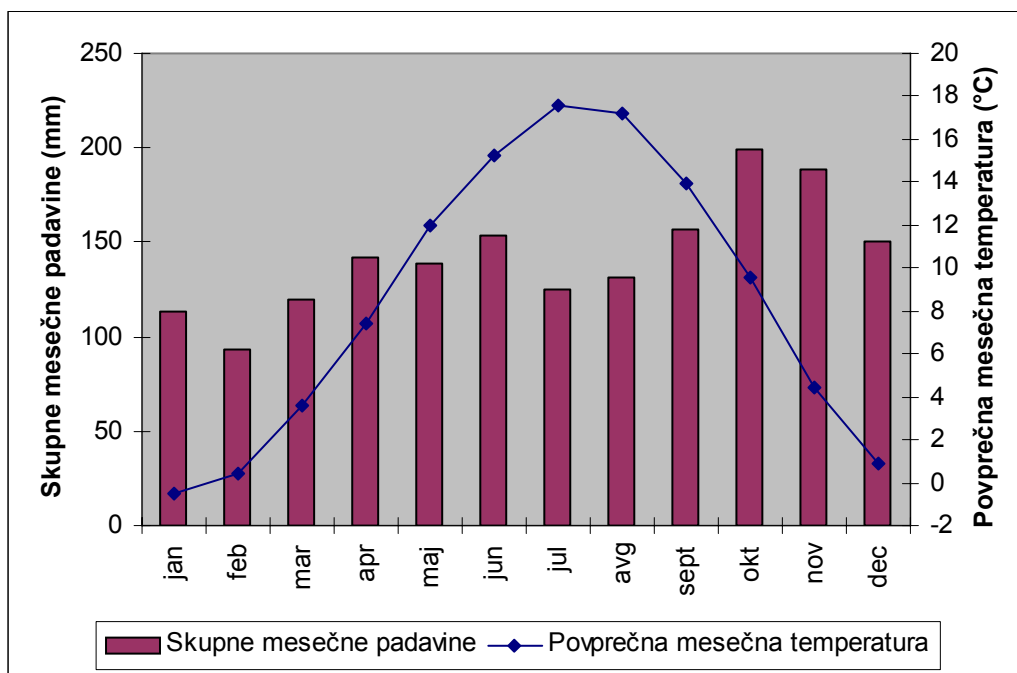
Časovno vrsto klimatskih podatkov za Mašun na Snežniku smo pridobili na podlagi geografskih koordinat sestoja, nadmorske višine in oddaljenosti od morja. Slika 11 prikazuje klimatski diagram za Mašun, ki temelji na izračunu povprečja pridobljenih klimatskih podatkov za obdobje 1901-2000.



Slika 11: Klimatski diagram za Mašun na Snežniku. Povprečne mesečne temperature (krivulja) in skupne mesečne padavine (stolpci) so izračunani za obdobje 1901-2000. Povprečna letna temperatura znaša 5,6°C, povprečna letna količina padavin pa 1716 mm.

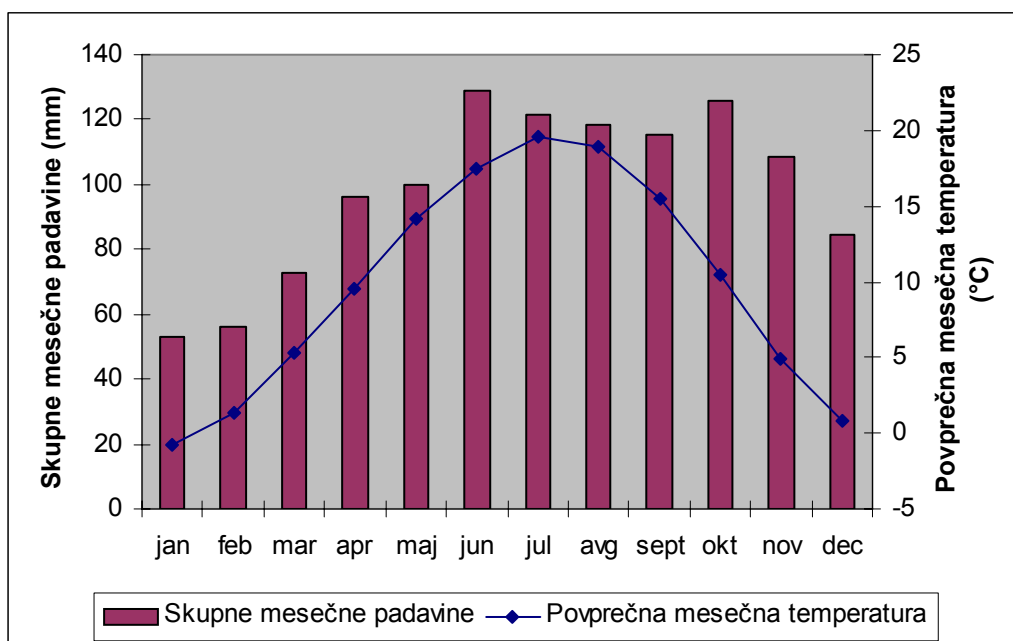
Iz diagrama lahko razberemo, da količina padavin na Mašunu doseže letno dva viška: bolj izraziti padavinski maksimum nastopi v jeseni, manj izrazit padavinski višek pa pozno spomladi. Najmanj padavin pade v januarju, februarju, marcu in juliju. Temperature so razmeroma nizke; poletja so sveža, zime pa ostre.

Slika 12 prikazuje klimatski diagram za revir Pivka Jama pri Postojni, ki temelji na podobnem izračunu povprečja iz podatkov za obdobje 1901-2000. Temperature so opazno višje kot na Mašunu, letni razporeditvi padavin pa sta si dokaj podobni.



Slika 12: Klimatski diagram za revir Pivka Jama pri Postojni. Povprečne mesečne temperature (krivulja) in skupne mesečne padavine (stolpci) so izračunani za obdobje 1901-2000. Povprečna letna temperatura znaša 8,5°C, povprečna letna količina padavin pa 1712 mm.

Klimatski diagram za lokacijo sestoja v Jelševcu pri Mokronogu je podan na Sliki 13. V primerjavi z Mašunom in revirjem Pivka Jama ima to območje manjšo količino letnih padavin. Največ padavin pade poleti, zlasti v juniju, drugi padavinski višek pa nastopi oktobra. Temperature so v splošnem višje kot na prej obravnavanih lokacijah.



Slika 13: Klimatski diagram za območje sestoja v Jelševcu. Povprečne mesečne temperature (krivulja) in skupne mesečne padavine (stolpci) so izračunani za obdobje 1901-2000. Povprečna letna temperatura znaša 9,8°C, povprečna letna količina padavin pa 1182 mm.

3.6.4 Dendroklimatološke analize

V dendrokronologiji pogosto ugotavljamo povezave med časovnimi vrstami klimatskih podatkov in kronologijami širin branik za določeno obdobje. Pri tem uporabljamo korelacijske in odzivne funkcije; to so zaporedja koeficientov, izračunanih med kronologijo in mesečnimi klimatskimi spremenljivkami v mesecih od rastne sezone prejšnjega do rastne sezone tekočega leta (Biondi in Waikul, 2004).

Program DENDROCLIM 2002 omogoča statistično analizo zveze med širinami branik in klimo z izračunom korelacijskih in odzivnih funkcij. Za določanje značilnosti korelacijskih in odzivnih vrednosti program uporablja 95 % območje zaupanja, pri čemer zanesljivost rezultatov izboljša po metodi Bootstrap. Vrednosti koeficientov lahko izračunamo za posamezni interval ali pa za več časovnih intervalov, kar omogoča tudi analizo časovnega spreminjanja značilnih vplivov.

Pridobljene klimatske podatke za obravnavane lokacije smo skupaj s kronologijo tipa ARSTAN RES obdelali s programom DENDROCLIM 2002. Z izračunom korelacijskih in odzivnih koeficientov smo iskali statistično značilne zveze med širino branik in klimatskimi dejavniki: povprečno mesečno temperaturo ter skupno mesečno količino padavin v posameznih mesecih od avgusta predhodnega do septembra tekočega leta. Predvidevali smo, da zunanji pogoji v teh mesecih lahko vplivajo na rast branike tekočega leta. S pomočjo analize z odzivno funkcijo smo ugotavljali, kateri klimatski dejavniki vplivajo na rast branik in kakšna je stopnja njihovega vpliva. Opravili smo tudi analizo korelacijskih in odzivnih vrednosti z gibljivimi intervali. Program DENDROCLIM 2002 je vrednosti koeficientov izračunal za posamezne 70-letne intervale znotraj obdobja 1901-2000, s čimer smo ugotavljali spreminjanje oziroma časovno stabilnost statistično značilnih vplivov na širino branik.

Vhodni podatki za program DENDROCLIM 2002 so bili:

- časovna vrsta povprečnih mesečnih temperatur za obdobje 1901-2000
- časovna vrsta skupnih mesečnih padavin za obdobje 1901-2000
- kronologija tipa ARSTAN residual (RES), ki smo jo za posamezno lokacijo izračunali s pomočjo programa ARSTAN

V programu smo določili še vplivne mesece na rast tekoče branike (od avgusta predhodnega do septembra tekočega leta). Najprej smo izračunali korelacijske in odzivne funkcije po metodi Bootstrap in stopnjo njihove značilnosti. Nato je sledila analiza časovne stabilnosti po metodi gibljivih intervalov ter grafična predstavitev korelacijskih in odzivnih vrednosti.

Pri obdelavi podatkov smo uporabili standardne postopke in standardno programsko opremo. Nismo iskali najbolj učinkovite metode, temveč smo uporabili običajne metode z namenom, da bi bili naši rezultati primerljivi s številnimi objavami (npr. Čufar in sod., 2008c).

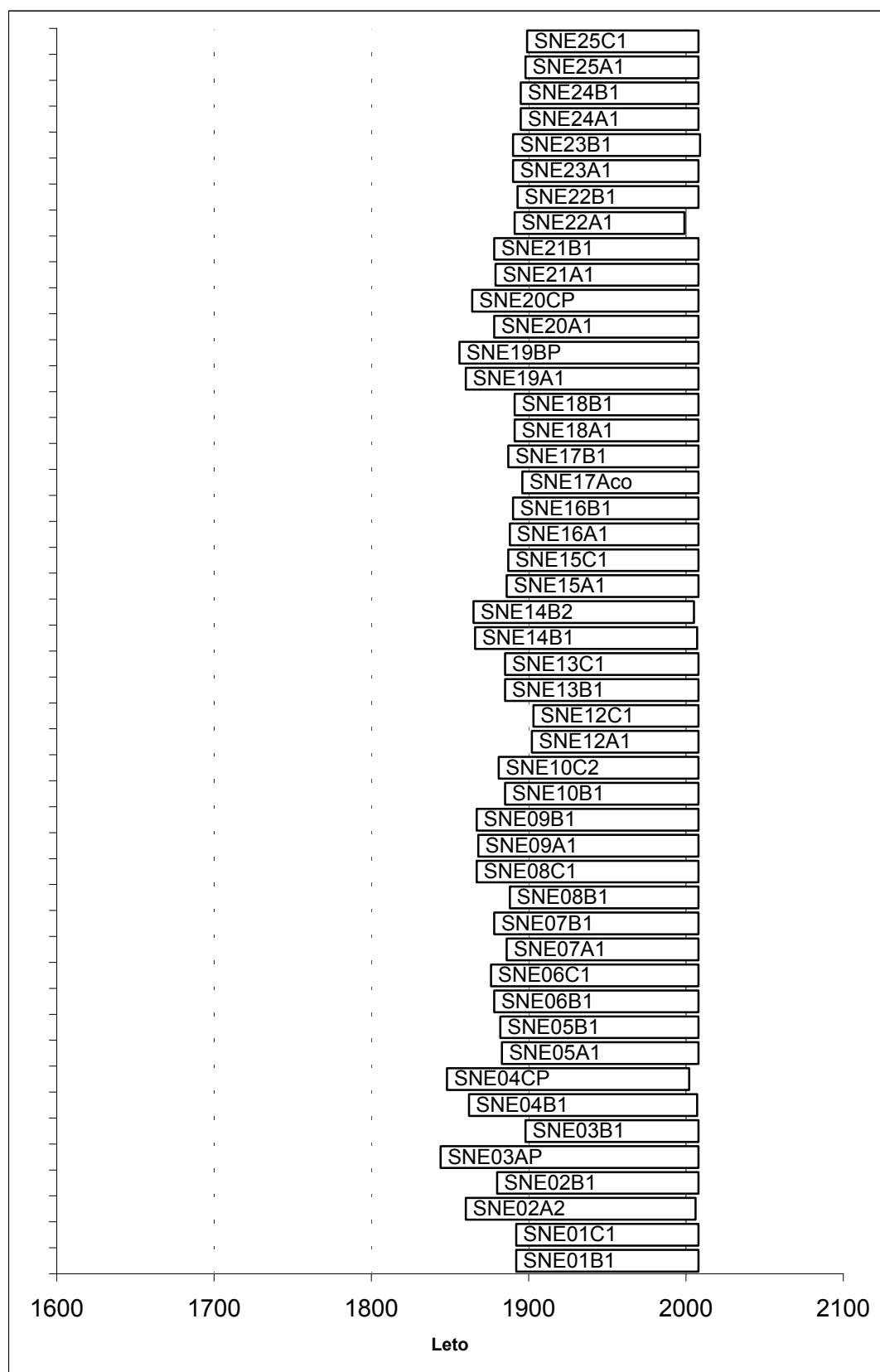
4 REZULTATI

4.1 KRONOLOGIJA ŠIRIN BRANIK SESTOJA NA MAŠUNU

Vzorčenje je potekalo 19. oktobra 2007. V analizo je bilo vključenih 48 vzorcev iz skupno 24 dreves (na rastišču smo pridobili vzorce iz 25 dreves, od katerih enega nismo vključili v analizo). V Preglednici 7 (Priloga A) je predstavljena zaporedna številka vzorca, ki ji sledi poimenovanje ustrezne meritve vzorca, število izmerjenih branik, leto prve branike in leto zadnje izmerjene branike. Na koncu je v opombi zapisano, ali je bilo izmerjeno zaporedje širin branik vzorca vključeno v lokalno kronologijo.

Slika 14 (Priloga C) prikazuje sinhronizirana in datirana zaporedja širin branik sestoja na Snežniku. Iz slike je razvidno, da so širine branik precej variirale. Branike so bile v splošnem precej ozke. Povprečna širina branike je znašala 1,44 mm. Maksimalna širina branike je bila 10,32 mm (dosežena v letu 1952), minimalna širina branike pa 0,09 mm (dosežena v letih 1900, 1928 in 1934).

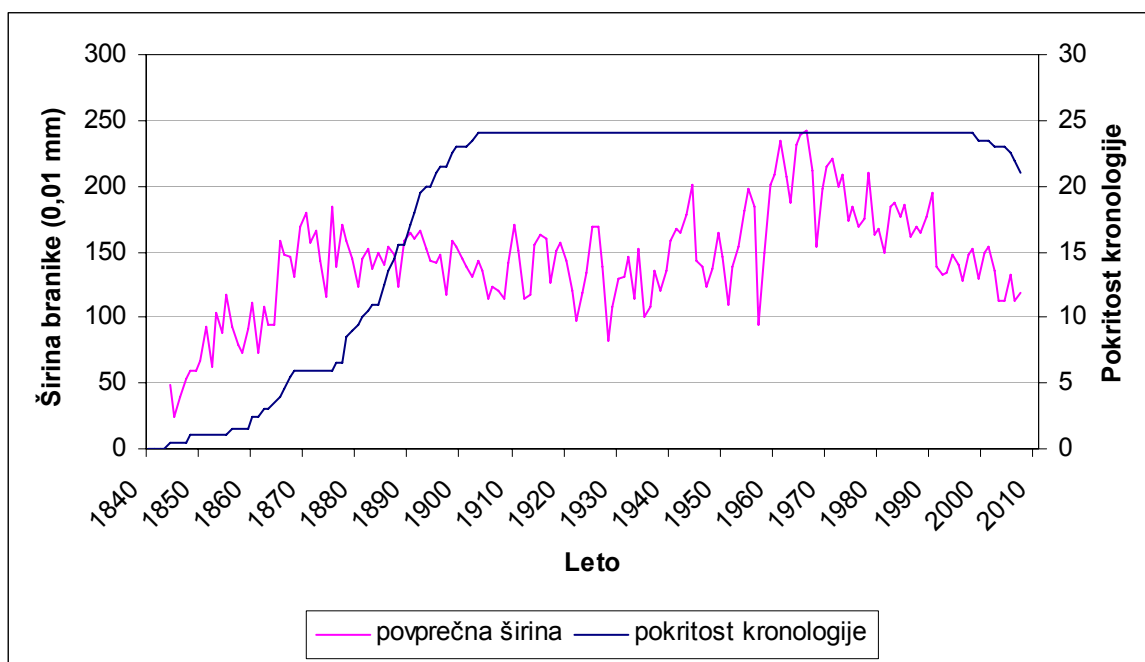
Na Sliki 15 so predstavljena časovno umeščena zaporedja širin branik vseh vzorcev. Iz diagrama lahko razberemo, da je pokritost kronologije povsem zadovoljiva za obdobje 1890-2007.



Slika 15: Časovni razpon zaporedij širin branik vseh vzorcev iz sestoja na Mašunu

4.1.1 Lokalna kronologija sestoja na Mašunu

Kronologija sestoja na Mašunu je 15. slovenska lokalna kronologija bukve, nastala v okviru Katedre za tehnologijo lesa. Najprej smo s pomočjo programa TSAP/x sestavili osnovno lokalno kronologijo. Ta se imenuje surova kronologija in predstavlja aritmetično sredino zaporedij širin branik. Zanesljivost kronologije je odvisna od števila vzorcev, iz katerih izračunamo aritmetično sredino, zato je pomemben podatek tudi pokritost kronologije. Na Sliki 16 je lokalna kronologija prikazana z grafoma širin branik in pokritosti kronologije v odvisnosti od časa.

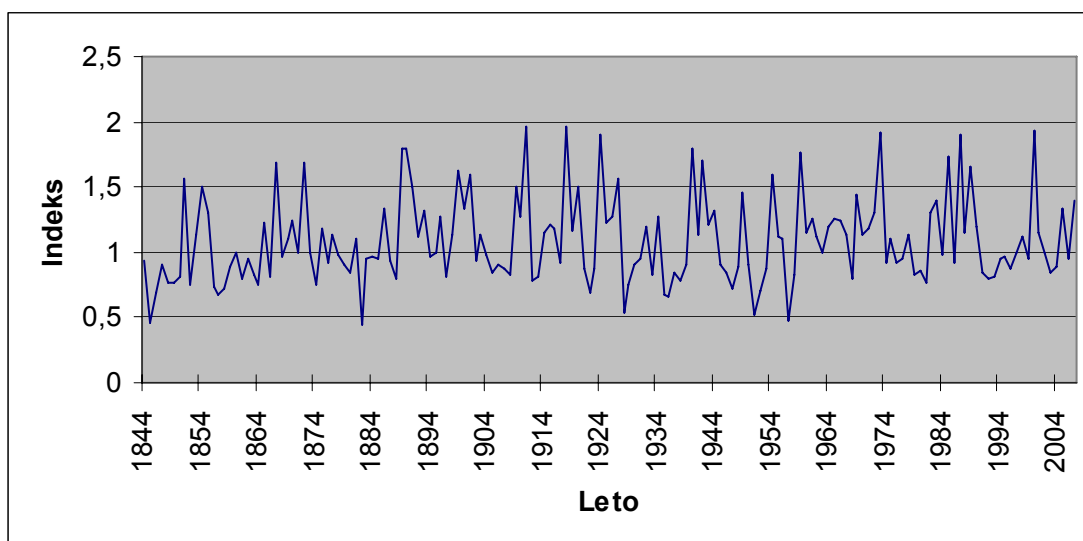


Slika 16: Lokalna kronologija širin branik bukve in njena pokritost za sestoja na Mašunu

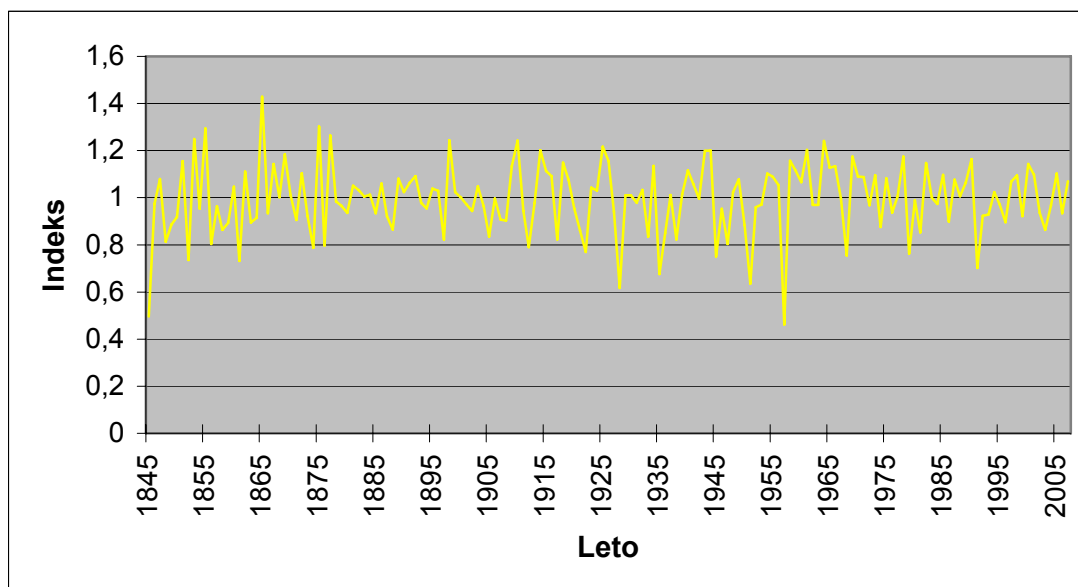
Kronologija kaže rastoči trend širine branik v letih 1844-1880, kar bi lahko pripisali počasnejši rasti bukve v mladosti zaradi zastrtosti. Šele po letu 1960 postane zaznaven trend upadanja širine branik, ki je v splošnem značilen za surove kronologije vseh drevesnih vrst. Kronologija je dolga 164 let in je zadovoljivo pokrita za obdobje 1890-2007.

Ujemanje zaporedij širin branik posameznega vzorca z lokalno kronologijo smo preverili s pomočjo statističnih kazalnikov, ki so podani v Preglednici 8 (glej Priloge).

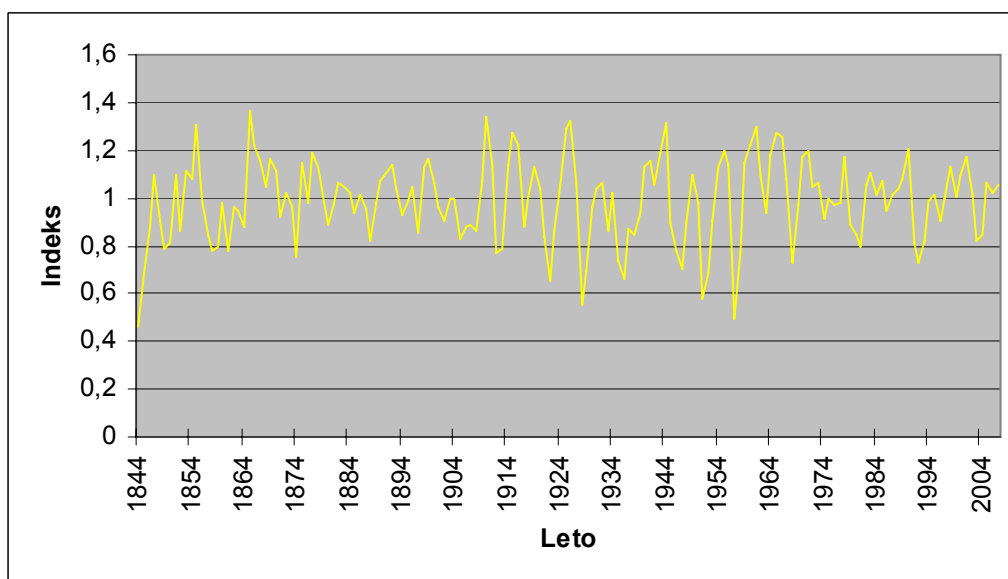
Za proučevanje odvisnosti med širinami branik in klimo je iz lokalne kronologije potrebno izločiti vpliv neklimatskih dejavnikov. Vpliv padajočega rastnega trenda lahko zadovoljivo odstranimo z indeksiranjem podatkov. Izračun indeksov in standardiziranih kronologij iz surove lokalne kronologije smo izvedli s pomočjo programa ARSTAN. Tako smo sestavili standardno kronologijo (Slika 17) in residual kronologijo (Slika 18).



Slika 17: Standardna kronologija indeksov širin branik na Mašunu



Slika 18: Residual kronologija indeksov širin branik na Mašunu



Slika 19: ARSTAN kronologija indeksov širin branik na Mašunu

Preglednica 9 predstavlja statistične kazalnike vseh štirih kronologij. Vse štiri imajo časovni razpon 1844-2007 in temeljijo na skupno 6060 izmerjenih branikah iz 48 vzorcev ter 24 dreves. Srednja vrednost širine branik znaša 1,542 mm.

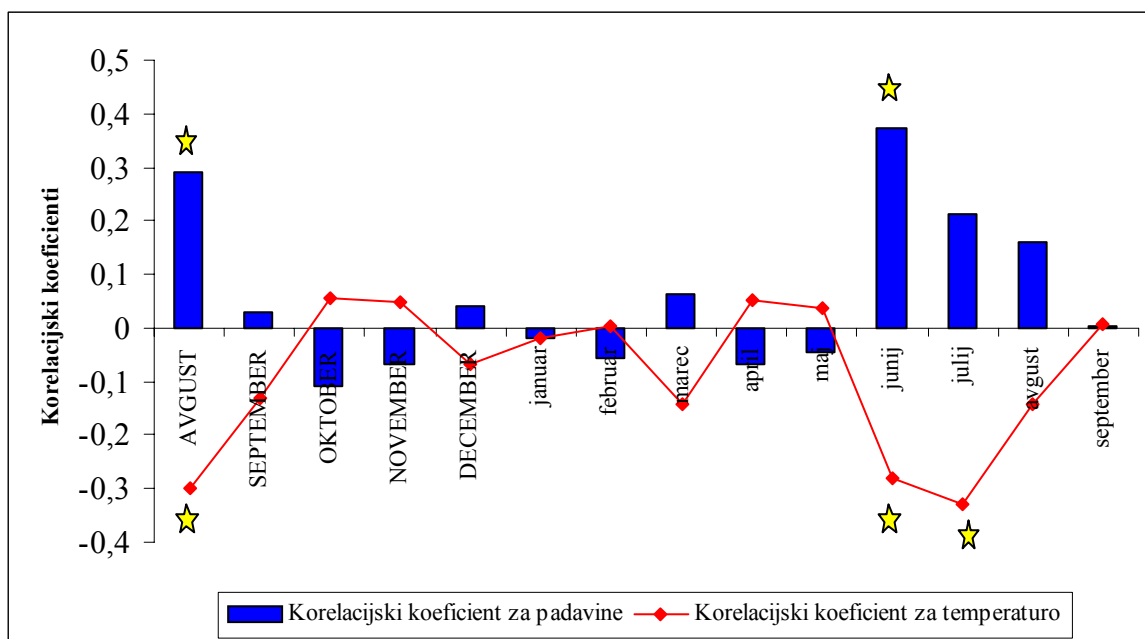
Preglednica 9: Statistični parametri surove, standardne, residual in avtoregresivne kronologije za širine branik sestoj na Mašunu

	Surova kronologija	Standardna kronologija	Residual kronologija	ARSTAN kronologija
Razpon let	1844-2007	1844-2007	1844-2007	1844-2007
Število dreves	24	24	24	24
Skupno število branik	6060	6060	6060	6060
Število manjkajočih branik	0	0	0	0
Srednja vrednost	1,542 mm	0,9664	1,0011	0,9895
Mediana	1,465 mm	0,9904	1,0116	1,0015
Srednja občutljivost	0,285	0,1595	0,1570	0,1520
Standardni odklon	0,721 mm	0,1642	0,1397	0,1707
Avtokorelacija 1. reda	0,70	0,3361	0,0001	0,4032

Sledila je dendroklimatološka analiza pridobljenih podatkov. Korelacijski in odzivni koeficienti, izračunani s programom DENDROCLIM 2002, so prikazani v Preglednici 10; zvezdica označuje statistično značilne vrednosti koeficientov s 95% intervalom zaupanja. Statistično značilni negativni korelacijski koeficienti so ugotovljeni za temperature predhodnega avgusta ter tekočega junija in julija. Korelacijski koeficienti so značilni za padavine predhodnega avgusta in tekočega junija (pozitivne vrednosti). Odzivni koeficienti so značilni za temperaturo predhodnega avgusta, tekočega junija in tekočega julija (negativne vrednosti) ter za padavine predhodnega avgusta in tekočega junija (pozitivne vrednosti).

Preglednica 10: Izračun korelacijskih in odzivnih koeficientov za zvezo med širino branik, temperaturo in padavinami od predhodnega avgusta do tekočega septembra za sestoj na Mašunu, izračunan s programom DENDROCLIM 2002.

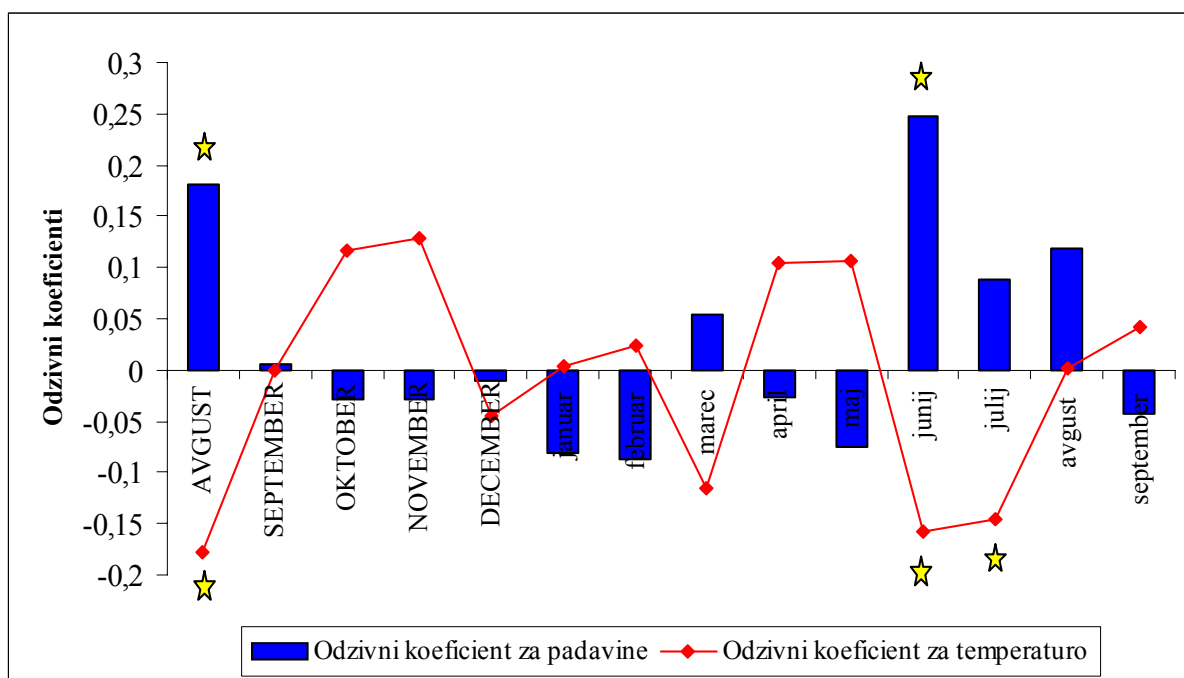
Mesec	Korelacijski koeficient za temperaturo	Korelacijski koeficient za padavine	Odzivni koeficient za temperaturo	Odzivni koeficient za padavine
AVGUST	-0,299337 *	0,289089 *	-0,173852 *	0,181012 *
SEPTEMBER	-0,130841	0,0302913	0,00011837	0,00590301
OKTOBER	0,05413	-0,110259	0,117253	-0,0289576
NOVEMBER	0,0488287	-0,0673551	0,128987	-0,0278399
DECEMBER	-0,0660188	0,0407456	-0,0450022	-0,0106685
januar	-0,0195052	-0,0196439	0,00459661	-0,0803625
februar	0,00183409	-0,0553822	0,0235209	-0,0878692
marec	-0,140687	0,0639472	-0,11467	0,0550238
april	0,0506116	-0,0679854	0,105323	-0,0256425
maj	0,0361751	-0,0467736	0,105771	-0,0752351
junij	-0,281114 *	0,373491 *	-0,158502 *	0,248586 *
julij	-0,328372 *	0,211881	-0,146174 *	0,089088
avgust	-0,141663	0,15978	0,00177559	0,118072
september	0,00863732	0,00232006	0,0412154	-0,042675



Slika 20: Bootstrap korelacijske vrednosti za Mašun, izračunane s programom DENDROCLIM 2002.

Na Sliki 20 je podan grafični prikaz korelacijskih vrednosti. Iz izračunov je razvidno, da na širino branik pozitivno vplivajo padavine tekočega junija, negativno pa junijske in julijske visoke temperature. Padavine predhodnega avgusta na rast branik pozitivno vplivajo, visoke temperature predhodnega avgusta pa negativno vplivajo na rast.

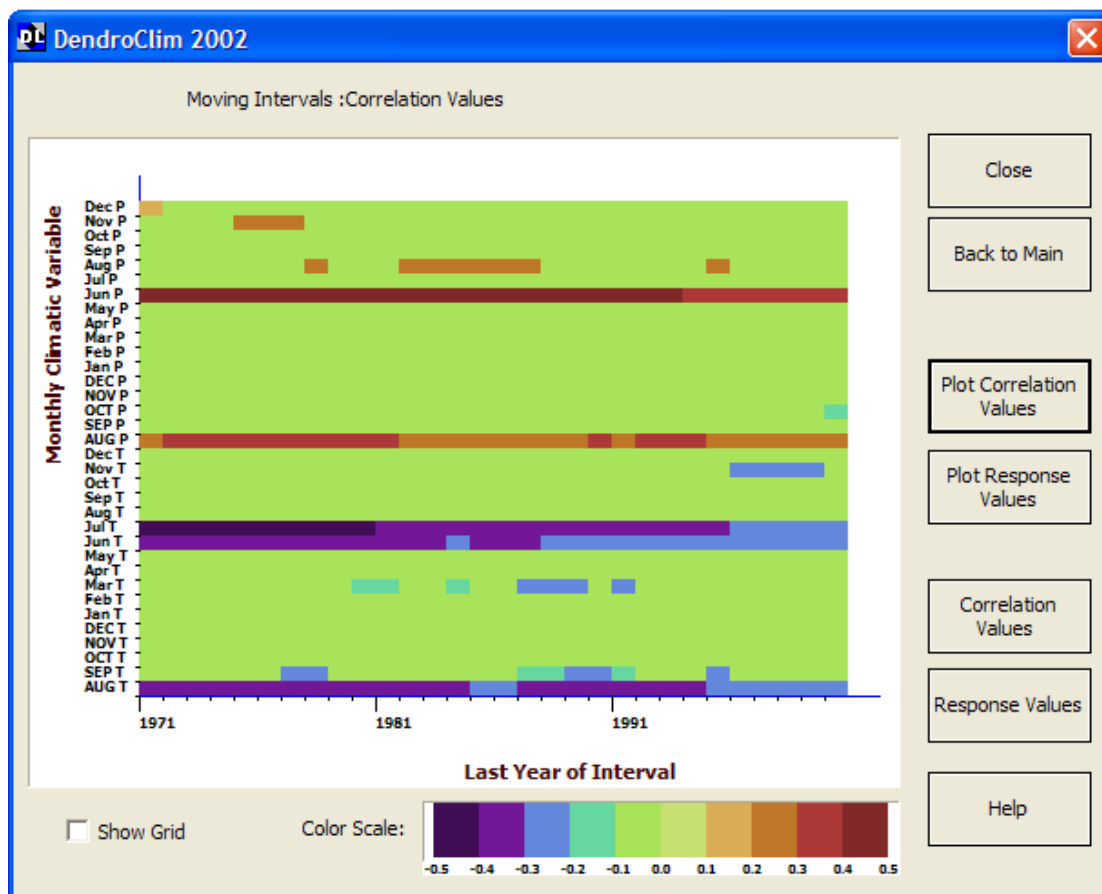
Bootstrap odzivne vrednosti so grafično prikazane na sliki 21. Tudi odzivni koeficienti kažejo, da padavine prejšnjega avgusta in tekočega junija značilno pozitivno vplivajo na rast branik. Visoke temperature v predhodnem avgustu, tekočem juniju in tekočem juliju pa na širino branik statistično značilno negativno vplivajo.



Slika 21: Bootstrap odzivne vrednosti za Mašun, izračunane s programom DENDROCLIM 2002.

S pomočjo programa DENDROCLIM 2002 smo proučili tudi časovno stabilnost korelacijskih in odzivnih koeficientov. Program izračuna vrednosti koeficientov za enako dolge časovne intervale znotraj celotnega obdobja. S premikanjem intervalov ugotavlja, kako se korelacijske in odzivne vrednosti v času spreminjajo oziroma kakšna je stopnja njihove stabilnosti.

Slika 22 prikazuje korelacijske vrednosti po časovnih intervalih za obdobje od leta 1901-2000. Izračun smo izvedli s časovnimi intervali dolžine 70 let.

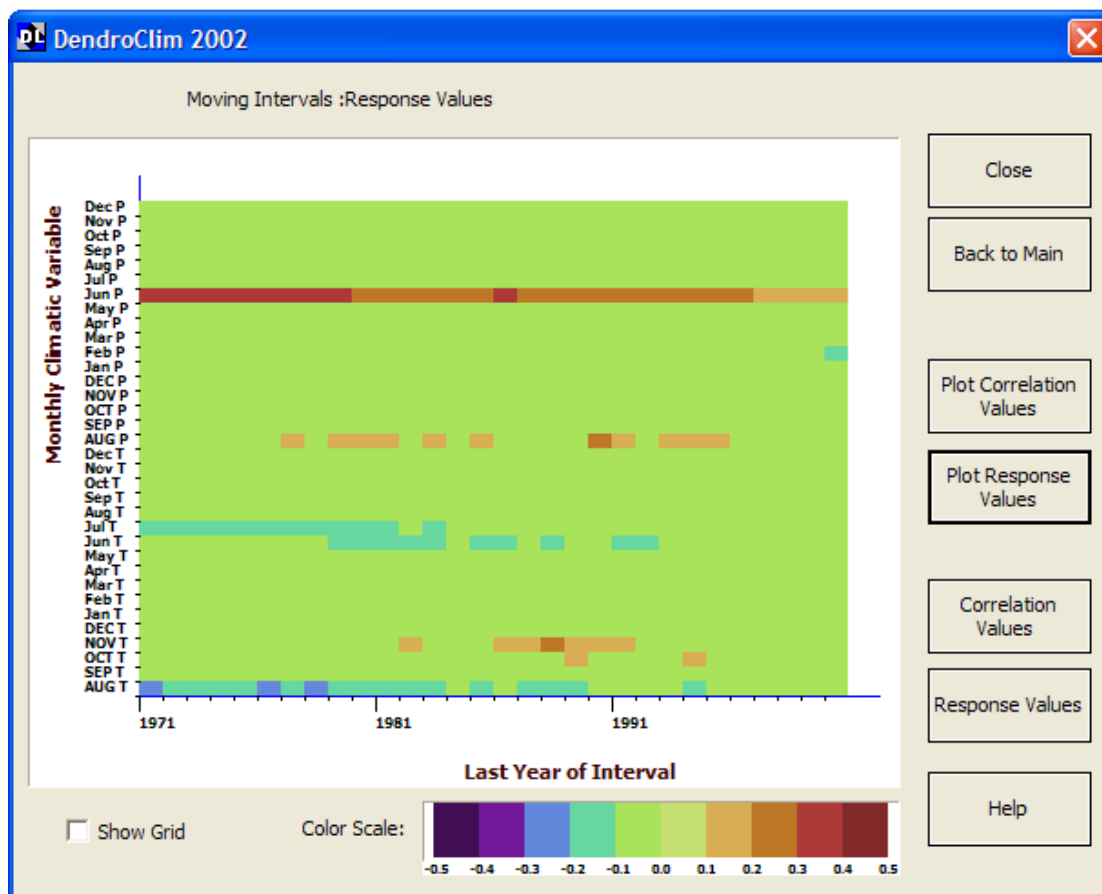


Slika 22: Prikaz korelacijskih vrednosti po časovnih intervalih za bukev na Mašunu

Grafikon kaže, da imajo padavine tekočega junija in predhodnega avgusta značilen in časovno stabilen pozitiven vpliv na rast branik. Prav tako imajo pomemben negativni vpliv na širino branik visoke temperature predhodnega avgusta, tekočega junija in tekočega julija. Tudi ta vpliv je časovno precej stabilen; s časom pa se je malo zmanjšal.

Na Sliki 23 so prikazane še odzivne vrednosti po časovnih intervalih za obdobje 1901-2000. Ta slika je popolnoma drugačna. Časovno stabilen značilen vpliv na širino branik kažejo le padavine tekočega junija, medtem ko padavine predhodnega avgusta vplivajo značilno, a ne v celotnem obdobju. Temperature tekočega junija in julija ter predhodnega

avgusta imajo značilno negativen vpliv na rast branik, ki pa ni prisoten v celotnem obdobju. Značilen vpliv se kaže bolj v prvem kot v drugem delu proučevanega obdobja.



Slika 23: Prikaz odzivnih vrednosti za bukev na Mašunu

Od klimatskih dejavnikov, ki vplivajo na rast branik na Mašunu, je torej najpomembnejša količina padavin tekočega junija.

Na podlagi primerjave posameznih zaporedij širin branik z lokalno kronologijo lahko ugotovimo, katera leta v kronologiji so bila s klimatskega vidika izjemno ugodna ali izjemno neugodna za rast branik bukve na Mašunu. Analizo značilnih let smo opravili s programom TSAP/x. V Preglednici 11 so podana značilna leta za rast branik na Mašunu, razvrščena po stopnjah značilnosti.

Najznačilnejši negativni vpliv klime na rast sestoja na Mašunu je ugotovljen v letu 1945, zelo značilnih pozitivnih vplivov (več kot 90 % vseh dreves se odzove s povečevanjem prirastka) pa z analizo nismo zaznali.

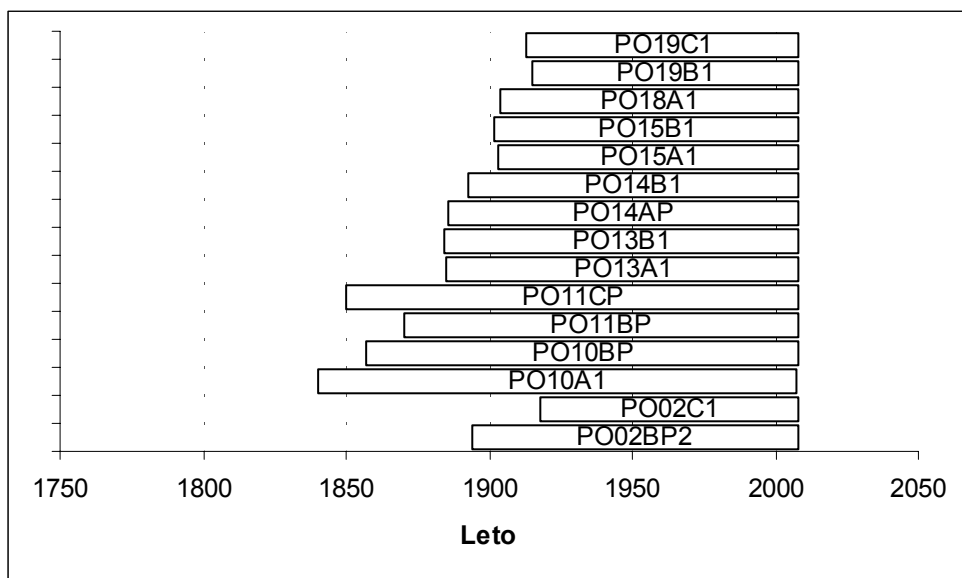
Preglednica 11: Značilna leta bukve iz lokalne kronologije na Mašunu. (+ + +) vsa drevesa reagirajo s povečevanjem prirastka; (+ +) 90-99 % vseh dreves reagira s povečevanjem prirastka; (+) 75-89 % vseh dreves reagira s povečevanjem prirastka; (-) 75-89 % vseh dreves reagira z zmanjšanjem prirastka; (- -) 90-99 % vseh dreves reagira z zmanjšanjem prirastka; (- - -) vsa drevesa reagirajo z zmanjšanjem prirastka

	Značilna leta
+ + +	/
+ +	/
+	1889,1898,1914,1923,1925,1929,1930,1934,1937,1939,1940,1949,1952,1954,1959, 1961,1964,1969,1978,1982,2000
-	1905,1912,1917,1921,1922,1927,1928,1933,1935,1951,1962,1979,1986,1991, 2002,2003
- -	1945
- - -	/

4.2 KRONOLOGIJA ŠIRIN BRANIK SESTOJA V REVIRJU PIVKA JAMA

Vzorčenje je potekalo oktobra 2007. V raziskavo je bilo vključenih 15 vzorcev iz vseh 8 dreves. V Preglednici 12 (glej Priloge) je predstavljena zaporedna številka vzorca, ki ji sledi poimenovanje ustrezne meritve vzorca, število izmerjenih branik, leto prve branike in leto zadnje izmerjene branike. V preglednici so predstavljeni le vzorci, ki so bili vključeni v lokalno kronologijo.

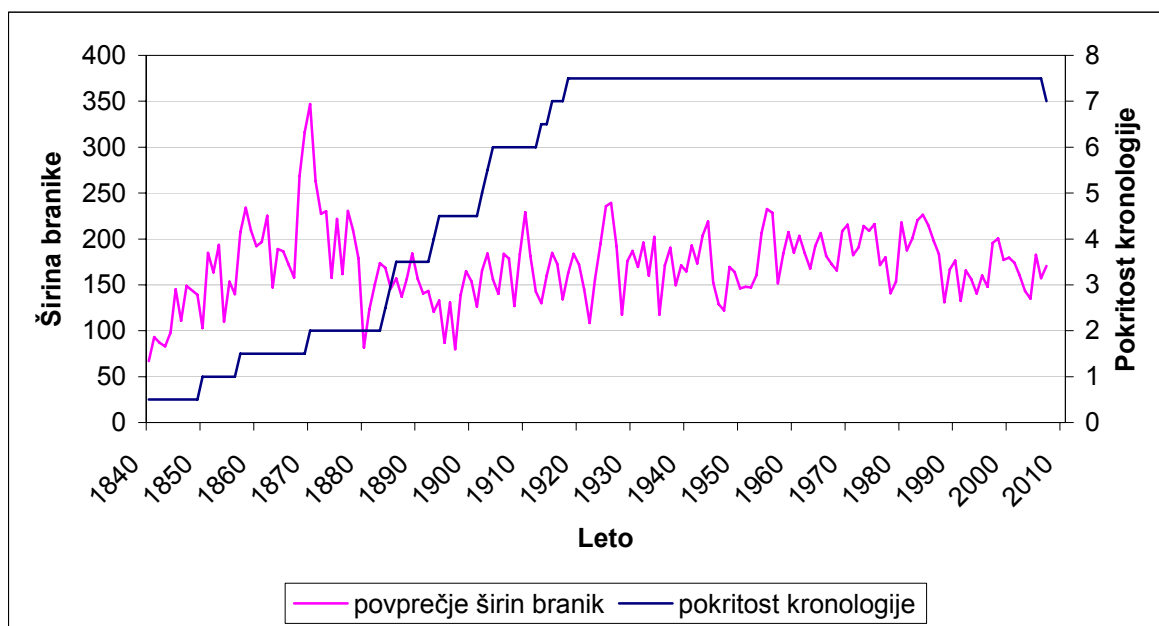
Na Sliki 24 (Priloga F) so prikazana sinhronizirana in datirana zaporedja širin branik. Iz slike je razvidno, da so se širine branik med posameznimi vzorci precej razlikovale. Povprečna širina branike je znašala 1,71 mm, največja dosežena širina branike je znašala 6,26 mm (leta 1903), najmanjša širina branike pa je znašala 0,06 mm (leta 1915 in 1921). Podatki o dataciji posameznih vzorcev so prikazani na Sliki 25. Zadovoljivo pokrito kronologijo širin branik lahko sestavimo za obdobje 1900-2007.



Slika 25: Časovni razpon zaporedij širin branik vseh vzorcev iz revirja Pivka-Jama

4.2.1 Lokalna kronologija sestoja v revirju Pivka Jama

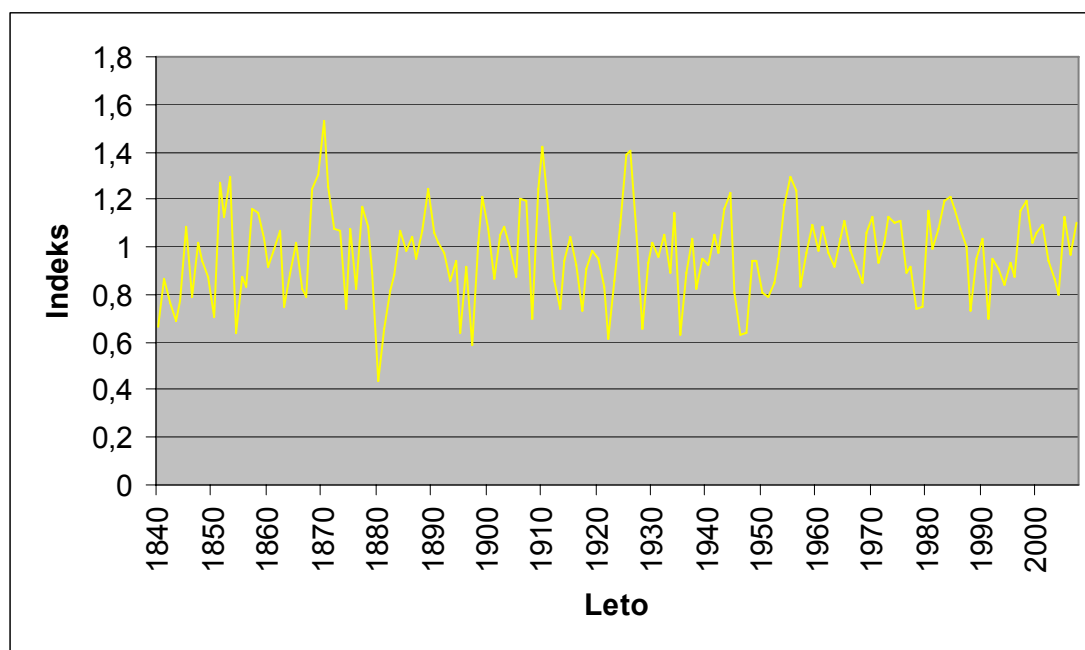
Surovo lokalno kronologijo širin branik sestoja v revirju Pivka Jama smo izdelali s pomočjo programa TSAP/x (Slika 26). Kronologija je dolga 167 let in je zadovoljivo pokrita za obdobje 1900-2007.



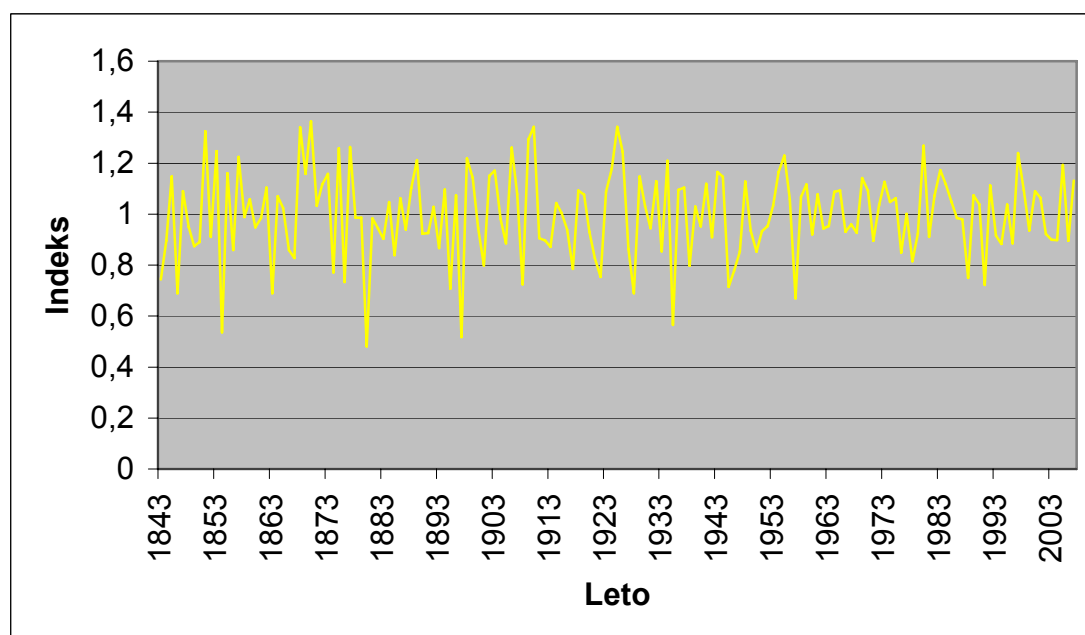
Slika 26: Kronologija širin branik bukve in njena pokritost za sestoj v revirju Pivka Jama

Statistični kazalniki ujemanja posameznih vzorcev z lokalno kronologijo sestoja v revirju Pivka Jama so podani v Preglednici 13 (glej Priloge). Vse t-vrednosti po Baillie-ju in Pilcherju so večje od 4, vrednosti koeficientov skladnosti GLK pa presegajo 64. S tem pregledom smo ugotovili, da je vključevanje izbranih vzorcev v lokalno kronologijo upravičeno.

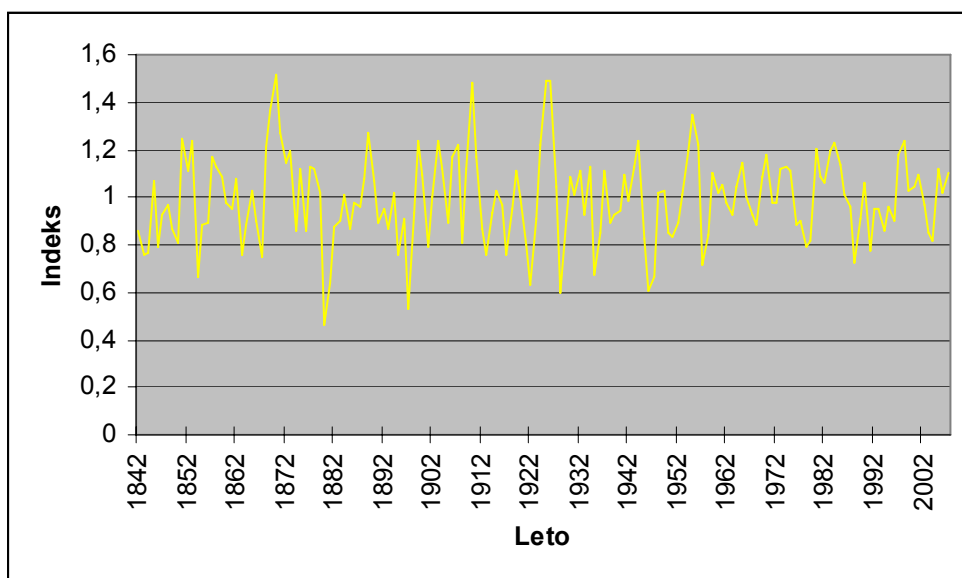
V nadaljevanju smo s pomočjo programa ARSTAN iz zaporedij širin branik izračunali standardno, residual in ARSTAN kronologijo (Slike 27, 28, 29). S tem smo izločili vpliv neklimatskih dejavnikov in pripravili podatke za dendroklimatološko analizo.



Slika 27: Standardna kronologija indeksov širin branik sestoja v revirju Pivka Jama



Slika 28: Residual kronologija indeksov širin branik sestoja v revirju Pivka Jama



Slika 29: ARSTAN kronologija indeksov širin branik sestoja v revirju Pivka Jama

V preglednici 14 so prikazani statistično značilni kazalniki vseh štirih tipov kronologij. Časovni razpon kronologij je 1840-2007; vse štiri temeljijo na skupno 1911 izmerjenih branikah 15 vzorcev iz 8 dreves. Povprečna širina branike znaša 1,83 mm.

Preglednica 14: Statistični parametri surove, standardne, residual in avtoregresivne kronologije za širine branik sestoja v revirju Pivka Jama

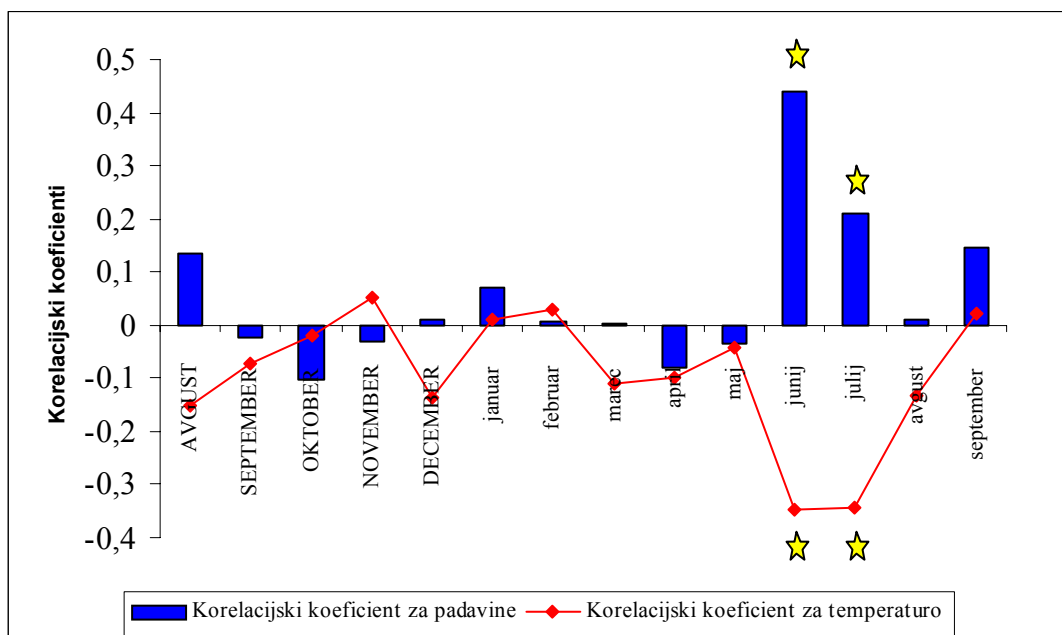
	Surova kronologija	Standardna kronologija	Residual kronologija	ARSTAN kronologija
Razpon let	1840-2007	1840-2007	1840-2007	1840-2007
Število dreves	8	8	8	8
Skupno število branik	1911	1911	1911	1911
Število manjkajočih branik	0	0	0	0
Srednja vrednost	1,825 mm	0,9742	0,9954	0,9928
Mediana	1,750 mm	0,9754	1,0105	0,9827
Srednja občutljivost	0,278	0,1788	0,1896	0,1752
Standardni odklon	0,830 mm	0,1828	0,1615	0,1841
Avtokorelacija 1. reda	0,720	0,3340	-0,0131	0,3622

Sledila je dendroklimatološka analiza, ki smo jo izvedli s pomočjo programa DENDROCLIM 2002 na podlagi kronologije tipa ARSTAN residual in klimatoloških podatkov.

Na podlagi kronologije ARSTAN residual in pridobljenih klimatoloških podatkov smo s programom DENDROCLIM 2002 izračunali odzivne funkcije s korelacijskimi koeficienti po metodi BOOTSTRAP. Korelacijski in odzivni koeficienti so prikazani v Preglednici 15; polja s statistično značilnimi koeficienti so rumeno obarvana. Ugotovili smo statistično značilne negativne korelacijske koeficiente za temperaturo v juniju in juliju tekočega leta. Pozitiven korelacijski koeficient za padavine je značilen v juniju in juliju tekočega leta. Odzivni koeficienti za temperaturo so značilni v juniju in juliju tekočega leta (negativne vrednosti), odzivni koeficient za padavine pa je značilen v juniju tekočega leta. Na Sliki 30 so korelacijski koeficienti grafično prikazani.

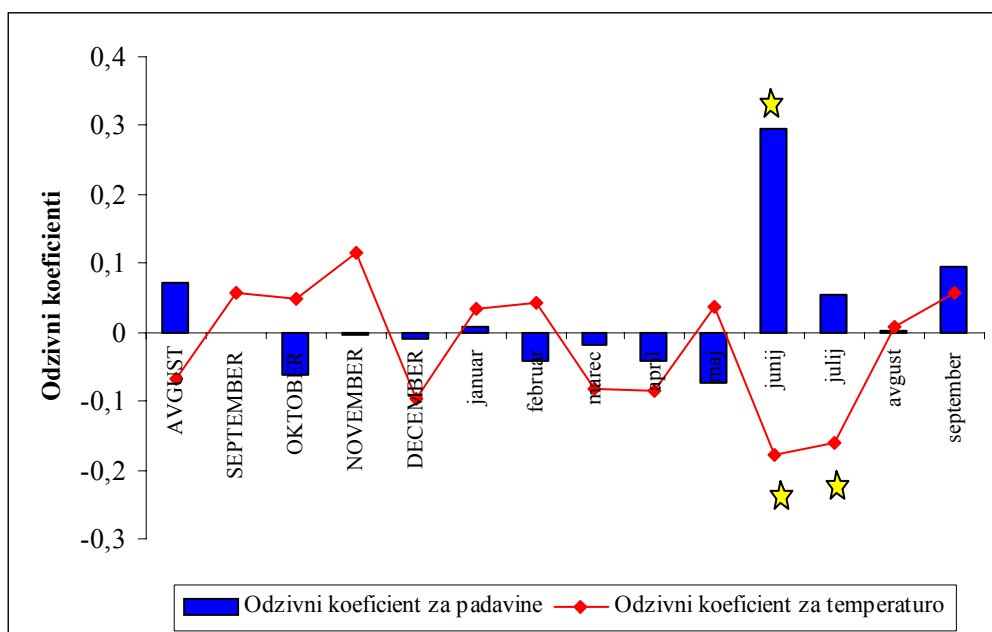
Preglednica 15: Korelacijski koeficienti za zvezo med širino branik in temperaturo (povprečne mesečne vrednosti) in padavinami (skupne mesečne vrednosti) od avgusta predhodnega leta do septembra tekočega leta za revir Pivka Jama. Statistično značilni koeficienti pri 95% intervalu zaupanja so označeni z zvezdico.

Mesec	Korelacijski koeficient za temperaturo	Korelacijski koeficient za padavine	Odzivni koeficient za temperaturo	Odzivni koeficient za padavine
AVGUST	-0,151069	0,136446	-0,0663711	0,0720849
SEPTEMBER	-0,0707748	-0,0221314	0,058517	0,000408647
OKTOBER	-0,0186549	-0,103817	0,0493929	-0,0629148
NOVEMBER	0,0518125	-0,0302781	0,115011	-0,00433366
DECEMBER	-0,136036	0,0120732	-0,0956169	-0,00903111
januar	0,0101877	0,0690414	0,0347089	0,00780965
februar	0,0306912	0,00832938	0,0422662	-0,0427829
marec	-0,108506	0,00264828	-0,0834063	-0,0192396
april	-0,0994254	-0,0782828	-0,0843325	-0,0402516
maj	-0,0434645	-0,0352531	0,037657	-0,0748241
junij	-0,348953 *	0,440135 *	-0,178777 *	0,294289 *
julij	-0,343393 *	0,211753 *	-0,161187 *	0,0548681
avgust	-0,132674	0,00955508	0,00862587	0,00161145
september	0,0224226	0,147531	0,0579452	0,094728



Slika 30: Bootstrap korelacijske vrednosti za sestoj v revirju Pivka Jama

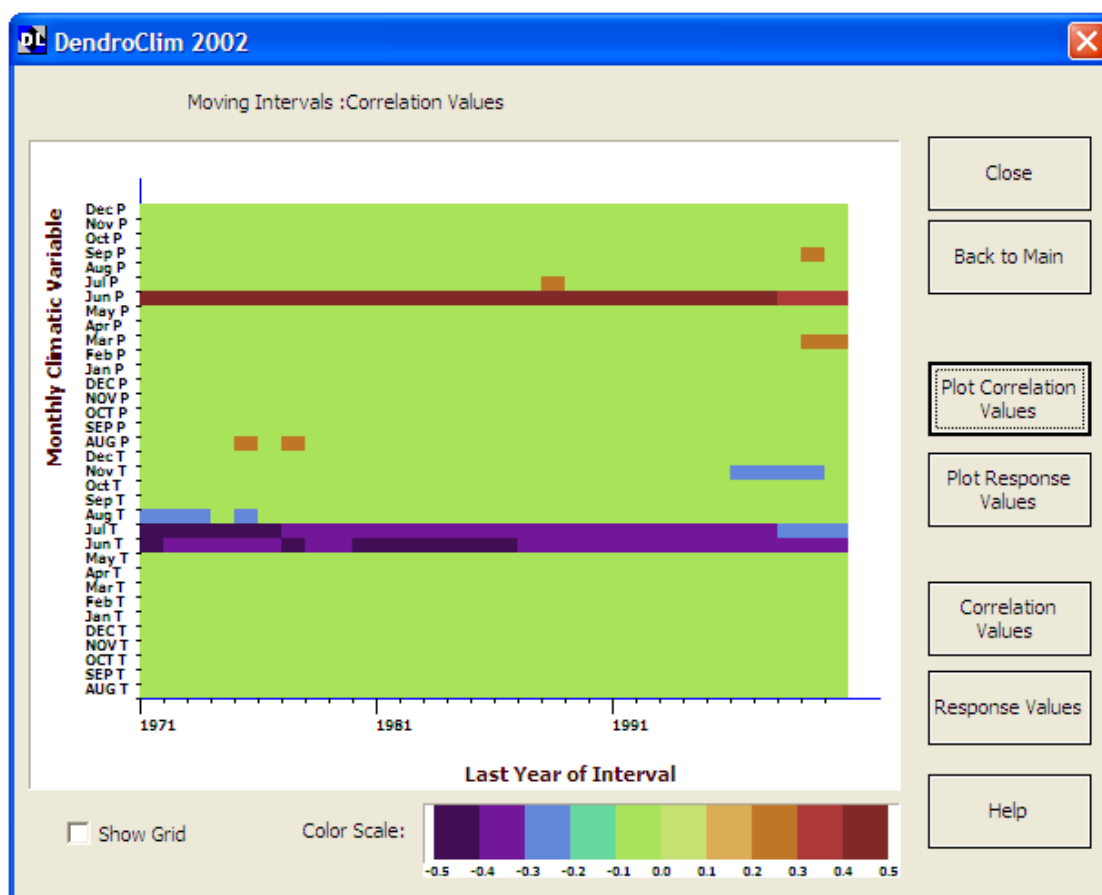
Na podlagi rezultatov sklepamo, da ima visoka temperatura v mesecu juniju in juliju tekočega leta negativen vpliv na širino branik bukve v revirju Pivka Jama. Poleg tega na rast branik pozitivno vpliva količina padavin v juniju in juliju tekočega leta. Najpomembnejši klimatski dejavnik na tem rastišču je junijska količina padavin tekočega leta, saj je njen Bootstrap korelacijski koeficient najvišji.



Slika 31: Bootstrap odzivni koeficienti za sestoj v revirju Pivka Jama

Bootstrap odzivni koeficienti kažejo na negativen vpliv visokih temperatur v juniju in juliju na rast branik, medtem ko količina padavin v mesecu juniju na rast ugodno vpliva. Junijska količina padavin je tudi najpomembnejši faktor, saj ima najvišji Bootstrap odzivni koeficient.

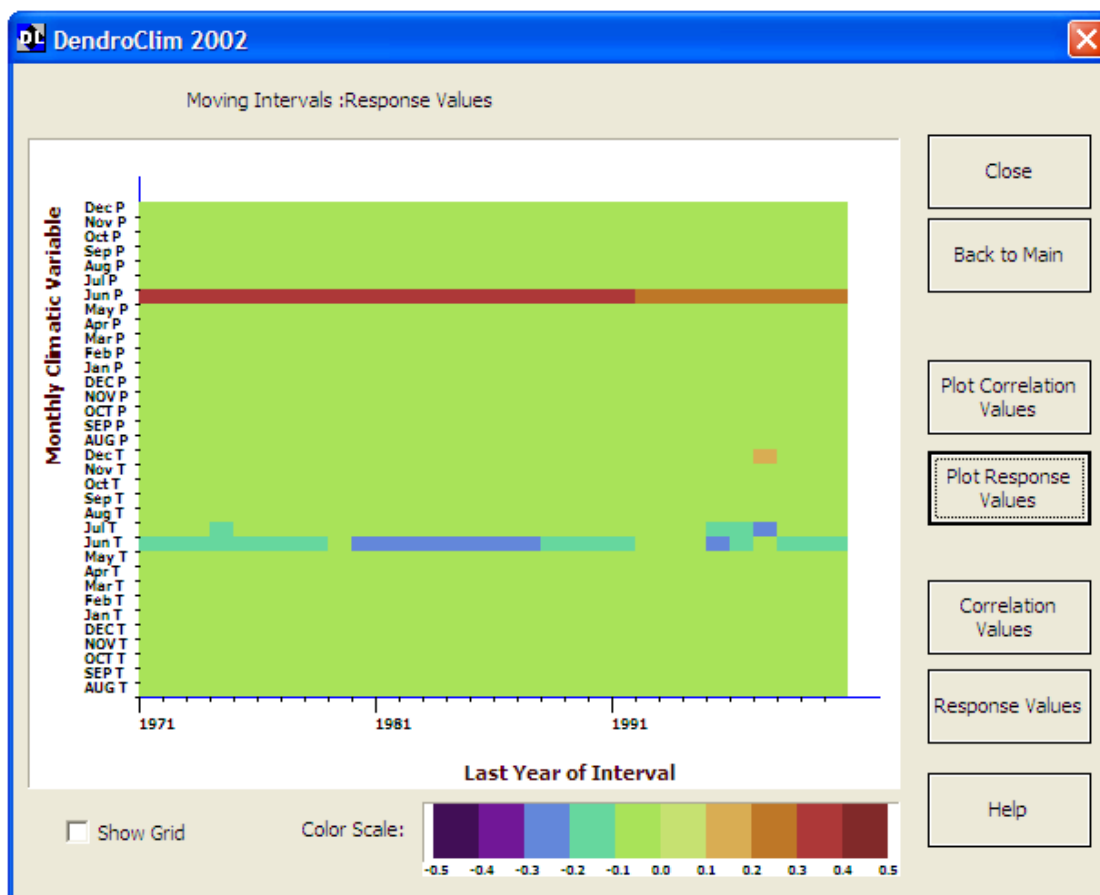
Za preizkus časovne stabilnosti korelacijskih in odzivnih koeficientov smo s programom DENDROCLIM 2002 izvedli metodo premičnih intervalov. Slika 32 prikazuje korelacijske vrednosti povprečne mesečne temperature in skupne mesečne količine padavin v časovnih intervalih.



Slika 32: Prikaz korelacijskih vrednosti za bukev v revirju Pivka Jama

Iz diagrama je razvidno, da junijske padavine tekočega leta značilno pozitivno vplivajo na širino branik in njihov vpliv je časovno stabilen. Značilno preko celotnega proučevanega obdobja na rast branik negativno vplivajo visoke temperature v juniju in juliju tekočega leta. Vpliv julijskih padavin pa je statistično značilen le v krajšem obdobju, zato nima večjega pomena.

Slika 33 prikazuje odzivne vrednosti temperatur in padavin v časovnih intervalih. Odzivni koeficienti padavin v juniju tekočega leta so statistično značilni in časovno stabilni; s časom se njihova vrednost le malo zmanjša. Temperature v juniju in juliju tekočega leta imajo prav tako statistično značilne odzivne koeficiente, ki so tudi časovno stabilni. Najpomembnejši klimatski dejavnik, ki vpliva na širino branik bukve v revirju Pivka Jama, je količina padavin v mesecu juniju tekočega leta.



Slika 33: Prikaz odzivnih vrednosti po časovnih intervalih za bukev v revirju Pivka Jama

S pomočjo programa TSAP Win smo analizirali še leta, v katerih se je več kot 75% vseh dreves v sestoji bukve v revirju Pivka Jama z rastnimi značilnostmi odzvalo na posebej ugodne ali posebej neugodne klimatske pogoje. Preglednica 16 prikazuje značilna leta za rast bukve, ki so razvrščena po stopnjah značilnosti.

Klima je imela na rast branic sestoja v revirju Pivka Jama najbolj značilen pozitiven vpliv v letih 1909, 1948, 1980 in 2005. Najbolj značilen negativen vpliv pa je imela klima v letih 1911, 1935 in 1957.

Preglednica 16: Značilna leta bukve iz lokalne kronologije v revirju Pivka Jama. (+ + +) vsa drevesa reagirajo s povečevanjem prirastka; (+ +) 90-99 % vseh dreves reagira s povečevanjem prirastka; (+) 75-89 % vseh dreves reagira s povečevanjem prirastka; (-) 75-89 % vseh dreves reagira z zmanjšanjem prirastka; (- -) 90-99 % vseh dreves reagira z zmanjšanjem prirastka; (- - -) vsa drevesa reagirajo z zmanjšanjem prirastka

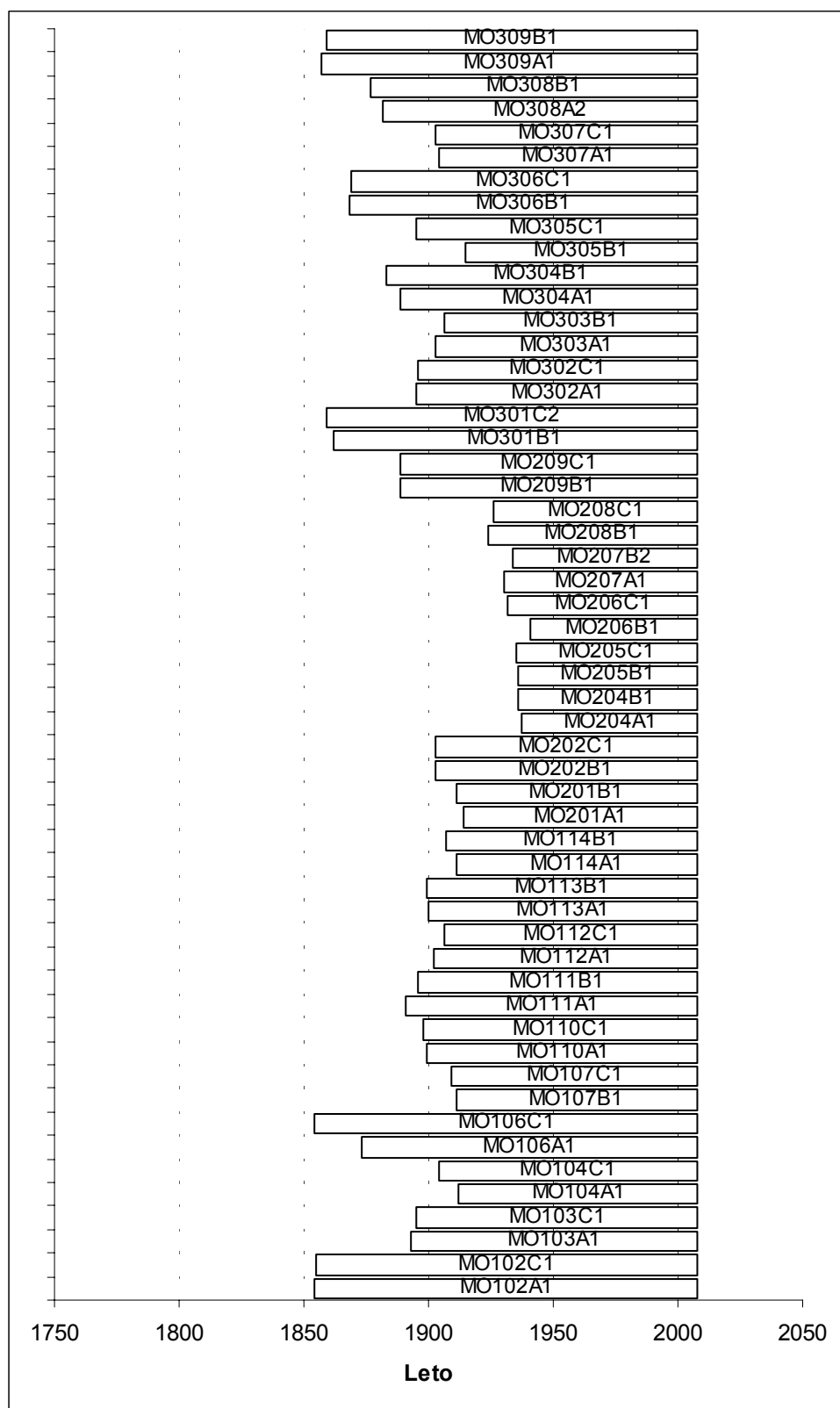
	Značilna leta
+ + +	2005
+ +	1909, 1948, 1980
+	1910, 1919, 1923, 1924, 1925, 1929, 1932, 1934, 1937, 1941, 1943, 1954, 1955, 1958, 1959, 1964, 1969, 1973, 1983, 1989, 1992, 1997
-	1908, 1920, 1921, 1922, 1927, 1928, 1933, 1938, 1942, 1950, 1960, 1966, 1976, 1981, 1986, 1988, 1991, 1993, 2006
- -	1911
- - -	1935, 1957

4.3 KRONOLOGIJA ŠIRIN BRANIK SESTOJA V JELŠEVCU

Vzorčenje je potekalo novembra 2007. V raziskavo je bilo vključenih 54 vzorcev iz skupno 27 dreves. V Preglednici 17 (Priloga G) je predstavljena zaporedna številka vzorca, ki ji sledi poimenovanje ustrezne meritve vzorca, število izmerjenih branik, leto prve branike in leto zadnje izmerjene branike. Na koncu je v opombi zapisano, ali je bilo izmerjeno zaporedje širin branik vzorca vključeno v lokalno kronologijo.

Na Sliki 34 (Priloga I) so prikazana sinhronizirana in datirana zaporedja širin branik. Branike so bile opazno širše kot pri vzorcih z Mašuna na Snežniku. Povprečna širina branike je znašala 1,79 mm, največja dosežena širina branike je znašala 11,95 mm (leta 1949), najmanjša širina branike pa je znašala 0,12 mm (leta 2001).

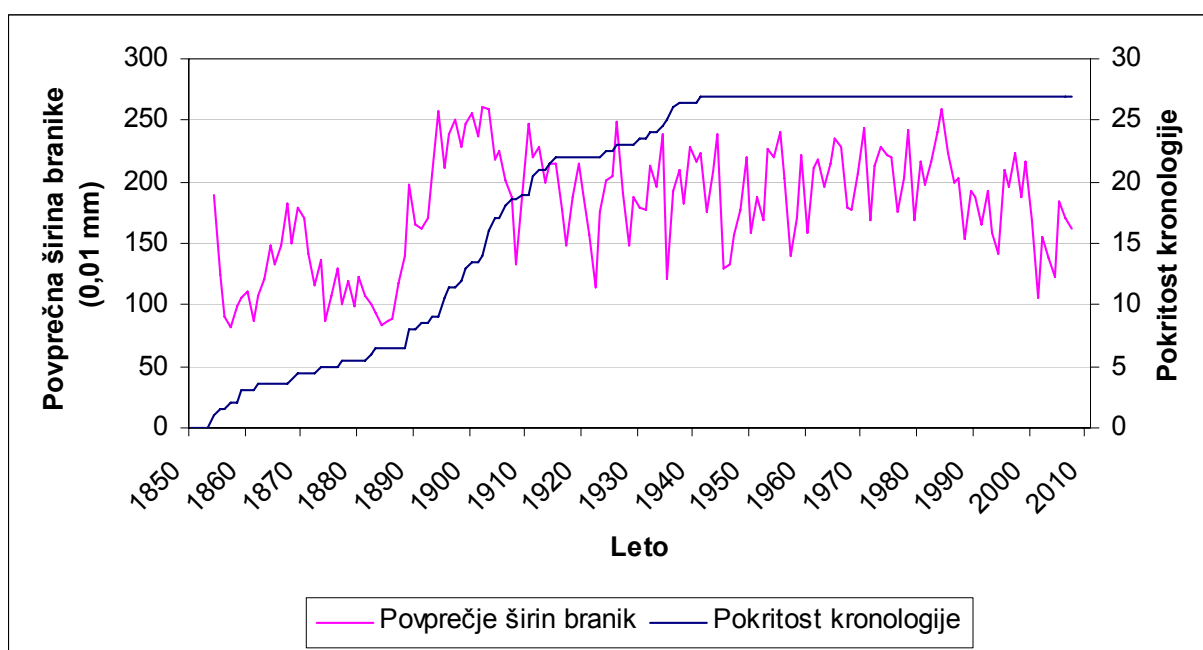
Na sliki 35 so prikazani podatki o dataciji posameznih vzorcev. Zadovoljivo pokrito kronologijo širin branik lahko sestavimo za obdobje 1900-2007.



Slika 35: Časovni razpon zaporedij širin branik vseh vzorcev iz sestoja v Jelševcu

4.3.1 Lokalna kronologija sestoja v Jelševcu

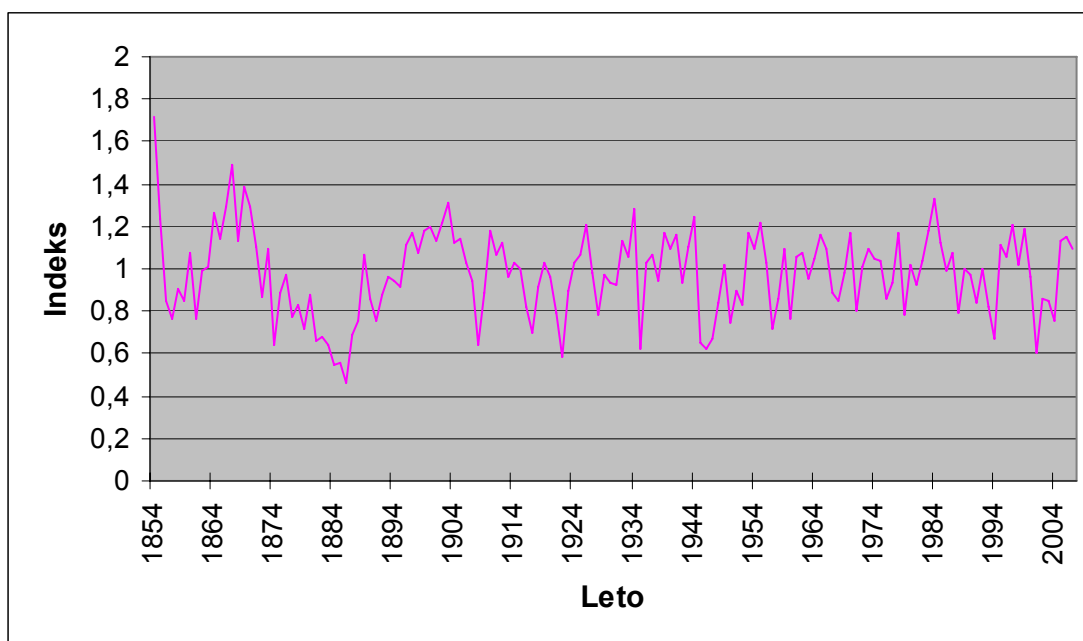
S pomočjo programa TSAP/x smo sestavili surovo lokalno kronologijo širin branik sestoja v Jelševcu. Slika 36 prikazuje graf zaporedja povprečij širin branik in pokritost kronologije. Kronologija je dolga 151 let in je zadovoljivo pokrita za obdobje 1900-2007. V letih 1857-1890 je povprečna širina branik nižja kot po letu 1890, kar je morda posledica počasnejše rasti zaradi zastrtosti dreves v mladosti.



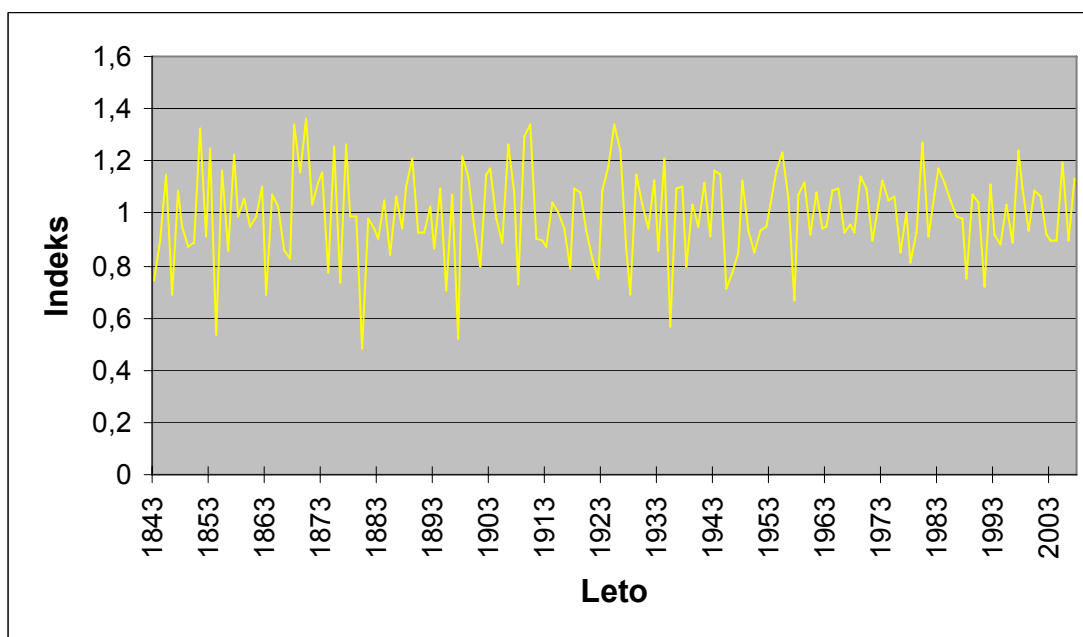
Slika 36: Kronologija širin branik bukve in njena pokritost za sestoj v Jelševcu

V preglednici 18 (Priloga H) so zbrani podatki o statističnih kazalnikih ujemanja zaporedij širin branik posameznih dreves z lokalno kronologijo sestoja v Jelševcu.

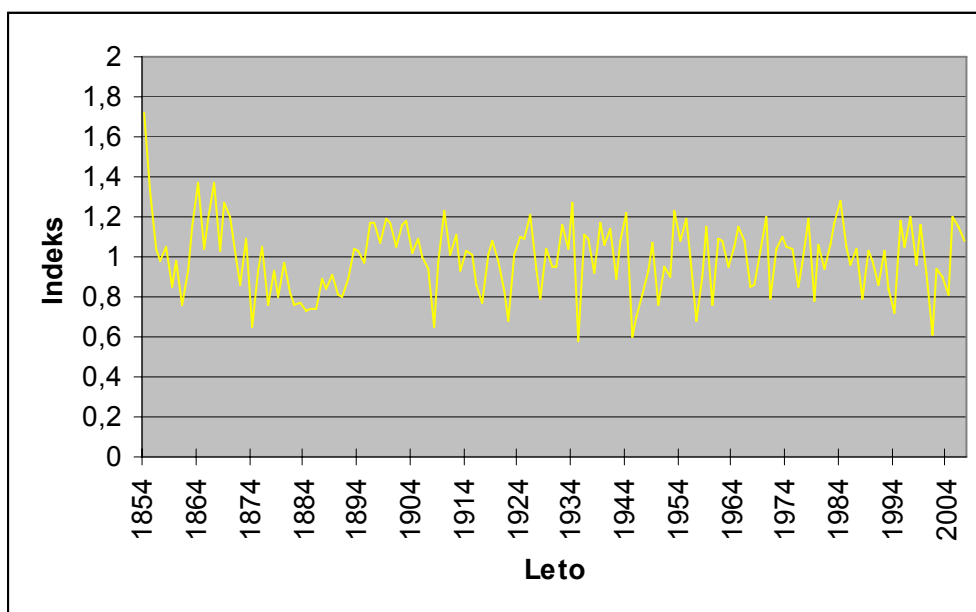
V nadaljevanju smo s pomočjo programa ARSTAN izračunali indeksirana zaporedja širin branik, in sicer standardno kronologijo, kronologijo tipa ARSTAN residual ter avtoregresivno ARSTAN kronologijo. S pomočjo regresije z negativno eksponentno funkcijo smo odstranili vpliv rastnih trendov. Kronologijo tipa ARSTAN residual smo uporabili za kasnejšo dendroklimatološko analizo.



Slika 37: Standardna kronologija indeksov širin branik sestoja v Jelševcu



Slika 38: Kronologija tipa "ARSTAN residual" indeksov širin branik sestoja v Jelševcu



Slika 39: ARSTAN kronologija indeksov širin branik sestoja v Jelševcu

Preglednica 19 prikazuje statistične kazalnike vseh štirih kronologij sestoja v Jelševcu. Časovni razpon kronologij sega od 1854-2007. Kronologija temelji na skupno 5901 izmerjenih branikah 54 vzorcev iz 27 dreves. Srednja vrednost širine branik znaša 1,984 mm.

Preglednica 19: Statistični parametri surove, standardne, residual in avtoregresivne kronologije za širine branik sestoja v Jelševcu

	Surova kronologija	Standardna kronologija	Residual kronologija	ARSTAN kronologija
Razpon let	1854-2007	1854-2007	1854-2007	1854-2007
Število dreves	27	27	27	27
Skupno število branik	5901	5901	5901	5901
Število manjkajočih branik	0	0	0	0
Srednja vrednost	1,984	0,9756	0,9912	0,9944
Mediana	1,864	0,9927	1,01000	1,0116
Srednja občutljivost	0,283	0,1743	0,1951	0,1745
Standardni odklon	0,898	0,2007	0,1598	0,1747
Avtokorelacija 1. reda	0,66	0,4482	-0,0647	0,2355

S pomočjo programa DENDROCLIM 2002 smo izvedli dendroklimatološko analizo na podlagi kronologije tipa ARSTAN residual in klimatoloških podatkov. Izračunali smo odzivne funkcije s korelacijskimi koeficienti. Korelacijski in odzivni koeficienti so prikazani v Preglednici 20; polja s statistično značilnimi koeficienti so rumeno obarvana.

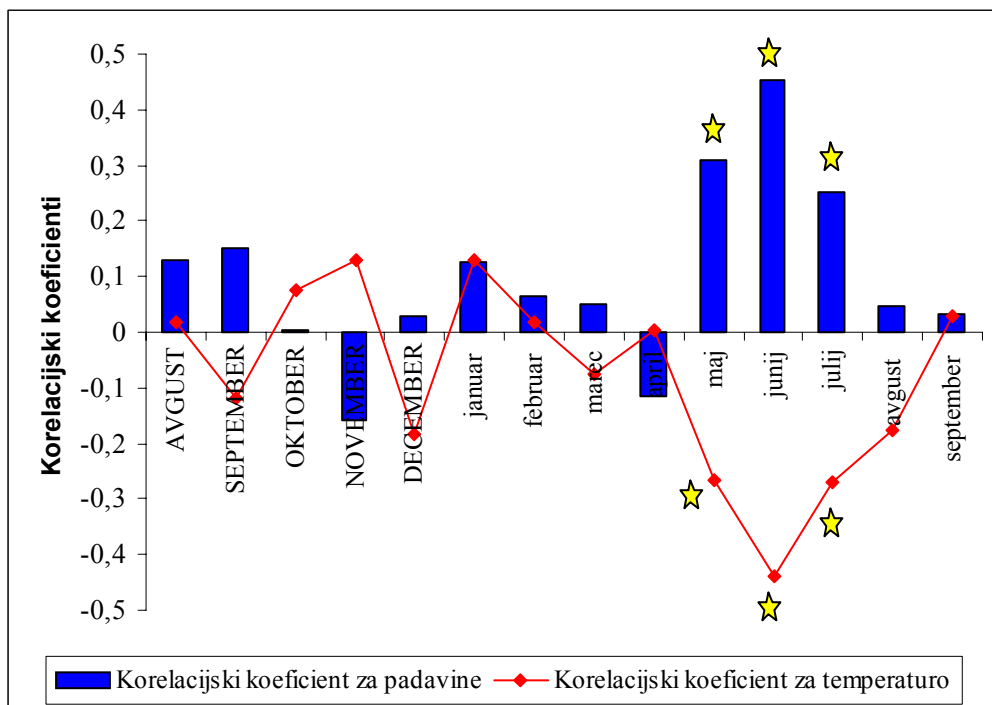
Preglednica 20: Korelacijski koeficienti za zvezo med širino branik in temperaturo (povprečne mesečne vrednosti) in padavinami (skupne mesečne vrednosti) od avgusta predhodnega leta do septembra tekočega leta za Jelševce. Statistično značilni koeficienti pri 95% intervalu zaupanja so označeni z zvezdico.

Mesec	Korelacijski koeficient za temperaturo	Korelacijski koeficient za padavine	Odzivni koeficient za temperaturo	Odzivni koeficient za padavine
AVGUST	0,019284	0,12931	0,0912735	0,106676
SEPTEMBER	-0,117632	0,150359	-0,0472503	0,146175
OKTOBER	0,0744404	0,00238763	0,0890199	0,0388237
NOVEMBER	0,131218	-0,159706	0,181889 *	-0,0769454
DECEMBER	-0,183648	0,0288238	-0,2067 *	0,0378649
januar	0,129973	0,125729	0,0934339	0,0362178
februar	0,0195639	0,0641352	0,0675809	0,117848
marec	-0,0749429	0,0492458	-0,0538527	0,0243292
april	0,00243767	-0,113421	-0,00958959	-0,0145595
maj	-0,264543 *	0,308965 *	-0,0997754	0,161808 *
junij	-0,43952 *	0,453214 *	-0,241961 *	0,302276 *
julij	-0,268561 *	0,250662 *	-0,102045	0,109763
avgust	-0,175201	0,046491	-0,0161444	-0,0267039
september	0,0277633	0,0340783	0,0505924	0,00936929

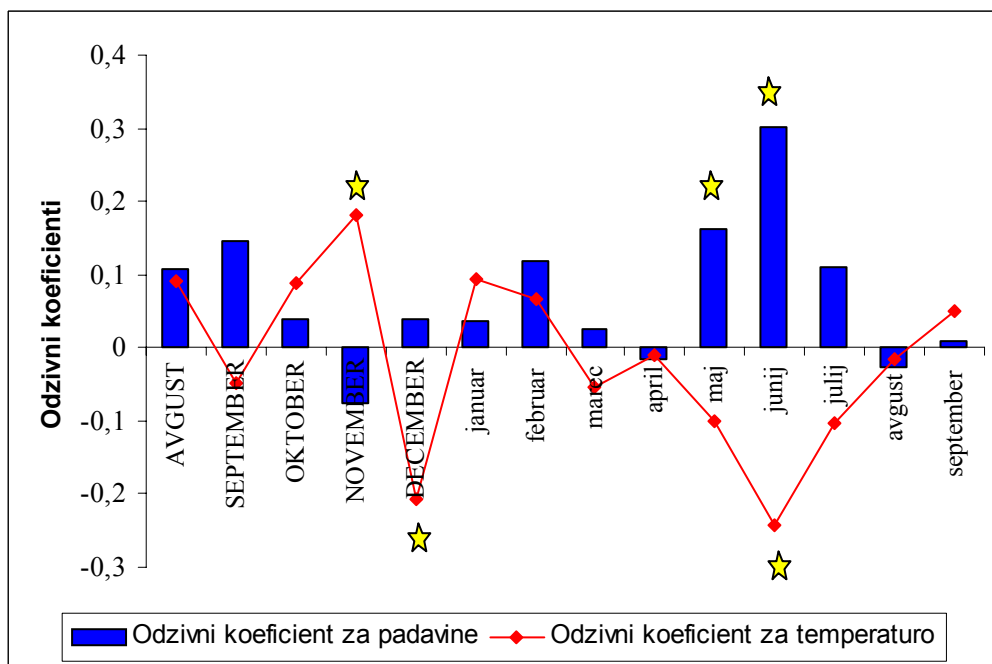
Slika 40 grafično prikazuje vrednosti korelacijskih koeficientov za temperaturo in padavine. Iz rezultatov je razvidno, da so korelacijski koeficienti statistično značilni za temperature v maju, juniju in juliju tekočega leta (negativne vrednosti) ter za padavine v maju, juniju in juliju tekočega leta (pozitivne vrednosti).

Vrednosti odzivnih koeficientov so grafično prikazane na Sliki 44. Odzivni koeficienti za padavine so značilni pozitivni v maju in juniju tekočega leta. Odzivni koeficient za temperaturo je značilno negativen v juniju tekočega leta. Poleg tega so odzivni koeficienti

za temperaturo značilni v novembru predhodnega leta (pozitivne vrednosti) in decembru predhodnega leta (negativne vrednosti).

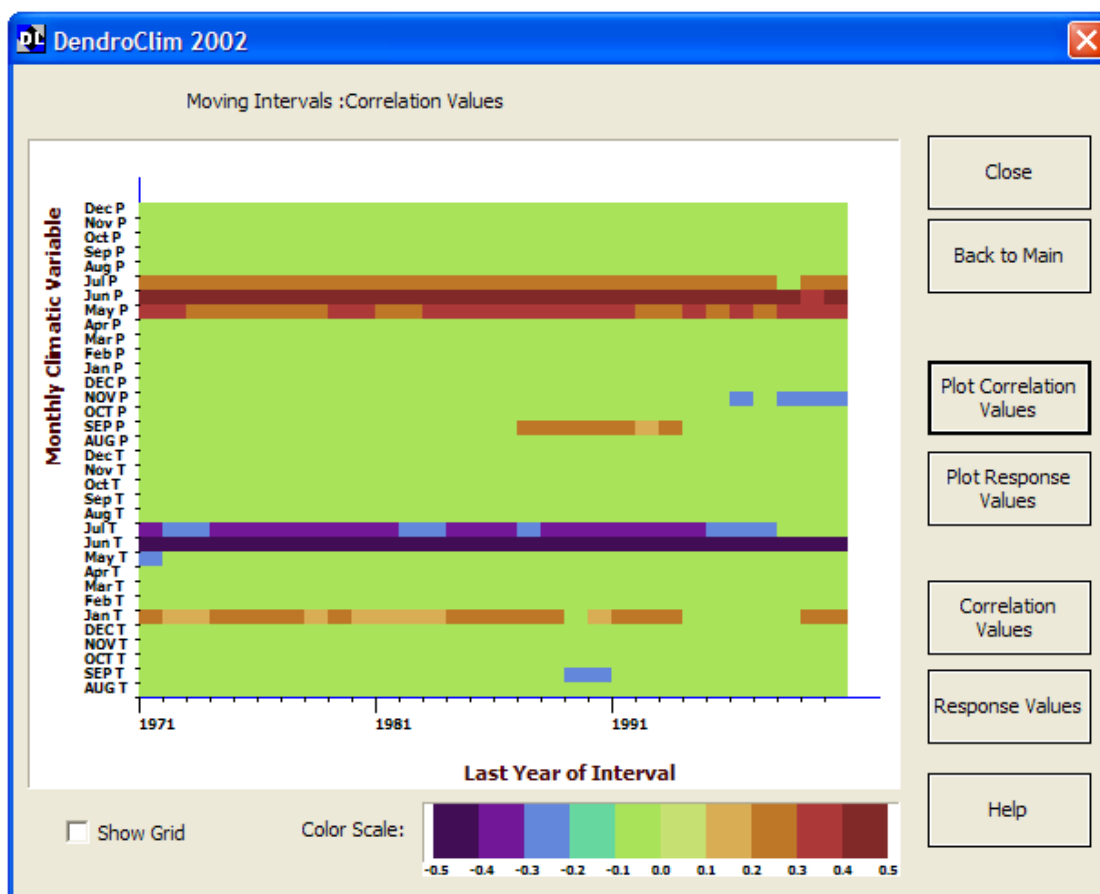


Slika 40: Bootstrap korelacijske vrednosti za sestoj v Jelševcu



Slika 41: Bootstrap odzivne vrednosti za sestoj v Jelševcu

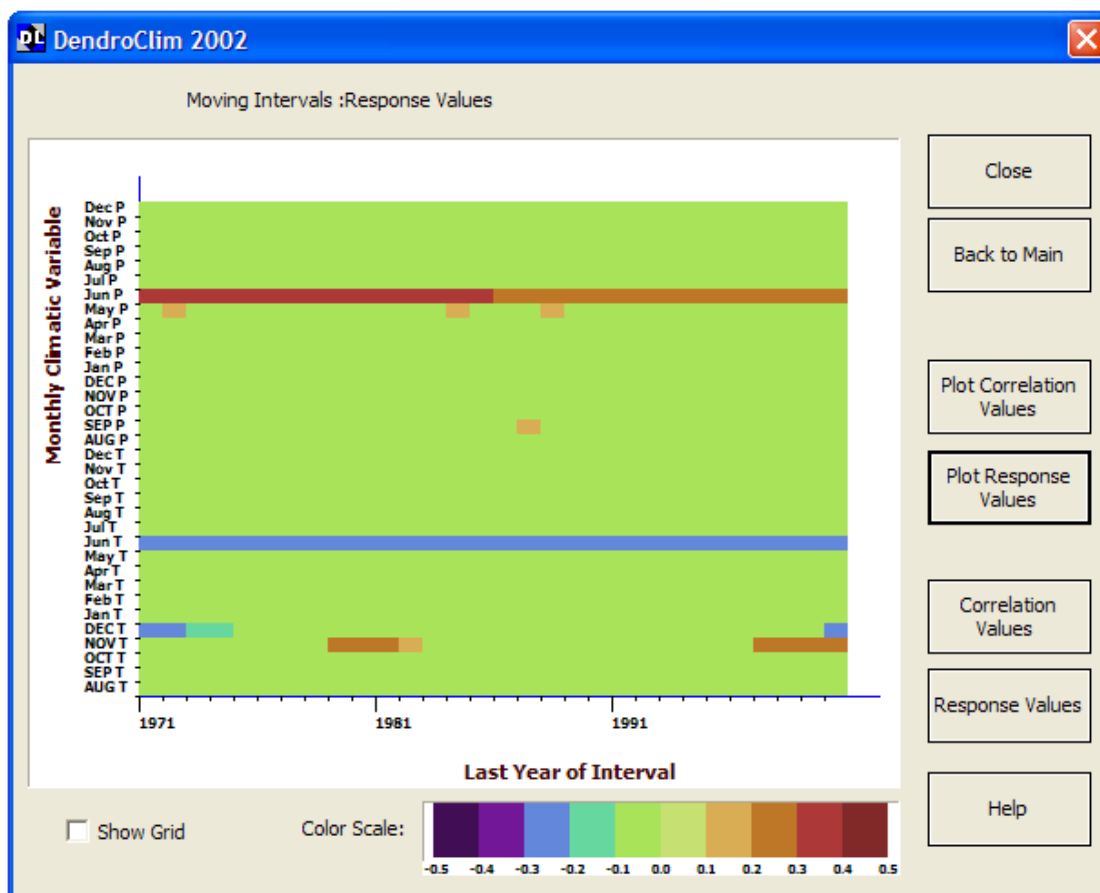
Preverili smo tudi časovno stabilnost korelacijskih in odzivnih vrednosti s pomočjo premičnih intervalov v programu DENDROCLIM 2002. Korelacijske vrednosti v časovnih intervalih so prikazane na sliki 45. Količina padavin v maju, juniju in juliju tekočega leta pomembno pozitivno vpliva na širino branik sestoja v Jelševcu; ti vplivi so tudi časovno stabilni. Od vseh treh je najpomembnejša junijska količina padavin, ki ima najvišjo pozitivno korelacijsko vrednost. Visoke temperature v juniju tekočega leta imajo močan in časovno stabilen negativni vpliv na širino branik sestoja. Tudi julijske temperature v tekočem letu imajo na rast branik značilno negativen vpliv, ki je sicer dokaj stabilen, vendar v zadnjem obdobju ni več značilen. Visoke temperature v januarju tekočega leta na širino branik pozitivno vplivajo, vendar ta vpliv ni značilen preko celotnega obdobja.



Slika 42: Prikaz korelacijskih vrednosti za bukev v Jelševcu

Odzivne vrednosti (Slika 46) kažejo pomemben vpliv junijskih padavin na širino branik v Jelševcu. Ta vpliv je tudi časovno stabilen, čeprav se v drugi polovici obdobja nekoliko

zmanjša. Statistično značilno vplivajo na rast branik tudi visoke temperature v juniju tekočega leta z negativnim odzivnim koeficientom. Temperature v novembru in decembru predhodnega leta tudi vplivajo na širino branik, vendar ta vpliv ni značilen preko celotnega obdobja. Količina padavin v mesecu juniju je najpomembnejši klimatski dejavnik, ki vpliva na širino branik v Jelševcu in ima največji odzivni koeficient.



Slika 43: Prikaz odzivnih vrednosti za bukev v Jelševcu

Nazadnje smo s programom TSAP/x analizirali še značilna leta sestoja bukve v Jelševcu. Rezultati analize so podani v Preglednici 21. Klima je na rast sestoja v Jelševcu značilno pozitivno vplivala v letih 1953, 1959, 1961, 1995 in 2005. Značilno negativno pa so klimatski dejavniki na rast branik vplivali v letih 1908, 1935, 1945, 1957, 1971, 1979 in 1988.

Preglednica 21: Značilna leta bukve iz lokalne kronologije v Jelševcu. (+ + +) vsa drevesa reagirajo s povečevanjem prirastka; (+ +) 90-99 % vseh dreves reagira s povečevanjem prirastka; (+) 75-89 % vseh dreves reagira s povečevanjem prirastka; (-) 75-89 % vseh dreves reagira z zmanjšanjem prirastka; (- -) 90-99 % vseh dreves reagira z zmanjšanjem prirastka; (- - -) vsa drevesa reagirajo z zmanjšanjem prirastka

	Značilna leta
+ + +	/
+ +	1953, 1959, 1961, 1995, 2005
+	1887, 1909, 1910, 1918, 1923, 1929, 1932, 1934, 1936, 1939, 1943, 1949, 1955, 1958, 1969, 1970, 1972, 1980, 1989, 1992, 2002
-	1904, 1916, 1917, 1921, 1927, 1928, 1942, 1950, 1956, 1960, 1967, 1976, 1985, 1998, 2000, 2001
- -	1908, 1935, 1945, 1957, 1971, 1988
- - -	1979

4.4 PRIMERJAVA KRONOLOGIJ

Izračunane lokalne kronologije smo primerjali med seboj in z ostalimi lokalnimi kronologijami bukve v Sloveniji. Za ugotavljanje medsebojnih korelacij med kronologijami smo uporabili izračun t-vrednosti po Baillie-ju in Pilcherju s pomočjo programa TSAP/x (Preglednici 22 in 23). Ugotovili smo, da t-vrednosti kažejo statistično značilno podobnost med vsemi tremi obravnavanimi rastišči (Mašun, Pivka Jama in Jelševca). Pri tem je najvišji koeficient korelacije izračunan med lokalno kronologijo bukve na Mašunu in v revirju Pivka Jama ($t_{BP} = 8,2$). Med kronologijama bukve iz revirja Pivka Jama in iz Jelševca je podobnost nekoliko manjša ($t_{BP} = 6,4$), najmanjša pa je med kronologijama Jelševca in Mašuna. Rast bukve na Mašunu in v revirju Pivka Jama ima torej nekaj skupnih značilnosti, ki jih najverjetneje lahko pripišemo geografski bližini. Razlike med kronologijama pa nastajajo zaradi različne nadmorske višine, reliefa, položaja glede na smer prevladujočih vetrov itd.

Kronologija sestoja na Mašunu kaže statistično značilno podobnost tudi s sestoji na Kočevskem (Draga, Kočevska Reka) in v jugovzhodni Sloveniji (Cinkov Rog). Poudariti pa je potrebno, da izračun ni pokazal statistično značilne korelacije med kronologijo sestoja na Mašunu in kateregakoli sestoji nad Tolminom. Lokacije nad Tolminom (posebno TOC) so poleg Mašuna edina visokogorska rastišča bukve pri nas, ki so jih dendrokronološko raziskali v Katedri za tehnologijo lesa, zato smo pričakovali povezavo med kronologijami. Vendar rezultati kažejo, da se bukev nad Tolminom obnaša bistveno drugače kot na Snežniku. Dendroklimatološke raziskave so pokazale, da na rast bukve v alpskem visokogorju (npr. TOC) značilno pozitivno vplivajo visoke temperature v poznopomladnih oziroma poletnih mesecih (Di Filippo in sod., 2007), medtem ko pri bukvi na Mašunu tega nismo ugotovili. Tu igra pomembno vlogo predvsem količina padavin v poletnih mesecih, visoke temperature v tekočem juniju in predhodnem avgustu pa na rast bukve vplivajo negativno. Kot kaže, se torej bukev v alpskih visokogorskih rastiščih na klimatske dejavnike odziva povsem drugače kot na Snežniku.

Sestoj bukve v Jelševcu ima lokalno kronologijo podobno ostalim sestojem na Dolenjskem (Brezova Reber, Gorjanci, Senovo, Cinkov Rog, Knežja Lipa) in Celjskem. To ni

presenetljivo, saj imajo te lokacije podobno geografsko lego, nadmorsko višino, reliefne in podnebne značilnosti ter podobne ekološke in rastiščne parametre.

Lokalna kronologija sestoji pri Pivki Jami je značilno podobna zlasti kronologijam sestojev pri Dragi, Cinkovem Rogu in na Snežniku. Vse našteje lokacije ležijo v Dinarskem svetu.

Preglednica 22: Vrednosti korelacijskih koeficientov t_{BP} med različnimi lokalnimi kronologijami v Sloveniji. Statistično značilni koeficienti pri 95% intervalu zaupanja so označeni z zvezdico.

LOKACIJA	MAŠUN	PIVKA JAMA	JELŠEVEC
BRE	5,0 *	5,6 *	10,8 *
GOR	4,0	5,7 *	11,3 *
CER	2,0	1,4	4,9
SEN	5,5 *	5,1 *	8,8 *
CEA	3,8	3,8	8,3 *
CEB	3,7	5,8 *	7,2 *
CRO	7,5 *	8,3 *	8,5 *
KLI	5,3 *	6,1 *	8,2 *
TOA	2,7	1,5	3,2
TOB	1,7	1,6	1,2
TOC	2,3	1,1	0,2
KRE	6,1 *	5,8 *	4,4
DRA	6,9 *	7,2 *	5,2 *
SNE	100 *	8,2 *	5,1 *
PO	8,2 *	100 *	6,4 *
MO	5,1 *	6,4 *	100 *

Preglednica 23: Seznam lokacij raziskanih bukovih sestojev s šiframi

ŠTEVILKA RASTIŠČA	ŠIFRA	LOKACIJA
1	BRE	Brezova Reber
2	GOR	Gorjanci
3	CER	Čermošnjice
4	SEN	Senovo
5	CEA	jugovzhodno od Celja (1. lokacija)
6	CEB	jugovzhodno od Celja (2. lokacija)
7	CRO	Cinkov Rog
8	KLI	Knežja Lipa
11	TOA	Tolmin A, V Lazu
12	TOB	Tolmin B, Pod Zagonom
13	TOC	Tolmin C, Planina Kal
9	KRE	Kočevska Reka
10	DRA	Draga
14	PAN	Panška reka
15	SNE	Mašun na Snežniku
16	PO	Pivka Jama pri Postojni
17	MO	Jelšavec pri Mokronogu

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

5.1.1 Kronologije širin branik

Na Oddelku za lesarstvo Biotehniške fakultete so v preteklih letih sestavili 14 lokalnih kronologij bukve z različnih rastišč v Sloveniji (Čufar in sod., 2008b). Kronologije so merile od 83-271 let in so tako obsegale obdobje od leta 1731-2007. Z lokalnimi kronologijami za Mašun na Snežniku, Pivko Jamo pri Postojni in sestoj v Jelševcu pri Mokronogu smo te zbrane podatke dopolnili. Primerjava lokalnih kronologij je pokazala podobnost kronologije na Mašunu s kronologijami v Pivki Jami, Dragi, Kočevski Reki in Cinkovem Rogu. Kronologija sestoj v Jelševcu je podobna ostalim kronologijam na Dolenjskem in Celjskem. Bistveno drugačne lokalne kronologije imajo sestoji v okolici Tolmina, kjer na rast bukve vplivajo visokogorski klimatski pogoji: temperaturne omejitve in krajša vegetacijska doba.

Pri merjenju širin branik bukve smo imeli nekaj težav, zlasti pri vzorcih starih dreves iz revirja Pivka Jama. Nekateri vzorci so imeli predvsem blizu stržena zelo ozke branike in letnice so bile komaj prepoznavne. Izmerjenih zaporedij širin branik se v najbolj težavnih primerih tudi ni dalo vključiti v lokalno kronologijo. V splošnem pa smo po nekajkratnih ponovitvah merjenja dosegli zadovoljive rezultate.

5.1.2 Dendroklimatološka analiza

Dendroklimatološka analiza obravnavanih rastišč je pokazala nekatere podobne značilnosti. Na vseh treh lokacijah na rast bukve značilno pozitivno vpliva količina padavin v juniju tekočega leta in negativno vplivajo visoke temperature istega meseca. Pri tem kaže bukev na Mašunu najmanjšo stopnjo odzivnosti na junijske klimatske pogoje (odzivni koeficient -0,16 za temperaturo in 0,25 za padavine), bukev pri Pivki-Jami

nekoliko večjo (odzivni koeficient -0,18 za temperaturo in 0,29 za padavine), bukev v Jelševcu pa največjo (odzivni koeficient -0,24 za temperaturo in 0,30 za padavine).

Raziskave bukve na različnih rastiščih v Sloveniji (Čufar in sod., 2008b) so na 11 od 14 rastišč pokazale negativni vpliv junijskih temperatur in pozitivni vpliv junijskih padavin na rast bukve. Rezultati naših treh rastišč se skladajo s temi ugotovitvami. S proučevanjem nastajanja lesa bukve na Panški reki blizu Ljubljane (Čufar in sod., 2008a) so pred kratkim ugotovili, da les najintenzivneje nastaja v mesecu juniju, ko se razvije več kot tretjina letne prirastne plasti. To dejstvo ponuja razlago pomembnosti junijskih klimatskih pogojev za rast bukve in njihove vplivnosti na širino branike.

Drugačen odziv bukve na klimatske dejavnike pa so ugotovili na visokogorskih alpskih rastiščih v okolici Tolmina (Čufar, 2008). Krajša vegetacijska doba in ostrejši podnebni pogoji imajo na teh lokacijah močan vpliv na rast drevja, zato se temperatura v mesecih pozne pomladi oz. poletja izkaže kot pomemben vplivni dejavnik na širino branik.

Na Mašunu igrajo pomembno vlogo tudi temperature tekočega julija (negativni korelacijski in odzivni koeficient), pri Pivki Jami je značilen in časovno stabilen le ustrezni korelacijski koeficient, v Jelševcu pa poleg temperatur na rast bukve vplivajo tudi padavine tekočega julija (pozitiven korelacijski koeficient). Jelševac je edina od treh lokacij, pri kateri na širino branik značilno vplivajo tudi temperature in padavine tekočega maja, vendar le količina padavin kaže časovno stabilnost korelacijskih (ne pa tudi odzivnih) vrednosti.

Mašun je edina od treh lokacij, pri kateri se je pokazal statistično značilen stabilen vpliv klimatskega dejavnika predhodnega leta, in sicer avgustovskih visokih temperatur (negativen vpliv na rast) ter avgustovske količine padavin, ki na rast bukve pozitivno vpliva. Tekom meseca septembra na Mašunu povprečna mesečna temperatura že pade pod 10°C, kar sproži pripravo dreves na obdobje mirovanja in fiziološke neaktivnosti. V primeru vročega in sušnega obdobja v avgustu je verjetno ta priprava otežena. Poleg tega sta julij in avgust razen zimskih mesecev, v katerih drevesa niso fiziološko aktivna, meseca z najmanjšo količino padavin. Visoke temperature v juniju negativno vplivajo na rastne

značilnosti tekočega leta, medtem ko temperature in količina padavin v avgustu vplivajo že na rastne značilnosti v naslednji rastni sezoni.

Pričakovali smo, da bo na rast bukve na Mašunu bistveno vplivala večja nadmorska višina z omejitvami zaradi nizkih temperatur in krajše vegetacijske dobe. Vendar rezultati tega niso potrdili – ugotovili smo le negativni vpliv visokih temperatur in pozitivni vpliv padavin na rast v najbolj sušnih poletnih mesecih. Možen vzrok za tako obnašanje bukve na Mašunu je relativno nizka letna količina padavin v primerjavi z jugozahodnim pobočjem Snežniško-Javorniške planote, ki je izpostavljena prevladujočim vetrovom in prejme velik del orografskih padavin. Do Mašuna prispe tako le del deževnih oblakov. Poleg tega je nadmorska višina sestoja na Mašunu (1050-1150 m) še vedno relativno nizka glede na najvišje vrhove pogorja. Morda bi v višjih legah Snežniškega pogorja zaznali tudi drugačne rastne značilnosti bukve, npr. pozitivno odzivanje na višje temperature v poletnih mesecih. Bukev se na Mašunu kot v prehodnem območju sredozemskega in celinskega podnebja bolj negativno odziva na celinske podnebne značilnosti kot na nadmorsko višino.

Sestoj bukve v revirju Pivka Jama pri Postojni je pokazal še večji vpliv količine padavin v sušnejših poletnih mesecih na rast bukve. Bukev je subatlantska drevesna vrsta, ki za uspevanje potrebuje dovolj vlage in enakomerno razporejenih padavin, težko pa prenaša večje temperaturne ekstreme. Pri Postojni na njeno rast negativno vplivajo visoke temperature v juniju in juliju tekočega leta, pozitivno pa se odziva predvsem na junijsko količino padavin. Za bukev na tej lokaciji je najugodnejši mil in vlažen začetek poletja.

Podnebje osrednje Dolenjske ima v primerjavi s postojnskim območjem bistveno bolj celinske značilnosti. Zanj so značilni večji temperaturni ekstremi, višje poletne temperature in nižja letna količina padavin; večji del padavin pade v poletnih mesecih. Junijska količina padavin ima močan pozitivni vpliv na rast bukve v Jelševcu, pozitivni vpliv pa kaže tudi količina padavin tekočega maja in julija. Nasprotno imajo na rast bukve negativni vpliv visoke temperature v juniju in juliju tekočega leta. Celinske podnebne značilnosti v rastnem obdobju se na bukvi v Jelševcu od vseh treh rastišč najbolj negativno odražajo.

Analiza sestoja v Jelševcu je pokazala tudi pozitivne odzivne vrednosti za temperaturo v novembru in negativne odzivne vrednosti za temperaturo v decembru predhodnega leta, vendar se te vrednosti niso izkazale kot časovno stabilne. Visoke novembske temperature lahko v ugodnih pogojih izboljšajo pripravo bukve na naslednjo rastno sezono, medtem ko visoke decembske temperature onemogočajo fiziološko pripravo dreves na mraz in obdobje mirovanja, zato lahko na rast vplivajo predvsem negativno. Morda bodo s prihajajočimi podnebnimi spremembami in vse bolj nepričakovanimi temperaturnimi nihanji taki vplivi postajali bolj pogosti, zato bo potrebno upoštevati tudi njihove posledice.

5.1.3 Analiza značilnih let

V letih 1921, 1927 in 1928 se je vpliv klimatskih dejavnikov na vseh treh lokacijah pokazal kot značilno negativen. Leta 1921 je na lokaciji sestoja pri Pivki Jami padlo le 1344 mm padavin, na Mašunu le 1247 mm padavin, v Jelševcu pa le 810 mm padavin.

Leto 1935 je bilo močno neugodno za rast bukve pri Pivki Jami in pri Jelševcu in neugodno na Mašunu. V tem letu je pri Pivki Jami padlo junija le 24 mm, julija pa 59 mm padavin, kar je precej manj kot dolgoletno povprečje. Prav tako leta 1935 je v Jelševcu junija padlo le 27 mm, julija pa 70 mm padavin. Leto 1945 je bilo za rast močno neugodno na Mašunu in v Jelševcu. V Jelševcu je v celem letu padlo le 909 mm padavin, od tega v februarju nič in v marcu le 26 mm padavin. Na Mašunu je v istem letu (1945) padlo skupno le 1188 mm padavin; v februarju in marcu je vladala precejšnja suša. Leta 1957 pa je klima na rast močno neugodno vplivala pri Pivki Jami in v Jelševcu. V Jelševcu je padlo skupno le 978 mm, pri Pivki-Jami pa le 1492 mm padavin.

Pozitivni vplivi klimatskih pogojev na rast bukve so bili značilni v letih 1923, 1929, 1934, 1959 in 1969 za vse tri lokacije. Leto 1961 je bilo močno ugodno za rast v Jelševcu in ugodno na Mašunu. V tem letu so bile v Jelševcu obilne padavine v mesecih maju, juniju in juliju, na Mašunu pa poleg tega tudi v aprilu. Leto 1980 je bilo zelo ugodno za rast pri Pivki Jami in ugodno v Jelševcu. Leta 1980 je Pivka Jama prejela kar 2282 mm padavin, od tega več kot desetino v mesecu juniju. Jelševcu pa je v tem letu prejel 1346 mm

padavin. Leto 2005 je bilo za rast bukve zelo ugodno tako pri Pivki Jami kot tudi v Jelševcu.

Pregled značilnih let in njihovih klimatskih parametrov kaže, da se večja klimatska nihanja zrcalijo v značilno povečani oziroma zmanjšani rasti branik bukve. V ozadju zmanjšanih širin branik na več lokacijah lahko najdemo sušna obdobja z majhno količino padavin, medtem ko v ozadju povečanih širin branik zaznamo obdobja z obilnimi padavinami v času rastne sezone.

Bukev je v Sloveniji zelo razširjena, njen delež pa na mnogih rastiščih narašča med drugim tudi zaradi propadanja smreke. V Evropi in pri nas se v zadnjem času pojavljajo svarila, da bi konkurenčno moč bukve lahko ogrozile klimatske spremembe. Ob napovedanem scenariju klimatskih sprememb v Sloveniji (Kajfež-Bogataj, 2007) bi te lahko ogrozile bukev tudi pri nas in to najprej na bolj ekstremnih rastiščih in na robu areala (Diaci, 2007). Zaradi slednjega menimo, da je čim boljše poznavanje odziva bukve na klimo pomembno za slovensko gozdarstvo.

5.2 SKLEPI

Sestavili smo lokalne kronologije sestojev na Mašunu, v revirju Pivka Jama in v Jelševcu. Lokalna kronologija sestoja na Mašunu meri 164 let (1844-2007) in temelji na vzorcih iz 24 dreves, kronologija sestoja pri Pivki Jami je sestavljena na podlagi 8 dreves in meri 168 let (1840-2007), kronologija sestoja v Jelševcu pa obsega 154 let (1854-2007) in temelji na vzorcih iz 27 dreves. Vzorci z Mašuna so imeli precej ozke branike, vzorci iz revirja Pivka Jama in Jelševca pa so imeli širše branike.

S programom Dendroclim 2002 smo na podlagi kronologije ARSTAN residual, podatkov o povprečni mesečni temperaturi in mesečni količini padavin opravili dendroklimatološko analizo bukve s proučevanih lokacij. Ugotovili smo statistično značilen in časovno stabilen pozitiven vpliv junijskih padavin in negativen vpliv junijskih temperatur na širino branik z vseh treh lokacij. Na širino branik na Mašunu pozitivno vplivajo tudi padavine in negativno vplivajo visoke temperature v avgustu predhodnega leta. V Jelševcu je vrednost korelacijskih koeficientov pokazala tudi statistično značilen in časovno stabilen vpliv padavin tekočega maja in julija na širino branik. Visoke temperature v juliju tekočega leta pa na širino branik v Jelševcu vplivajo negativno.

Analiza značilnih let je pokazala, da je bilo najbolj negativno značilno leto za rast bukve na Mašunu leto 1945, ki je bilo močno negativno značilno tudi za bukev v Jelševcu. Za rast bukve pri Pivki Jami so bila močno negativno značilna leta 1911, 1935 in 1957. Zadnji dve leti sta bili močno neugodni tudi za bukev v Jelševcu. Ostala najbolj negativno značilna leta za rast bukve v Jelševcu so bila leta 1908, 1971, 1979 in 1988.

Močno pozitivno značilna leta za bukev pri Pivki Jami so bila leta 1909, 1948, 1980 in 2005. Leto 2005 je bilo pozitivno značilno tudi za bukev v Jelševcu, ostala najbolj pozitivno značilna leta te lokacije pa so leta 1953, 1959, 1961, 1995 in 2005.

Najmočnejši klimatski vpliv, ki pojasni variiranje širin branik na vseh obravnavanih rastiščih, ima količina padavin in temperatura v mesecu juniju tekočega leta.

6 POVZETEK

V diplomskem delu smo opravili dendrokronološko in dendroklimatološko raziskavo rasti bukve s treh rastišč v Sloveniji. Zastavili smo si naslednje cilje:

- sestaviti lokalne kronologije bukve za sestoje na Mašunu, pri Pivki Jami in v Jelševcu
- proučiti zvezo med širinami branik in klimo na obravnavanih rastiščih z uveljavljenimi dendrokronološkimi metodami
- ugotoviti in primerjati omejujoče dejavnike na rast bukve na treh proučevanih rastiščih

Raziskave smo izvedli skladno z uveljavljeno metodologijo. Iz debel dreves, podrtih pri redni sečnji, smo odvzeli kolute. Iz vsakega koluta smo izrezali po tri radialne vzorce, jih površinsko obdelali in jim izmerili zaporedja širin branik. Zaporedja širin branik smo sinhronizirali in jih datirali. Sestavili smo surove ter indeksirane lokalne kronologije vseh treh rastišč pomočjo programov TSAP/x in ARSTAN.

S programom Dendroclim 2002 smo na podlagi kronologije tipa ARSTAN residual, klimatskih podatkov o povprečnih mesečnih temperaturah in mesečnih padavinah raziskali zvezo med širinami branik in klimo na obravnavanih rastiščih. Vrednosti korelacijskih in odzivnih koeficientov so pokazale statistično značilen in časovno stabilen pozitiven vpliv junijskih padavin ter negativen vpliv junijskih visokih temperatur na širino branik bukve na Mašunu, pri Pivki Jami in v Jelševcu. Omenjeni vpliv je najmočnejši v Jelševcu in najšibkejši na Mašunu. Na širino branik bukve na Mašunu pozitivno vplivajo tudi padavine, negativno pa visoke temperature avgusta prejšnjega leta.

Kljub visoki nadmorski višini analiza sestoja na Mašunu ni pokazala rezultatov, ki bi kazali na omejitveni dejavnik toplote v zaostrenih klimatskih razmerah. Rast bukve na Mašunu se ne odziva značilno pozitivno na temperature v rastnem obdobju, pač pa so previsoke temperature v juniju celo omejujoč dejavnik pri rasti.

Rast bukve pri Mokronogu kaže od vseh treh lokacij na najbolj celinski vpliv klime. Na širino branik s te lokacije značilno pozitivno vplivajo tudi julijske padavine, negativno pa julijske visoke temperature.

Najpomembnejši klimatski vpliv na debelinsko rast bukve treh obravnavanih lokacij ima junijska količina padavin, ki na širino branik vpliva pozitivno, in junijske visoke temperature, ki na širino branik negativno vplivajo.

VIRI

- Bembič A. 2006. Geografija Snežniško-Javorniške planote in njenih gozdov. Diplomsko delo. Ljubljana, Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo: 56 str.
- Biondi F., Waikul K. 2004. DENDROCLIM2002: A C++ program for statistical calibration of climate signals in tree-ring chronologies. *Geosciences*, 30: 303-311
- Bogovič B. 2008. Bukovi gozdovi v brežiškem gozdnogospodarskem območju. V: Bukovi gozdovi / XXVI. gozdarski študijski dnevi. 2008. Bončina A. (Ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 63-65
- Brus R. 2004. Drevesne vrste na Slovenskem. Ljubljana, Mladinska knjiga: 399 str.
- Brus R. 2005. Dendrologija 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., Prislan P., De Luis M., Gričar J. 2008a. Tree-ring variation, wood formation and phenology of beech (*Fagus sylvatica*) from a representative site in Slovenia, SE Central Europe. *Trees* (v tisku)
<http://dx.doi.org/10.1007/s00468-008-0235-6> (3.9.2008)
- Čufar K., Prislan P., Gričar J. 2008b. Nastanek in lastnosti lesa ter dendrokronološki potencial bukve. V: Bukovi gozdovi / XXVI. gozdarski študijski dnevi. 2008. Bončina A. (Ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 27-29
- Čufar K. 2008. »Dendrokronološke raziskave bukve«. Ljubljana, Katedra za tehnologijo lesa Oddelka za lesarstvo Biotehniške fakultete (osebni vir, junij 2008)
- Čufar K., De Luis M., Zupančič M., Eckstein D. 2008c. A 548-year long tree-ring chronology of oak (*Quercus* spp.) for SE Slovenia and its significance as dating tool and climate archive. *Tree-ring research*, 64, 1: 3-15
- Diaci J. 2007. Prilagajanje gojenja gozdov podnebnim spremembam. V: Podnebne spremembe: vpliv na gozd in gozdarstvo. 2007. Jurc M. (Ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 117-132

- Di Filippo A., Biondi F., Čufar K., De Luis M., Grabner M., Maugeri 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. 2008. EarthSat (15.7.2008)
- Holmes R. L. 1994. Dendrochronology program library user's manual. Tucson, Arizona, University of Arizona: 51 str.
- Kadunc A. 2008. Prirastoslovne značilnosti bukovih sestojev v Sloveniji. V: Bukovi gozdovi / XXVI. gozdarski študijski dnevi. 2008. Bončina A. (Ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 30-32
- Kajfež-Bogataj L. 2007. Spreminjanje podnebja – zdaj in v prihodnosti. V: Podnebne spremembe: vpliv na gozdarstvo. 2007. Jurc M. (Ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 13-26
- Klemenčič V. 1959. Pokrajina med Snežnikom in Slavnikom. Ljubljana, SAZU, 197 str.
- Klimatski podatki: Postojna. Ljubljana. Agencija Republike Slovenije za okolje. (2008)
<http://www.arso.gov.si/vreme/napovedi%20in%20podatki/postojna.html>. (14.7.2008)
- Kotar M., Brus R. 1999. Naše drevesne vrste. Ljubljana, Slovenska matica: 320 str.
- Kotnik N. 2008. »Opis sestojnih značilnosti sestojja v revirju Pivka Jama«. Postojna (osebni vir, avgust 2008)
- Levanič T. 1996. Dendrokronološka in dendroekološka analiza propadajočih vladajočih in sovladajočih jelk (*Abies alba* Mill.) v dinarski fitogeografski regiji. Doktorska disertacija. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo: 166 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
- Nose M. 2006. Regionalna geografija občine Trebnje s poudarkom na prsti in rastlinstvu. Diplomsko delo. Ljubljana, Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo: 110 str.
- Občina Mokronog – Trebelno. (2007)
<http://www.mokronog-trebelno.si/>. (19.7.2008)

O območju OE Postojna. Ljubljana. Zavod za gozdove Slovenije. (2005)

<http://www.zgs.gov.si/slo/obmocne-enote/postojna/o-obmocju/>. (21.7.2008)

Ostanek E. 2008. »Opis gozda oddelka 20 revirja Mašun«. Knežak, Zavod za gozdove Slovenije, krajevna enota Knežak (osebni vir, junij 2008)

Poljanec A., Ficko A., Klopčič M., Matijašič D., Bončina A. 2008. Bukovi gozdovi v Sloveniji: struktura, razvoj in gospodarjenje. V: Bukovi gozdovi / XXVI. gozdarski študijski dnevi. 2008. Bončina A. (Ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 12-16

Rebula E. 2005. Količinski in vrednostni prirastek drevja v revirju Mašun. Gozdarski vestnik, 63: 115-130

Sinjur I. Mrazišča - Frost hollows: Mrazišča v Alpah - Sinkholes in the Alps

<http://www.freewebs.com/iztokico/staripodatkiolddata.htm> (3.9.2008)

Šilić Č. 1983. Atlas drveća i grmlja. Sarajevo, Svjetlost, Beograd, 217 str.

Vavtar M. 2008. »Sestojne značilnosti sestoja v Jelševcu pri Mokronogu«. Slovenska vas, Zavod za gozdove Slovenije, krajevna enota Mokronog (osebni vir, maj 2008)

Wikipedija, prosta enciklopedija. (2002)

http://sl.wikipedia.org/wiki/Ob%C4%8Dina_Mokronog_-_Trebelno. (19.7.2008)

Zajec L. 2005. Ekološke in dendroekološke analize rasti alepskega bora (*Pinus halepensis* Mill.) iz izbranih rastišč v Sloveniji in Španiji. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 94 str.

Zavod za gozdove: Spletna stran. Ljubljana

<http://www.zgs.gov.si/> (21.7.2008)

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorici prof. dr. Katarini Čufar za veliko pomoč, nasvete in razumevanje pri izdelavi diplomskega dela.

Hvala tudi vsem članom Katedre za tehnologijo lesa Oddelka za lesarstvo BF, ki so mi bili v pomoč pri vzorčenju, obdelavi in meritvah vzorcev.

Prof. dr. Martin DeLuis Arrillaga je pri diplomskem delu sodeloval kot delovni somentor. Zahvaljujem se mu za vso pomoč pri obdelavi podatkov.

Zahvaljujem se tudi recenzentu diplomskega dela, prof. dr. Juriju Diaciju.

Hvala vsem gozdarjem iz Gozdnogospodarskega območja Brežice, ki so mi zelo prijazno priskrbeli vzorce in mi posredovali potrebne podatke iz gozdnogospodarskega načrta. Posebej se zahvaljujem Marjanu Vavtarju in njegovim sodelavcem. Hvala gozdarjem iz Postojnskega območja, ki so mi prav tako pomagali s podatki in vzorci.

Zahvala gre tudi mojim domačim, ki so me spodbujali in podpirali pri tem študiju.

Sploh pa hvala vsem mojim študijskim kolegom, ki so se izkazali kot pravi prijatelji.

PRILOGE

Priloga A: Preglednica 7

Preglednica 7: Podatki o vzorcih iz bukovih kolotov sestoja na Mašunu

Št.	Vzorec	Št. branik	Prvo leto	Zadnje leto	Podatki vključeni v kronologijo
1	SNE01B1	116	1892	2007	da
2	SNE01C1	116	1892	2007	da
3	SNE02A2	146	1860	2005	da
4	SNE02B1	128	1880	2007	da
5	SNE03AP	164	1844	2007	da
6	SNE03B1	110	1898	2007	da
7	SNE04B1	145	1862	2006	da
8	SNE04CP	154	1848	2001	da
9	SNE05A1	125	1883	2007	da
10	SNE05B1	126	1882	2007	da
11	SNE06B1	130	1878	2007	da
12	SNE06C1	132	1876	2007	da
13	SNE07A1	122	1886	2007	da
14	SNE07B1	130	1878	2007	da
15	SNE08B1	120	1888	2007	da
16	SNE08C1	141	1867	2007	da
17	SNE09A1	140	1868	2007	da
18	SNE09B1	141	1867	2007	da
19	SNE10B1	123	1885	2007	da
20	SNE10C2	127	1881	2007	da
21	SNE12A1	106	1902	2007	da
22	SNE12C1	105	1903	2007	da
23	SNE13B1	123	1885	2007	da
24	SNE13C1	123	1885	2007	da
25	SNE14B1	141	1866	2006	da
26	SNE14B2	140	1865	2004	da
27	SNE15A1	122	1886	2007	da
28	SNE15C1	121	1887	2007	da

Se nadaljuje

Nadaljevanje:

Št.	Vzorec	Št. branik	Prvo leto	Zadnje leto	Podatki vključeni v kronologijo
29	SNE16A1	120	1888	2007	da
30	SNE16B1	118	1890	2007	da
31	SNE17Aco	112	1896	2007	da
32	SNE17B1	121	1887	2007	da
33	SNE18A1	117	1891	2007	da
34	SNE18B1	117	1891	2007	da
35	SNE19A1	148	1860	2007	da
36	SNE19BP	152	1856	2007	da
37	SNE20A1	130	1878	2007	da
38	SNE20CP	144	1864	2007	da
39	SNE21A1	129	1879	2007	da
40	SNE21B1	130	1878	2007	da
41	SNE22A1	108	1891	1998	da
42	SNE22B1	115	1893	2007	da
43	SNE23A1	118	1890	2007	da
44	SNE23B1	119	1890	2008	da
45	SNE24A1	113	1895	2007	da
46	SNE24B1	113	1895	2007	da
47	SNE25A1	110	1898	2007	da
48	SNE25C1	109	1899	2007	da

Priloga B: Preglednica 8

Preglednica 8: Statistični kazalniki za primerjavo zaporedij širin branik posameznih vzorcev s kronologijo sestoja na Mašunu

VZOREC	OVL	GLK	GSL	TVBP	CDI
SNE01B1	116	71,5	*	6,9	50
SNE01C1	116	70,2	*	6,1	42
SNE02A2	146	61,5		3,5	23
SNE02B1	128	59,9		4,2	27
SNE03AP	164	62,7		4,0	24
SNE03B1	110	67,1		3,0	20
SNE04B1	145	60,5		6,3	34
SNE04CP	154	58,2		3,7	20
SNE05A1	125	71,1	*	8,5	58
SNE05B1	126	65,7		7,8	54
SNE06B1	130	69,9		7,9	52
SNE06C1	132	61,5		5,1	30
SNE07A1	122	72,9	*	8,9	64
SNE07B1	130	64,5		6,6	38
SNE08B1	120	72	*	7,9	56
SNE08C1	141	71,6	*	9	58
SNE09A1	140	71,7	*	8,1	53
SNE09B1	141	74,8	*	8,4	60
SNE10B1	123	69,8		5,6	37
SNE10C2	127	66,4		3,2	24
SNE12A1	106	76,4	*	4,4	35
SNE12C1	105	70,9	*	8,8	58
SNE13B1	123	73,1	*	7,5	55
SNE13C1	123	66,1		7,4	52
SNE14B1	141	75,2	*	9,2	76
SNE14B2	140	48,2		1,3	10
SNE15A1	122	72,9	*	10	66
SNE15C1	121	75,6	*	11,1	87
SNE16A1	120	75,8	*	10,7	81

Se nadaljuje

Nadaljevanje:

VZOREC	OVL	GLK	GSL	TVBP	CDI
SNE16B1	118	73,3	*	10,6	77
SNE17Aco	112	67,3		5,5	37
SNE17B1	121	67,6		6,4	44
SNE18A1	117	77,8	*	10,1	85
SNE18B1	117	80,4	*	11,5	98
SNE19A1	148	66,8		3,4	25
SNE19BP	152	60		3,1	19
SNE20A1	130	64,8		6,2	37
SNE20CP	144	70,8	*	8,3	57
SNE21A1	129	68,5		10,9	74
SNE21B1	130	69,9		6,3	45
SNE22A1	108	69,8		8,9	58
SNE22B1	115	67,3		8,7	57
SNE23A1	118	78,9	*	9,2	69
SNE23B1	119	45,7		0,7	6
SNE24A1	113	72,5	*	10	68
SNE24B1	113	67,1		6,9	42
SNE25A1	110	70,8	*	10,8	78
SNE25C1	109	56,5		3,6	20

Legenda:

OVL – dolžina časovnega prekrivanja z lokalno kronologijo v letih (angl. Overlap)

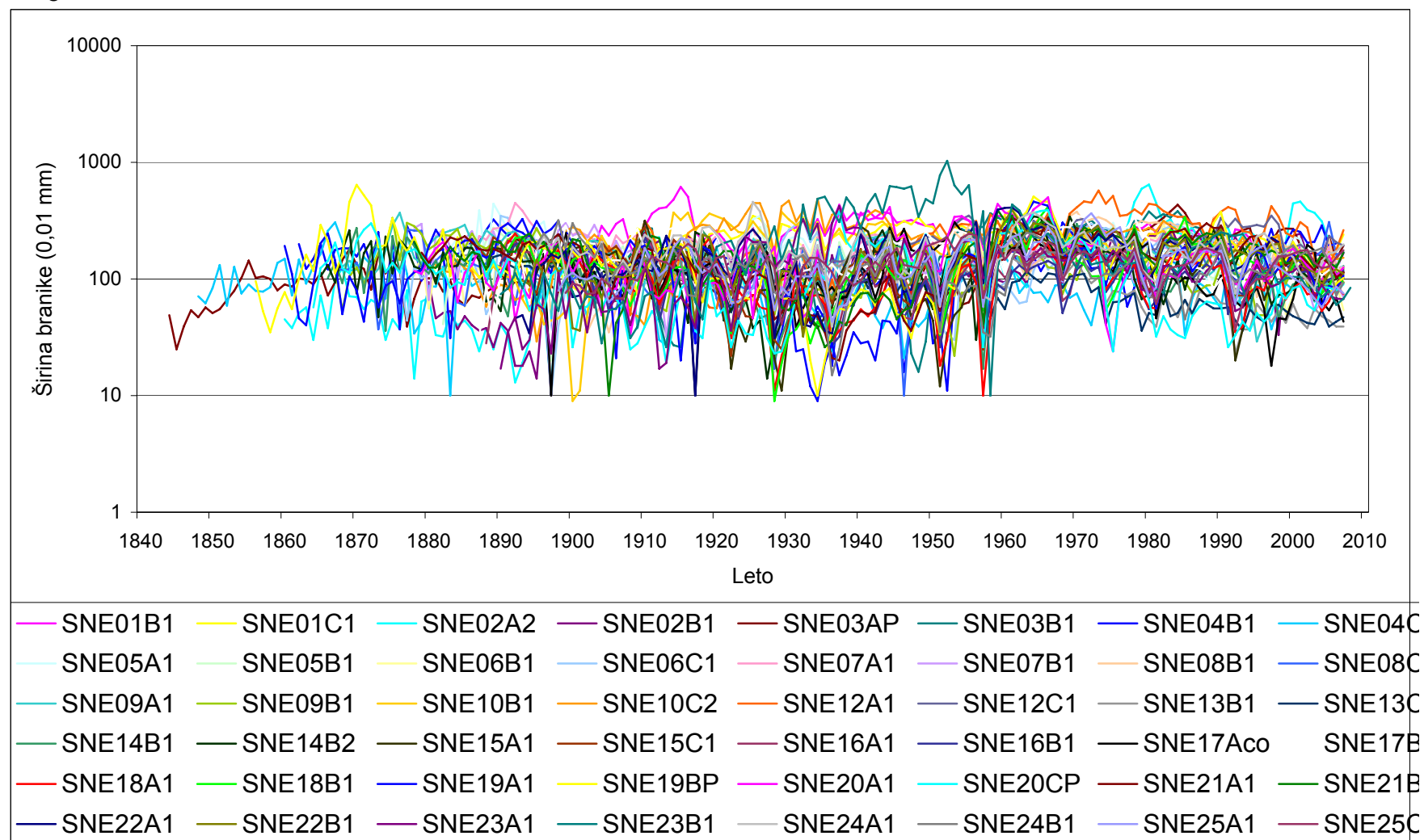
GLK – koeficient časovne skladnosti (nem. Gleichläufigkeit)

GSL – nivo značilnosti za koeficient časovne skladnosti GLK

TVBP – t-vrednost po Baillie-ju in Pilcherju

CDI – indeks navzkrižnega datiranja

Priloga C: Slika 14



Slika 14: Datirana zaporedja širin branik vzorcev iz sestoja na Mašunu

Priloga D: Preglednica 12

Preglednica 12: Podatki o vzorcih iz bukovih kolotov sestoja v revirju Pivka Jama

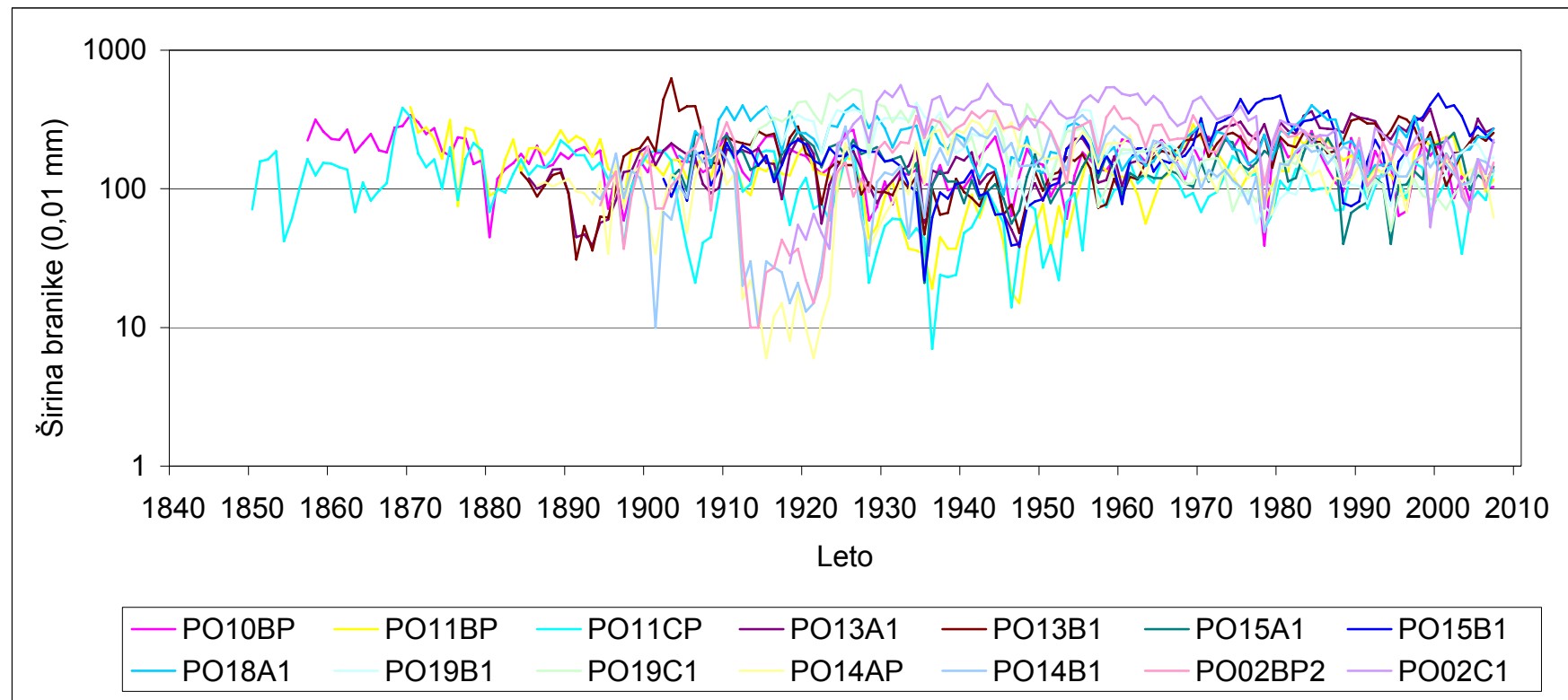
Št.	Vzorec	Št. branik	Prvo leto	Zadnje leto	Podatki vključeni v kronologijo
1	PO02BP2	114	1894	2007	da
2	PO02C1	90	1918	2007	da
3	PO10A1	167	1840	2006	da
4	PO10BP	151	1857	2007	da
5	PO11BP	138	1870	2007	da
6	PO11CP	158	1850	2007	da
7	PO13A1	123	1885	2007	da
8	PO13B1	124	1884	2007	da
9	PO14AP	122	1886	2007	da
10	PO14B1	115	1893	2007	da
11	PO15A1	105	1903	2007	da
12	PO15B1	106	1902	2007	da
13	PO18A1	104	1904	2007	da
14	PO18B1	103	1905	2007	da
15	PO19B1	93	1915	2007	da
16	PO19C1	95	1913	2007	da

Priloga E: Preglednica 13

Preglednica 13: Statistični kazalniki za primerjavo zaporedij širin branik posameznih vzorcev s kronologijo sestoja v revirju Pivka Jama

VZOREC	OVL	GLK	GSL	TVBP	CDI
PO02BP2	112	68,2	*	4	20
PO02C1	104	74,5	*	4,5	34
PO10A1	167	78,8	*	9,8	77
PO10BP	151	79,9	*	10,9	81
PO11BP	138	70,6	*	8,6	57
PO11CP	158	65,7		9,3	56
PO13A1	123	76,9	*	9,5	68
PO13B1	124	70,9	*	6,9	45
PO14AP	122	72,5	*	7,3	51
PO14B1	115	68,4		6	41
PO15A1	105	71,4	*	7,7	55
PO15B1	106	66,3		5,6	39
PO18A1	104	72,1	*	7,4	55
PO18B1	103	78,2	*	8,9	70
PO19B1	93	64,8		5,9	35
PO19C1	95	73,7	*	8,4	61

Priloga F: Slika 24



Slika 24: Datirana zaporedja širin branik vzorcev iz sestoja v revirju Pivka Jama

Priloga G: Preglednica 17

Preglednica 17: Podatki o vzorcih iz bukovih kolotov sestoja v Jelševcu

Št.	Vzorec	Prvo leto	Št. branik	Zadnje leto	Podatki vključeni v kronologijo
1	MO102A1	1854	154	2007	da
2	MO102C1	1855	153	2007	da
3	MO103A1	1893	115	2007	da
4	MO103C1	1895	113	2007	da
5	MO104A1	1912	96	2007	da
6	MO104C1	1904	104	2007	da
7	MO106A1	1873	135	2007	da
8	MO106C1	1854	154	2007	da
9	MO107B1	1911	97	2007	da
10	MO107C1	1909	99	2007	da
11	MO110A1	1899	109	2007	da
12	MO110C1	1898	110	2007	da
13	MO111A1	1891	117	2007	da
14	MO111B1	1896	112	2007	da
15	MO112A1	1902	106	2007	da
16	MO112C1	1906	102	2007	da
17	MO113A1	1900	108	2007	da
18	MO113B1	1899	109	2007	da
19	MO114A1	1911	97	2007	da
20	MO114B1	1907	101	2007	da
21	MO201A1	1914	94	2007	da
22	MO201B1	1911	97	2007	da
23	MO202B1	1903	105	2007	da
24	MO202C1	1903	105	2007	da
25	MO204A1	1937	71	2007	da
26	MO204B1	1936	72	2007	da
27	MO205B1	1936	72	2007	da
28	MO205C1	1935	73	2007	da
29	MO206B1	1941	67	2007	da
30	MO206C1	1932	76	2007	da
31	MO207A1	1930	78	2007	da
32	MO207B2	1934	74	2007	da
33	MO208B1	1924	84	2007	da

Se nadaljuje

Nadaljevanje:

Št.	Vzorec	Prvo leto	Št. branik	Zadnje leto	Podatki vključeni v kronologijo
34	MO208C1	1926	82	2007	da
35	MO209B1	1889	119	2007	da
36	MO209C1	1889	119	2007	da
37	MO301B1	1862	146	2007	da
38	MO301C2	1859	149	2007	da
39	MO302A1	1895	113	2007	da
40	MO302C1	1896	112	2007	da
41	MO303A1	1903	105	2007	da
42	MO303B1	1906	102	2007	da
43	MO304A1	1889	119	2007	da
44	MO304B1	1883	125	2007	da
45	MO305B1	1915	93	2007	da
46	MO305C1	1895	113	2007	da
47	MO306B1	1868	140	2007	da
48	MO306C1	1869	139	2007	da
49	MO307A1	1904	104	2007	da
50	MO307C1	1903	105	2007	da
51	MO308A2	1882	126	2007	da
52	MO308B1	1877	131	2007	da
53	MO309A1	1857	151	2007	da
54	MO309B1	1859	149	2007	da

Priloga H: Preglednica 18

Preglednica 18: Statistični kazalniki za primerjavo zaporedij širin branik posameznih vzorcev s kronologijo sestoja v Jelševcu

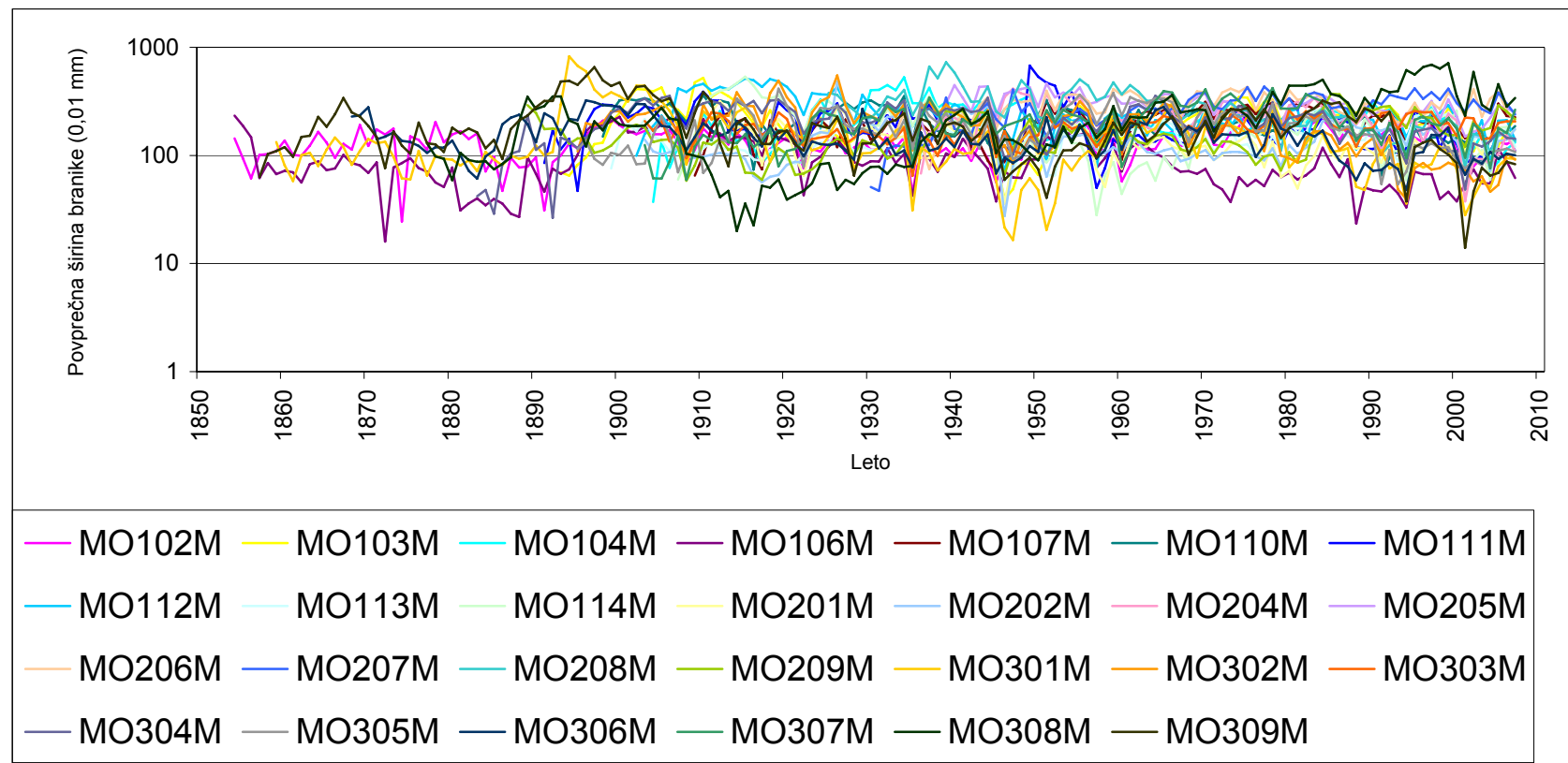
VZOREC	OVL	GSL	GLK	SGK	TVBP	CDI
MO102A1	154	*	76,3	*	9,9	78
MO102C1	153	*	73,8	*	8,8	71
MO103A1	115		66,4	*	5,5	44
MO103C1	113	*	73,4	*	8,5	69
MO104A1	96		65,4	*	5,5	39
MO104C1	104		68,6	*	6	42
MO106A1	135	*	72,2	*	7,2	59
MO106C1	154	*	70,4	*	4,8	41
MO107B1	97	*	73,7	*	5,2	46
MO107C1	99	*	78,4	*	7,1	72
MO110A1	109		61,2		2,4	19
MO110C1	110		62		3,2	26
MO111A1	117		66,5	*	6,3	45
MO111B1	112	*	72,7	*	8,9	70
MO112A1	106	*	76,9	*	7,1	56
MO112C1	102	*	71,5	*	8,5	59
MO113A1	108		69,3	*	7,6	60
MO113B1	109	*	73,8	*	8,1	66
MO114A1	97	*	79,5	*	9,4	80
MO114B1	101	*	74,2	*	9,3	65
MO201A1	94	*	76,6	*	8,4	65
MO201B1	97	*	74,2	*	7,9	58
MO202B1	105	*	73,3	*	7,8	55
MO202C1	105		68	*	7,7	51
MO204A1	71	*	80,4	*	7,2	65
MO204B1	72	*	78,6	*	5,2	52
MO205B1	72	*	79,3	*	5,1	49
MO205C1	73	*	71,8	*	5,9	48
MO206B1	67	*	77,7	*	6,5	58
MO206C1	76	*	77	*	8	65
MO207A1	78	*	72,4	*	6,6	54
MO207B2	74		67,4	*	3,9	27
MO208B1	84	*	78,7	*	9,1	79
MO208C1	82	*	73,8	*	10	77
MO209B1	119	*	79,1	*	11,4	90
MO209C1	119	*	77,8	*	8,7	69
MO301B1	146		61,5	*	7,2	47
MO301C2	149		62,9	*	7,4	50
MO302A1	113	*	79,3	*	11,6	95

Se nadaljuje

Nadaljevanje:

VZOREC	OVL	GSL	GLK	SGK	TVBP	CDI
MO302C1	112	*	79,5	*	10,7	89
MO303A1	105	*	76,7	*	6,9	61
MO303B1	102	*	76	*	6,7	59
MO304A1	119	*	80,8	*	12,1	96
MO304B1	125	*	75,6	*	11	79
MO305B1	93	*	80,2	*	9	79
MO305C1	113	*	73,9	*	6,7	55
MO306B1	140	*	71,4	*	4,8	39
MO306C1	139	*	71,9	*	6,3	56
MO307A1	104	*	75	*	7	63
MO307C1	105	*	84,5	*	7,3	65
MO308A2	126		69	*	5,5	36
MO308B1	131		65,5	*	4,8	31
MO309A1	151	*	72,8	*	10,2	82
MO309B1	149	*	73,8	*	9,9	76

Priloga I: Slika 34



Slika 34: Datirana zaporedja širin branik vzorcev iz sestoja v Jelševcu