

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA LESARSTVO

Gašper DEBELJAK

LOKALNA KRONOLOGIJA ŠIRIN BRANIK KOSTANJA
(Castanea sativa) IZ POLJANSKE DOLINE

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij

LOCAL TREE-RING CHRONOLOGY OF CHESTNUT
(Castanea sativa) FROM POLJANSKA DOLINA, SLOVENIA

GRADUATION THESIS
Higher professional studies

Ljubljana, 2011

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

Senat Oddelka za lesarstvo je za mentorico diplomske naloge imenoval prof. dr. Katarino Čufar, za recenzenta pa izr. prof. dr. Miha Humarja.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Gašper Debeljak

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Vs
DK	UDK 630*561.24:630*174
KG	les/pravi kostanj/ <i>Castanea sativa</i> /dendrokronologija/širine branik
AV	DEBELJAK, Gašper
SA	ČUFAR, Katarina (mentorica)/HUMAR, Miha (recenzent)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Rožna dolina, c. VIII/34
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo
LI	2011
IN	LOKALNA KRONOLOGIJA ŠIRIN BRANIK KOSTANJA (<i>Castanea sativa</i>) IZ POLJANSKE DOLINE
TD	Diplomsko delo (Visokošolski strokovni študij)
OP	IX, 51 str., 8 pregl., 31 sl., 20 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	Opravili smo dendrokronološke in dendroklimatološke raziskave pravega kostanja (<i>Castanea sativa</i>) z rastišč v Poljanski dolini. Analizirali smo širine branik 18 dreves. Iz posekanih dreves smo odvzeli kolute, jih posušili in iz vsakega odvzeli po 2 radialna vzorca, ju označili in zgradili. Izmerili smo širine branik, zaporedja širin branik pa smo sinhronizirali in datirali. S programom TSAP Win smo sestavili surovo, s pomočjo programa ARSTAN pa surovo in indeksirano (residual) lokalno kronologijo širin branik, dolgo 83 let za obdobje 1925-2008. Izračunali smo tudi značilna leta. Posebno pozornost smo posvetili drevesom, kjer je prirastek padel pod 0,5 mm, verjetno zaradi delovanja škodljivcev, ki ogrožajo preživetje pravega kostanja v Sloveniji. Dendroklimatološke analize s programom DENDROCLIM 2002 so pokazale, da padavine nimajo statistično značilnega vpliva na variiranje širin branik kostanja, temperature v oktobru preteklega in v januarju tekočega leta pa imajo statistično značilen pozitiven vpliv na variiranje širin branik. Primerjave kostanjeve kronologije s kronologijami drugih drevesnih vrst v Sloveniji so pokazale, da kostanjeva kronologija ni statistično značilno podobna kronologijam hrasta, bukve ali jelke iz različnih rastišč v Sloveniji. To nakazujejo tudi primerjave rezultatov dendroklimatoloških analiz.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Vs
DC UDC 630*561.24:630*174
CX chestnut/*Castanea sativa*/wood/dendrochronology/tree-ring widths
AU DEBELJAK, Gašper
AA ČUFAR, Katarina (supervisor)/HUMAR, Miha (recenzent)
PP SI-1000 Ljubljana, Rožna dolina, c. VIII/34
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Wood Science and Technology
PY 2011
TI LOCAL TREE-RING CHRONOLOGY OF CHESTNUT (*Castanea sativa*) FROM POLJANSKA DOLINA, SLOVENIA
DT Graduation Thesis (Higher professional studies)
NO IX, 51 p., 8 tab., 31 fig., 20 ref.
LA sl
AL sl/en
AB We conducted dendrochronological and dendroclimatological investigations of European chestnut (*Castanea sativa*) from the sites in Poljanska dolina, Slovenia. We analyzed tree-ring widths of 18 trees. We took discs from felled trees, dried them and took 2 radial samples from each of them. These samples were labelled and sanded. We measured tree-ring widths, cross-dated and dated them. With help of TSAP Win program we constructed raw tree-ring chronology, and with help of ARSTAN program the raw and residual local chronology of tree-ring widths. The chronology of chestnut was 83 years long, and covered the period of 1925-2008. The signature years were calculated as well. Special attention was given to trees where the increment fell below 0.5 mm, possibly due to activity of pests generally endangering the survival of chestnut in Slovenia. Dendroclimatological analysis with DENDROCLIM 2002 program showed that precipitations do not have statistically significant impact on tree-ring variation in chestnut. On the other hand temperatures of previous October and current January have statistically significant positive impact on tree-ring variation. Comparisons of chestnut tree-ring chronology to the chronologies of other tree species from different sites in Slovenia have shown that the chronology of chestnut does not statistically significantly agree with chronologies of oak, beech or fir from different sites in Slovenia. This was also shown by comparing the results of dendroclimatological analyses.

KAZALO VSEBINE

	str.
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA.....	III
KEY WORDS DOCUMENTATION.....	IV
KAZALO VSEBINE.....	V
KAZALO PREGLEDNIC.....	VII
KAZALO SLIK.....	VIII
1 UVOD	1
2 SPLOŠNI DEL	2
2.1 PRAVI KOSTANJ (<i>Castanea sativa</i> Mill.).....	2
2.1.1 Značilnosti pravega kostanja.....	2
2.1.2 Pogoji potrebnii za rast	3
2.1.3 Izvor pravega kostanja.....	4
2.2 KOSTANJEV RAK (<i>Cryphonectria parasitica</i>).....	5
2.1.4 Značilnosti kostanjevega raka	5
2.2.1 Značilnost kostanjeve šiškarice	9
2.2.2 Kostanjev les	17
2.2.3 Kolesivost	20
2.3 DENDROKRONOLOGIJA.....	21
3 MATERIAL IN METODE	23
3.1 PROUČEVANI SESTOJ	23
3.1.1 Značilnosti sestojev	24
3.1.1.1 Lokacija A.....	25
3.1.1.2 Lokacija B	25
3.1.1.3 Lokacija C	26
3.1.1.4 Lokacija G.....	26
3.2 VZORČNA DREVESA	27
3.3 MERJENJE ŠIRIN BRANIK	29
3.4 SINHRONIZACIJA IN DATIRANJE ZAPOREDIJ ŠIRIN BRANIK	30
3.4.1 Matematično- statistične metode za obdelavo kronologij	31
3.4.1.1 Izračun t-vrednosti po Baillie-ju in Pilcherju.....	31
3.4.1.2 Analiza značilnih let	31
3.5 SESTAVA LOKALNE KRONOLOGIJE	32
3.6 DENDRO KLIMATOLOŠKA ANALIZA	32
3.6.1 Standardizacija lokalnih kronologij	32
3.6.2 Klimatski podatki	33
3.6.3 Dendrokronološke analize	33
4 REZULTATI IN RAZPRAVA	35
4.1 KRONOLOGIJA ŠIRIN BRANIK iz lokaci a, b, c in g.....	35
4.1.1 Lokalna kronologija	37
4.2 DENDRO KLIMATOLOŠKA ANALIZA KOSTANJA	43
4.3 VIZUALNA PRIMERJAVA KOSTANJEVE KRONOLOGIJE S SLOVENSKO HRASTOVOM KRONOLOGIJO.....	45
5 SKLEPI.....	46

6	POVZETEK	47
7	VIRI	49

KAZALO PREGLEDNIC

str.

Preglednica 1: Sestojne značilnosti na lokaciji A.....	25
Preglednica 2: Sestojne značilnosti na lokaciji B.....	25
Preglednica 3: Sestojne značilnosti na lokaciji C.....	26
Preglednica 4: Sestojne značilnosti na lokaciji G	26
Preglednica 5: Pomen šifre vzorca na primeru CAA16B1	29
Preglednica 6: Podatki o vzorcih iz kostanjevih kolutov lokacij A, B, C in G	35
Preglednica 7: Značilna leta za lokalno kronologijo za obdobje 1928-2008.....	40
Preglednica 8: Leta ko je bila pri posameznih drevesih širina branik manjša od 0,5 mm	41

KAZALO SLIK

str.

Slika 1: Pravi kostanj: (a) plod (Wikipedija, 2010) in (b) krošnja z listi (Jaglicic, 2005).....	3
Slika 2: Drevo, ki ga je poškodoval kostanjev rak (Foto: Gašper Debeljak)	6
Slika 3: Kostanjev rak povzroča odpadanje skorje in sušenje drevesa (Foto: Gašper Debeljak)	7
Slika 4: Intenzivno odpadanje skorje od vrha navzdol po drevesu (Foto: Gašper Debeljak)	7
Slika 5: (a) Trosišča glive <i>Cryphonectria parasitica</i> , ki povzroča bolezen kostanjev rak, na skorji pravega kostanja (povečano). (b) Normalna (virulentna) oblika kostanjevega raka je povzročila odmiranje skorje pravega kostanja, na skorji so oranžna trosišča, pod odmrlim delom debelca so pognali drugotni poganjki, ki odmirajo (Kostanjev... , 2004).....	8
Slika 6: Kostanjeva šiškarica (Seljak, 2009)	10
Slika 7: Razmejena območja napada kostanjeve šiškarice <i>Dryocosmus kuriphilus</i> Yasumatsu na Primorskem (Seljak, 2009).....	12
Slika 8: Šiška na poganku; vrh poganka zato zakrni (Seljak, 2009)	13
Slika 9: Mlada buba v kamrici prerezane šiške (Seljak, 2009).....	14
Slika 10: Odrasla kostanjeva šiškarica (Seljak, 2009).....	15
Slika 11: Razvojni krog kostanjeve šiškarice (Seljak, 2009).....	15
Slika 12: Mikroskopska slika prečnega prereza domačega kostanja. Puščice kažejo celično sestavo lesa (Foto: Gašper Debeljak).....	17
Slika 13: Mikroskopska slika radialnega prereza lesa domačega kostanja (Foto: Gašper Debeljak)	18
Slika 14: Mikroskopska slika tangencialnega prereza lesa domačega kostanja (Foto: Gašper Debeljak) ..	19
Slika 15: Kolesivost (Foto: Gašper Debeljak)	21
Slika 16: Območje proučevanih sestojev-Smoldno (Zemljevid ... , 2010).....	23
Slika 17: Lokacije štirih sestojev na Jurčkovi gozdni površini v merilu 1: 5000 (Google Earth, 2010).....	24
Slika 18: Hlodovina iz katere smo vzeli vzorce (Foto: Gašper Debeljak).....	27
Slika 19: Vzorci lesa kostanja: (a) reprezentativna radialna vzorca izžagana iz koluta in (b) vzorci med sušenjem na zraku (Foto: Gašper Debeljak)	28
Slika 20: Priprava vzorcev: (a) razrez vzorcev na mizarski tračni žagi in (b) brušenje vzorcev na tračni brusilki (Foto: Gašper Debeljak).....	28
Slika 21: Označen vzorec pripravljen za merjenje širin branik (Foto: Gašper Debeljak)	29
Slika 22: Oprema za merjenje širin branik (Foto: Gašper Debeljak)	30
Slika 23: Časovni razpon zaporedij širin branik vseh dreves iz lokacij A, B in G	37
Slika 24: Datirani zaporedji širin branik vzorca CAA031 in CAA032 s kronologijo drevesa CAA03.....	38
Slika 25: Širine branik vseh dreves.....	38
Slika 26: Lokalna kronologija za sestoj kostanja na Jurčkovi kmetiji	39
Slika 27: Kronologija dreves z prirastkom pod 0,5 mm	41
Slika 28: Vzorci ki vsebujejo prirastek manjši od 0,5 mm	42
Slika 29: (a) Kronologija ostankov in (b) pokritost.....	43

Slika 30: Korelacijske vrednosti za kostanj v Poljanski dolini, izračunane s programom DENDROCLIM	
2002	44
Slika 31: Vizualna primerjava kostanjeve kronologije z hrastovo iz Slovenije	45

1 UVOD

Pri delu in sprehodih v gozdu v Poljanski dolini sem opažal, da se veliko dreves domačega kostanja (*Castanea sativa*) suši. Sprva sem mislil, da se sušijo le starejša drevesa, ki sta jih leta 1997 poškodovala hud žled in sneg in povzročila veliko škode. Veliko dreves je ostalo brez vrhov in vej, kar bi lahko bil vzrok za sušenje. Toda izkazalo se je, da se sušijo mlajša drevesa. Pri posvetovanju z logarjem sem izvedel, da je to sušenje posledica bolezni, ki se ji reče kostanjev rak in ga povzroča gliva *Cryphonectria parasitica*. Zato sem se odločil, da bom pojav raziskal v diplomi s pomočjo dendrokronologije.

S pomočjo dendrokronologije raziskujemo širine branik in spremljamo njihovo variiranje v času. Metoda je uporabna tudi za beleženje trendov in njihovih sprememb. Z dendrokronologijo lahko beležimo zmanjšanje prirastka. Na leto natančno lahko ugotavljamo kdaj se je prirastek začel zmanjševati, na osnovi tega pa bi lahko ugotovili tudi v katerem obdobju so bili kostanji okuženi in kako bolezen vpliva na samo rast oziroma prirastek. Zato smo si zastavili naslednje cilje:

- na izbranih drevesih izmeriti širine branik,
- sestaviti lokalno kronologijo širin branik za drevesa iz štirih lokacij,
- analizirati podatke in ugotoviti značilna leta v lokalni kronologiji,
- proučiti zvezo med potekom bolezni in kako ta vpliva na prirastek,
- proučiti zvezo med širinami branik in klimo na obranavanem zemljišču z uveljavljenimi dendrokronološkimi metodami in
- vizualno primerjati kronologijo kostanja z ostalimi kronologijami v Sloveniji.

2 SPLOŠNI DEL

2.1 PRAVI KOSTANJ (*Castanea sativa* Mill.)

2.1.1 Značilnosti pravega kostanja

Evropski pravi ali domači kostanj (*Castanea sativa* Mill.) je do 35 m visoko in 3 m debelo listopadno drevo. Dočaka lahko visoko starost, navajajo celo da so najstarejša drevesa lahko stara več kot 2500 let (Brus, 2005). Ima mogočno in široko krošnjo. Prosto rastoča drevesa imajo lahko veje skoraj do tal in so pogosto večdebelna. Koreninski sistem drevesa je globok, močan in podoben hrastovemu, iz globoke glavne korenine se razvijajo tudi močne stranske. Skorja na deblu je v mladosti gladka, pozneje se v njej pojavljajo izredno globoke, spiralno potekajoče vzdolžne razpoke. Listi na vejah dosegajo dolžine med 10-30 cm, zgoraj so temno zeleni in gladki, spodaj svetlejši ter jajčasto suličasti. Stranske žile so vtisnjene v listno ploskev in se končujejo z izrazito konico na listnem robu. Plodovi so bleščeče rjavi orehi, imenovani kostanji, ki imajo na koncu značilen repek, ostanek cvetnega odevala. Plod predstavlja kostanj skupaj z bodečo ježico, ki se odpira s štirimi loputami; v ježici pa najdemo od enega do tri kostanje. Drevo na Etni, ki se je posušilo v 19. stoletju, naj bi skupaj z vsemi zraščenimi poganjki v obsegu merilo kar 60 m. Najmogočnejši slovenski pravi kostanj je Gašperjev kostanj na Močilnem pri Radečah; obseg njegovega debla je 1057 cm, visok je 15 m. Za kostanj je tudi značilno da je enodomna žužkocvetna vrsta, vendar se oprasuje tudi z vetrom (Brus, 2005).



Slika 1: Pravi kostanj: (a) plod (Wikipedija, 2010) in (b) krošnja z listi (Jaglicic, 2005).

2.1.2 Pogoji potrebni za rast

Pravi kostanj za uspevanje potrebuje globoka, rahla, zmerno vlažna, humozna s kalijem bogata peščeno-glinasta tla. Je ena najbolj kisloljubnih drevesnih vrst in navadno uspeva na nekarbonatni matični podlagi, na primer na gnajsu, granitu, peščenjakih, flišu, laporju. Na apnencu raste le, kadar je ta prekrit s plastjo kisle prsti. Raste tudi na Krasu, kjer mu ustreza jerovica. Potrebuje veliko topote, rad ima topla, a ne preveč sušna poletja in za zorenje plodov toplo, suho jesen. Potrebuje dolgo vegetacijsko dobo, ki mora trajati vsaj 7 mesecev. Zelo je občutljiv na pozno spomladansko in zgodnjo jesensko slano, ki povzroča pozebo listov, cvetov, mladih poganjkov, slabo dozorevanje in prezgodnje odpadanje plodov. Ostre zime povzročajo razpoke na deblu (t. i. zimavost). Ustreza mu mila zima, enakomerno razporejene padavine, zmerna zračna vlaga in tople zavetne lege med 300 in 700 m n. v. Na splošno mu bolj ustreza oceansko kot kontinentalno podnebje (Brus, 2005)

2.1.3 Izvor pravega kostanca

Pravi kostanj izvira iz Sredozemlja, vendar so ga po Evropi razširili že tako dolgo tega, da je njegovo naravno razširjenost nemogoče ugotoviti. Domnevna severna meja naravne razširjenosti se sklada z mejo 7-mesečne vegetacijske dobe in poteka nekako od Črnega morja po bolgarsko-grški meji in prek Srbije, Hrvaške in Slovenije po južnem robu Alp čez južno Francijo do južnega dela Pirenejskega polotoka. Na Siciliji raste še na 1630 m. n. v. Umetno sajen uspeva tudi v drugih delih Evrope, na severu vse do juga Skandinavije, kjer pa skoraj ne rodi. Pravi kostanj, z njim pa tudi panjevsko gospodarjenje, so v mnoge dele Evrope prinesli Rimljani, ki so pravi kostanj razširjali skupaj z trto. Njegova današnja umetna razširjenost se skoraj povsem ujema z razširjenostjo vinske trte (Brus, 2005).

Evropski pravi kostanj je v Sloveniji skoraj gotovo razširjen samoniklo, to potrjujejo tudi najdbe peloda iz pred nekaj tisoč let na Koprskem. Razlikujemo dve glavni območji razširjenosti: jedro prvega, celinskega območja je spodnje Posavje, od koder se je razširil v Haloze, Slovenske gorice, na Goriško, Gorenjsko in ob Savi vse do Mojstrane, pa tudi ob toku Drave. Pogost je tudi v Beli krajini. Jedro drugega, precej manjšega submediteranskega območja, je svet ob spodnjem toku Soče, od koder se je prek manjših nahajališč čez Kras (Kostanjevica na Krasu) razširil v Brkine in naprej proti Istri (Brus, 2005).

Kostanj danes pri nas ogrožajo trije najpogosteji škodljivci: kostanjev rak (*Cryphonectria parasitica*), kostanjava šiškarica (*Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu) in črnilovka kostanca (*Phytophthora cambivora*). Okužba z njimi praviloma vodi v propad drevesa, ni pa znano v kolikšni meri je z okužbami povezano zmanjšanje prirastka lesa in če na osnovi zmanjšanja prirastka lahko napovemo propad drevesa.

V nadaljevanju opisujemo dve glavni bolezni kostanca.

KOSTANJEV RAK (*Cryphonectria parasitica*)

2.1.4 Značilnosti kostanjevega raka

Ime: *Cryphonectria parasitica* (Murrill) Barr

Taksonomija: Cryphonectriaceae, Diaporthales, Sordariomycetes, Ascomycota, Fungi

Sinonimi: *Endothia parasitica* (Murrill) P.J. Anderson & H.W.

Fitosanitarni status: predlog za razvrstitev na seznam II.A.I karantenskih škodljivih organizmov.

Imena: Kostanjev rak (slovensko), chestnut blight or cancer (angleško)

Gostitelji: Gostiteljske rastline so vse vrste kostanjev (*Castanea* spp., predvsem ameriški kostanj - *C. dentata* in pravi kostanj - *C. sativa*), manj azijske vrste kostanja (*C. mollissima*, *C. crenata*, *C. pumila*, *C. alnifolia*), redko hrasti (*Quercus* spp., večinoma tiste vrste, ki rastejo v okuženih kostanjevih sestojih npr. graden -*Q. petraea*, puhiasti hrast *Q. pubescens*, črnika *Q. ilex*, redko cer *Q. cerris* in še redkeje dob *Q. robur*). Vrste rodov *Castanopsis*, *Acer*, *Carya* in *Rhus typhina* so tudi možni prenašalci bolezni.

Bolezen je bila prenesena z daljnega vzhoda v Ameriko, od tam pa v Evropo. V Ameriki in v Evropi se je bolezen zelo hitro razširila. Bolezen je razširjena po vsej Evropi, kjer raste kostanj v gozdovih, ni je le na skrajnem severnem delu areala (Anglija, severna Nemčija). V Slovenijo se je bolezen razširila iz Italije leta 1950, v Ljubljani je bila prvič ugotovljena leta 1956 na Rožniku. Takrat so domnevali, da bo pravi kostanj zaradi kostanjevega raka izginil iz naših gozdov, vendar se to ni zgodilo. Gliva, povzročiteljica kostanjevega raka, je dobila virusno bolezen, ki jo je oslabila in zaradi tega je postala manj nevarna za pravi kostanj (gliva je postala hipovirulentna) (Kostanjev ... , 2004).

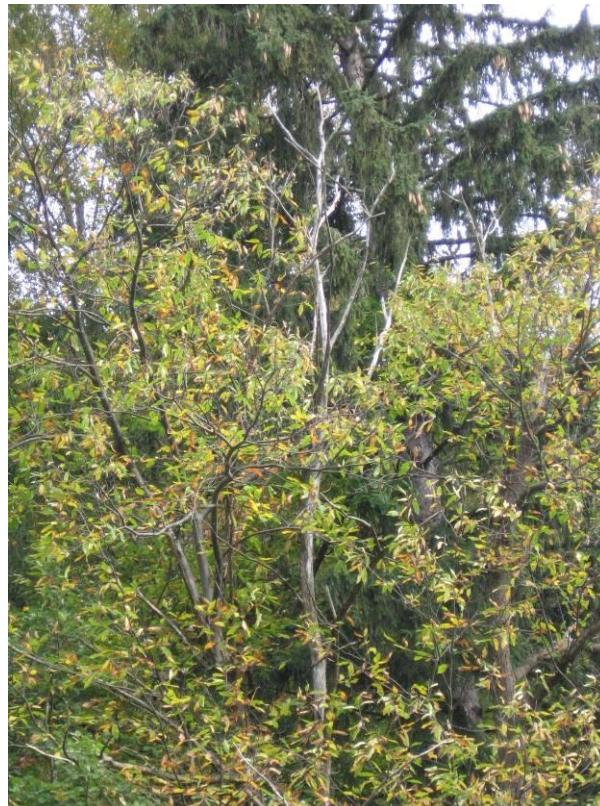


Slika 2: Drevo, ki ga je poškodoval kostanjev rak (Foto: Gašper Debeljak).

Prvi znak virulentne oblike bolezni je rumenenje in sušenje listov. Suho listje in ježice jeseni ne odpadejo, ampak ostanejo na odmrlem delu preko zime. Na okuženih vejah postanejo deli mlajše skorje (običajno brez lubja) rumenkaste ali rumeno rjave barve. Na starejših vejah in lubju nastanejo podolgovate razpoke. Prekine se pretok asimilatov oz. prevajanje hrane, ker se tkivo nad napadenim mestom posuši. Na starih rakastih ranah je skorja hrapava in razpokana. V razpokah nastanejo rdeče rjave bradavice (trosiča). Če odstranimo razpokano skorjo, je spodaj svetlo rjav micelij v obliki pahljačic. V nekaj letih drevo propade. V zadnjih letih je vedno pogostejša hipovirulentna oblika bolezni. Glivo so okužili virusi (*Cryphonectria hypovirus* 1-4), njena patogenost je zmanjšana in simptomi bolezni so manj opazni, rane se zaraščajo in gliva povzroča le površinske okužbe skorje (opazimo rahlo hipertrofijo in skorja je drobno razpokana). Zaradi tega bolezen včasih težko opazimo, vendar tudi za hipovirulentne okužbe veljajo vsi predpisi za ukrepe kot za virulentno obliko bolezni (Kostanjev ... , 2004).



Slika 3: Kostanjev rak povzroča odpadanje skorje in sušenje drevesa (Foto: Gašper Debeljak).



Slika 4: Intenzivno odpadanje skorje od vrha navzdol po drevesu (Foto: Gašper Debeljak).

Virulentna oblika glive okuži drevo skozi rano na skorji. V skorji in v kambiju pod njo se naglo razrašča tako, da izloča toksine, ki povzročijo smrt živih celic. Odmrlo skorjo gliva preraste. Že nekaj tednov po odmrtnju se na skorji oblikujejo trosišča glive, ki jih opazimo kot oranžne izboklinice, velike kot bucikina glavica. Iz njih ob vlažnem vremenu visijo drobne oranžne nitke, ki so sestavljene iz ogromnega števila sluzastih trosov. Kasneje trosišča spremenijo barvo v opekasto rdečo in takrat oblikujejo drug tip trosov, ki jih izmečejo v zrak. Hipovirulentna oblika glive se razrašča le v zunanjih plasteh skorje in povzroča drobno razpokanost in luščenje skorje. Redko oblikuje trosišča. Hipovirulenco povzročajo štiri oblike virusov (*Cryphonectria* virus 1-4) in virusi se prenašajo s stikom podgobja hipovirulentne in virulentne oblike glive. S sprejemom virusov, postane virulentna oblika neškodljiva za drevo (hipovirulentna) (Kostanjev ..., 2009).



Slika 5: (a) Trosišča glive *Cryphonectria parasitica*, ki povzroča bolezen kostanjev rak, na skorji pravega kostanja (povečano). (b) Normalna (virulentna) oblika kostanjevega raka je povzročila odmiranje skorje pravega kostanja, na skorji so oranžna trosišča, pod odmrlim delom debelca so pognali drugotni poganjki, ki odmirajo (Kostanjev..., 2004).

V naravi se bolezen širi s pomočjo vetra in dežja, prenašajo jo tudi žuželke (*Agrilus* spp.) in ptice. Prenaša se tudi z okuženim lesom in skorjo. S plodovi prenos ni mogoč. Prenaša se tudi s cepljenjem. Kostanjev rak je parazit ran, do okužbe pride zaradi vbodov žuželk,

kljuvanja ptic, sečnih poškodb in podobno. Navzočnost kostanjevega raka se nadzira tudi na rastlinah pravega kostanja pri uvozu iz tretjih držav (Kostanjev ... , 2004).

Če se drevo pravega kostanja posuši zaradi kostanjevega raka, ga moramo čim prej odstraniti iz sestoja. Na skorji takih dreves se med razvojem bolezni in še nekaj let po odmrtru oblikuje ogromno trosov, ki širijo bolezen. V sestoju ohranimo drevesa, na katerih so hipovirulentne okužbe. Trosi, ki jih sproščajo te okužbe, spreminjajo virulentne oblike kostanjevega raka v hipovirulentne, neškodljive za drevo. V sestoju moramo ohraniti čim večje število hipovirulentnih okužb, drevesom s takimi okužbami odstranimo konkurente in jim omogočimo razvoj.

Pri mladih drevescih in sadikah pa moramo zaradi nevarnosti okužbe vse morebitne rane nemudoma zaščititi s cepilno pasto. Kadar se mlada drevesa okužijo, popolnoma posušijo in odmrejo. Pri starejših drevesih, se sprva lahko posuši le vrh ali veja. Take veje odstranimo, rano pa namažemo s cepilno smolo. Mlada drevesa je potrebno nadzorovati in v kolikor opazimo spremembe barve na deblu ali vejah z nožem odrežemo morebitno okuženo tkivo, rano namažemo s cepilno smolo in ovijemo v temno folijo (Drevesnica ... , 2010).

2.2 KOSTANJEVA ŠIŠKARICA (*Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu)

2.2.1 Značilnost kostanjeve šiškarice

OSEBNA IZKAZNICA

Ime: *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu

Taksonomski položaj: Hymenoptera, Cynipidae - opnokrilci, šiškarice

Slovensko ime: kostanjeva šiškarica

Fitosanitarni status: predlog za razvrstitev na seznam II.A.I karantenskih škodljivih organizmov.

Gostitelji: Kostanjeva šiškarica živi izključno na kostanju (*Castanea*). Škodljiva je zlasti za gojene vrste kostanja, kot so: pravi kostanj (*Castanea sativa*), japonski kostanj (*Castanea*

crenata), križanci pravega in japonskega kostanja (*Castanea sativa x crenata*), kitajski kostanj (*Castanea mollissima*), ameriški kostanj (*Castanea dentata*) in še nekatere druge vrste iz roda *Castanea*.

Kostanjeva šiškarica velja za najbolj nevarnega škodljivca pravega kostanca, ki se je pred kratkim razširil v Evropo. Zaradi okužbe se lahko zmanjša pridelek kostanca za 50 do 70 %, v najslabšem primeru pa kostanjeva drevesa propadejo.

Kostanjeva šiškarica je osica, ki odlaga jajčeca na mlade poganjke, moška socvetja in ob glavnih listnih žilah različnih vrst pravega kostanca. S tem močno prizadene rast poganjkov in lesa, predvsem pa pridelek plodov. V Sloveniji je to za zdaj tudi edina žuželka, ki povzroča oblikovanje šišk pri pravem kostanju.

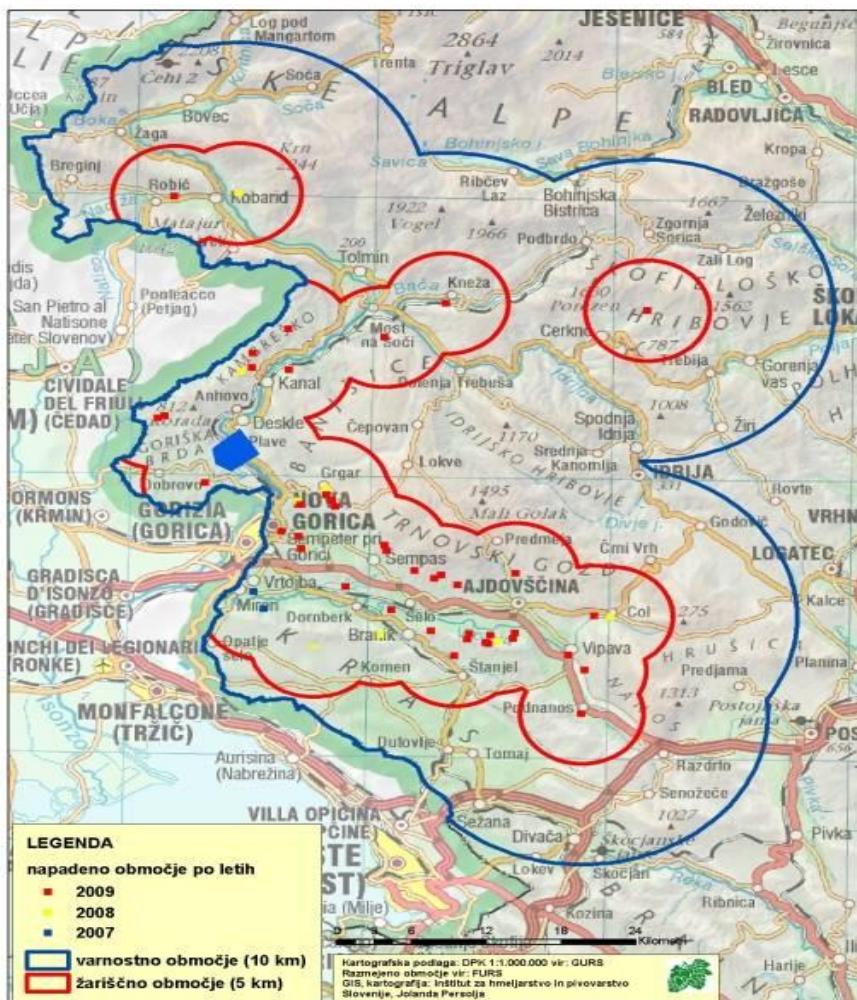
V Evropi trenutno ni registriranega nobenega fitofarmacevskega sredstva za njeno zatiranje, učinkovitost znanih farmacevtskih sredstev pa je premajhna glede na njihove negativne vplive na okolje. Znižanje oziroma obvladovanjem njene populacije na spremenljivo raven, bi lahko dosegli le z uporabo naravnih sovražnikov. Njeni naravnni sovražniki pa so zaenkrat dovolj učinkoviti le na Kitajskem, Japonskem in v Koreji. Iz omenjenih razlogov je potrebno pravočasno opaziti šiške in jih odstraniti še preden iz njih izletijo osice (Ferlež-Rus, 2009).



Slika 6: Kostanjeva šiškarica (Seljak, 2009).

Domovina kostanjeve šiškarice je Kitajska, kjer se že od nekdaj pojavlja na kitajskem kostanju (*Castanea mollisima*). Vrsto so v preteklosti nekajkrat zanesli izven njenega prvotnega areala. Okoli leta 1940 so jo zanesli na Japonsko, leta 1963 so jo našli v Koreji, leta 1974 v zvezni državi Georgia, ZDA in pozneje še v nekaterih drugih zveznih državah ZDA. V Evropi so jo leta 2002 najprej odkrili v provinci Cuneo v deželi Piemont v Italiji. Po vsej verjetnosti so jo tja nenamerno zanesli s Kitajske z materialom za žlahtnjenje pravega kostanja. V naslednjih letih je bila z okuženimi sadikami kostanja s tega območja zanesena še v nekatere dežele srednje in severne Italije. Na enak način je bila zanesena še v Francijo in v letu 2004, s pošiljko sadik pravega kostanja s tega območja pa tudi v Slovenijo. Spomladi 2005 je bila kostanjeva šiškarica najdena na 10 sadikah iz omenjene pošiljke na 4 mestih po Sloveniji. Vsi napadeni deli sadik so bili uničeni, vendar pa dobre polovice sadik iz te pošiljke ni bilo mogoče preveriti, ker so bile prodane v maloprodaji in kupcev ni bilo mogoče najti. Zato je vsaj del populacije šiškarice verjetno ušel v okolje (Seljak, 2009).

Zaradi premajhnega poznavanja problematike in prikritih znakov napada je bilo v Sloveniji sprva težko odkrivati nova žarišča. Na podlagi obvestila lastnika kostanjevega sestaja, je fitosanitarna in gozdarska služba v Sloveniji odkrila prvo večje žarišče napada kostanjeve šiškarice v nasadu maronov na Sabotinu pri Novi Gorici. Okužbe so odkrili 29. junija 2007 v nasadu, kjer so leta 2004 dosadili sadike iz Piemonta. Napaden nasad in okoliške kostanje z značilnimi šiškami na poganjkih so nemudoma sanirali, vendar širjenja šiškarice ni bilo več mogoče preprečiti. Kljub naporom fitosanitarne in gozdarske službe v obdobju od 2005 do 2009, da bi izkoreninili tega novega škodljivca kostanja, so v letu 2009 ponovno našli nova okužena mesta v zahodni Sloveniji. Preostali nasadi in posamezna drevesa v gozdovih po podatkih Zavoda za gozdove in fitosanitarne službe v Sloveniji še niso napadeni (Seljak , 2009).



Slika 7: Razmejena območja napada kostanjeve šiškarice *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu na Primorskem (Seljak, 2009).

Značilnost kostanjeve šiškarice je oblikovanje šišk. Gre za bolj ali manj okrogle ali jajčaste zadebelitve, ki nastanejo spomladi, 2-3 tedne po začetku odganjanja na poganjkih, glavnih listnih žilah ali pri osnovi moških socvetij. Šiška nastane kot odziv rastline na navzočnost ličink v brstih. Značilnosti šišk so:

- pojavljajo se na poganjkih, pri osnovi moških socvetij ali na glavnih listnih žilah;
- velike so od 0,5 do 4 cm; velikost je odvisna od števila ličink v šiški;
- v vsaki šiški je ena do več kamric z ličinkami, pozneje z bubami;
- šiške so zelene, včasih z rdečkastim nadihom;
- poleti se izpraznjene šiške posušijo in ostanejo na vejah tudi več let.



Slika 8: Šiška na poganjku; vrh poganka zato zakrni (Seljak, 2009).

Kostanjeva šiškarica razvije en sam rod letno. Razmnožuje se partenogenetsko, se pravi brez oploditve, pri čemer je vse potomstvo ženskega spola. Samci pri tej vrsti niso poznani (telitokija). Ker se razvoj šišk začne spomladi, ko kostanj odganja in je kostanjeva šiškarica v fazi ličinke 2. razvojnega stadija, začenjamo tudi opis s tem razvojnim stadijem.

Drobne ličinke 1. razvojnega stadija prezimijo v brstih, ne da bi na njih povzročala kakršna koli vidna znamenja. Ko začne konec marca ali v začetku aprila kostanj brsteti, preide ličinka v 2. razvojni stadij. Ta začne s svojimi izločki spodbujati mlado tkivo odganjajočega kostanja k oblikovanju šišk. Šiške se v celoti izoblikujejo v 2 – 3 tednih, tako da lahko do sredine maja že dosežejo končno velikost. Če take šiške prerežemo, opazimo v njih eno ali več kamric, v katerih so majhne bele ličinke brez nog in oči. Povsem razvite ličinke so dolge okoli 2,5 mm. Ličinke se v šiški prehranjujejo 20-30 dni, nakar se v kamricah zabubijo (Seljak, 2009).

Od sredine maja (v toplejših območjih) do sredine julija (v hladnejših območjih) se ličinke prek vmesne stopnje predbube preobrazijo v bubo. Buba ima že nakazane poteze bodoče odrasle osice - glavo, tipalnice, noge, oči, zasnovno kril ter zožitev med oprsjem in zadkom. Buba je sprva bela, nakar postaja vedno temnejša, na koncu je povsem črna.



Slika 9: Mlada buba v kamrici prerezane šiške (Seljak, 2009).

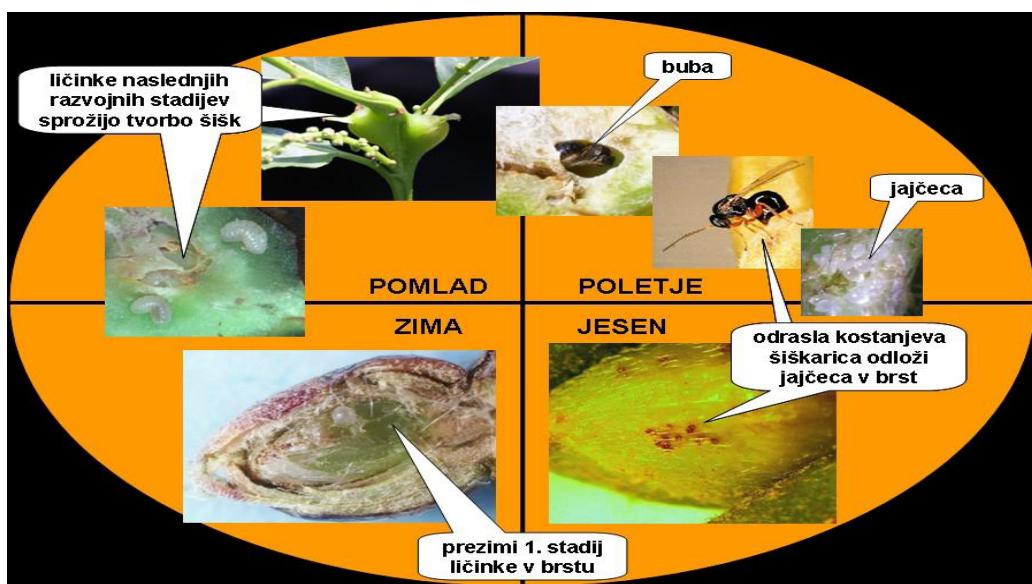
Od sredine junija do sredine avgusta se iz bub razvijejo odrasle osice – samice. Te s čeljustmi pregrizejo stene šiške in izletijo na prosto. Samice so dolge okoli 2,5-3,0 mm. Telo je svetleče črno, le noge in tipalnice so rjave. Samice se ne prehranjujejo, zato živijo le kakih 10 dni. Odrasle osice so na splošno slabe letalke. Takoj ko izletijo, iščejo letošnje zelene brste in vanje s tankim dolgim leglom odlagajo jajčeca. Vsaka samica lahko odloži od 100 do 150 jajčec, ponavadi po 3 do 5, včasih pa tudi po nekaj deset v vsak brst. Drobni vbod, ki ga napravi samica pri odlaganju jajčec, se prek poletja večinoma zabrazgotini in povsem zabriše. To pa predstavlja velik problem pri opažanju napadenih dreves (Seljak, 2009).

Kostanjeva šiškarica se lahko razširja na različne načine. Na daljše razdalje jo raznaša predvsem človek. Najbolj „zahrbtno“ je širjenje z okuženimi sadikami ali cepiči, saj je v času mirovanja skoraj nemogoče ločiti napadene od nenapadenih brstov. Zato je to tudi najpogostejši način širjenja škodljivca na nova neokužena območja in v nove države. Na okuženem območju se kostanjeva šiškarica širi z aktivnim letenjem, pri čemer ji lahko izdatno pomaga tudi veter. V času aktivnega leta lahko odrasle osice raznašamo tudi s transportnimi sredstvi (tovornjaki, avtomobili, ipd.).



Slika 10: Odrasla kostanjeva šiškarica (Seljak, 2009).

Kemično zatiranje škodljivca z insekticidi je precej neuspešno celo v drevesnicah, sploh pa v rodnih nasadih in v gozdnih sestojih. Dokler je razširjenost kostanjeve šiškarice še zelo omejena, je sprotro odstranjevanje in uničevanje okuženih delov rastlin edini uspešni način zatiranja. V maju in v začetku junija večkrat temeljito pregledamo vsa kostanjeva drevesa, zlasti tista, ki so bila nabavljeni in posajena po letu 2002. Poganjke in veje s šiškami porežemo in jih čimprej uničimo, najbolje s sežigom ali na drug ustrezni način, ki zagotavlja uničenje šišk in ličink v njih. To je potrebno napraviti še preden začnejo izletati osice, to je najpozneje do sredine junija. Ko se škodljivec ustali in ga z omenjenimi fitosanitarnimi ukrepi ni več mogoče obvladovati, je mogoče zmanjševati škodo z vnosom naravnih sovražnikov kostanjeve šiškarice. Za zdaj se je pri tem najbolje obnesla parazitoidna osica *Torymus sinensis* [Hymenoptera, Torymidae], ki prav tako izvira s Kitajske (Seljak, 2009).



Slika 11: Razvojni krog kostanjeve šiškarice (Seljak, 2009).

Ravnanje v primeru najdbe kostanjeve šiškarice je opredeljeno z ‘Odločbo o nujnih ukrepih za preprečevanje vnosa in širjenja kostanjeve šiškarice *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu’ (Uradni list RS, št. 60/2005) in z Odločbo Komisije o začasnih nujnih ukrepih za preprečevanje vnosa kostanjeve šiškarice (*Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu) v skupnost in njenega širjenja v skupnosti. Da se prepreči širjenje kostanjeve šiškarice, je potrebno zagotavljati sledljivost sadilnega in razmnoževalnega materiala pravega kostanja, kar zagotavlja veljavni rastlinski potni list (RPL), ki mora spremljati vsako sadiko ali druge dele pravega kostanja razen plodov. RPL mora zagotavljati:

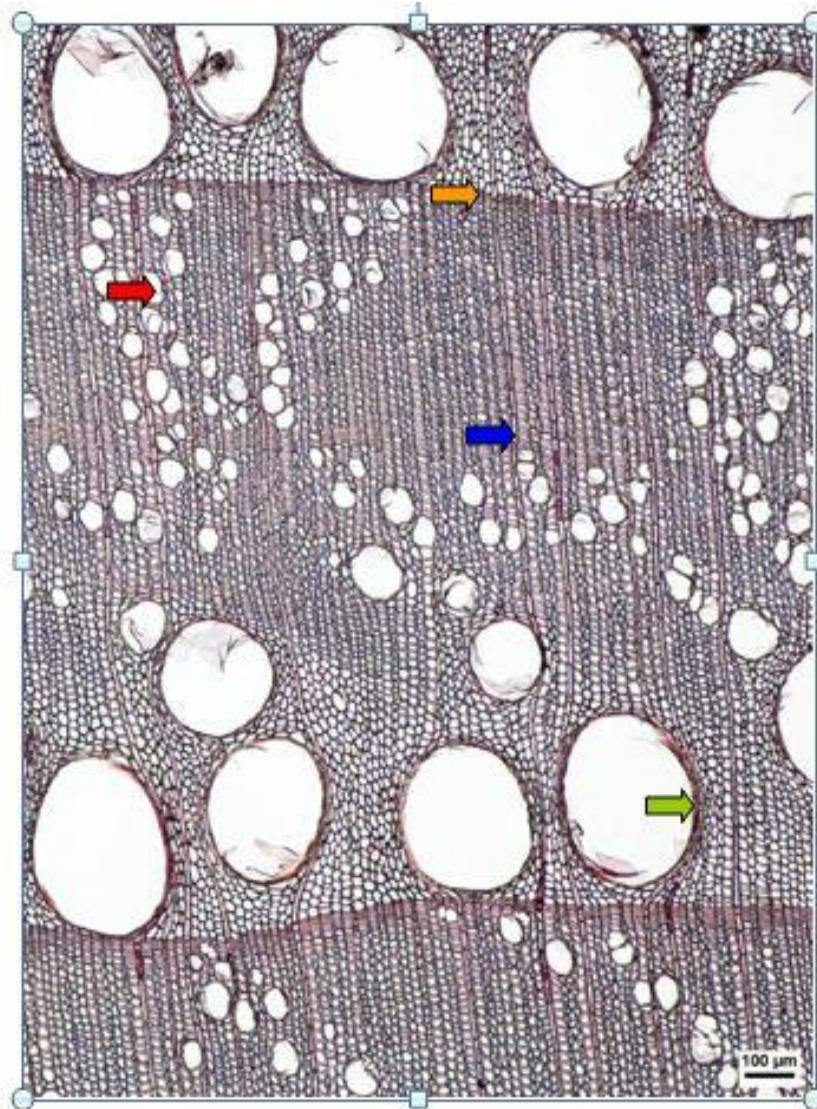
- da rastline izvirajo iz države, za katero je ugotovljeno, da kostanjeva šiškarica ni prisotna, ali
- da rastline izvirajo z območja, ki je uradno priznano kot nenapadeno s kostanjevo šiškarico.

Da se to zagotovi, je potrebno sadike, matične rastline in širši pas okoli njih v času od sredine aprila in do sredine junija vsaj dvakrat temeljito pregledati (Seljak, 2009).

Glej tudi: http://www.furs.si/svn/zvr/kost_siskarica.asp

2.2.2 Kostanjev les

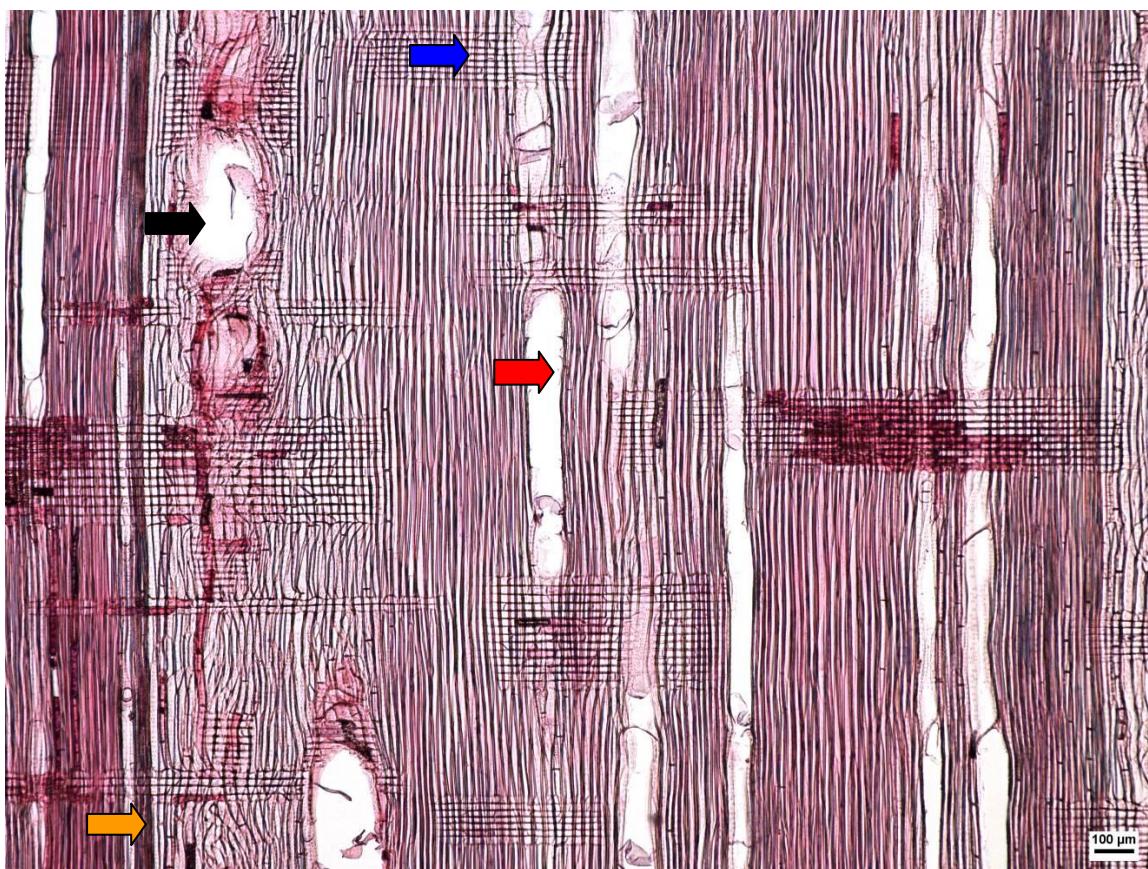
Kostanjev les ima obarvano jedrovino (črnjavo), beljavo ima dokaj ozko, ki je umazano bela do rumenkasta. Gostota lesa v absolutno suhem stanju (r_0) varira od 530 do 590 kg/m³. Je tipčno venčasto porozna vrsta z ostro ločljivimi branikami. Traheje ranega lesa so velike in zatiljene. Traheje kasnega lesa so bistveno manjše in tvorijo radialno usmerjene skupine, ki v prečnem prerezu tvorijo plamenasti videz. Trakove ima zelo ozke (eno redne), ki jih ne moremo videti s prostim očesom. Les kostanja je zelo podoben lesu hrastov (dobu in gradnu), vendar ima kostanj izključno enoredne trakove, hrast pa enoredne in nad 10-redne trakove.



Slika 12: Mikroskopska slika prečnega prereza domačega kostanca. Puščice kažejo celično sestavo lesa (Foto: Gašper Debeljak).

Slike 12, 13 in 14 prikazujejo mikroskopski prečni, radialni in tangencialni prerez kostanja. Zelena puščica označuje veliko trahejo ranega lesa, ki je otljena. Velične traheje v ranem lesu tvorijo venec. Trahejni členi imajo enostavne perforacije. Traheje so posamične, v jedrovini zatiljene in vsebujejo intervaskularne piknje, ki so izmenične (alternirajoče). Njihov tangencialni premer v ranem lesu je nad 200 µm. Rdeča puščica označuje manjšo trahejo v kasnem lesu, ki je del skupine trahej grupiranih v radialni smeri. Tangencialni premeri trahej v kasnem lesu so okoli 50 µm.

Z oranžno puščico je označena letnica. Letnice so razločne in prikazujejo meje letnega prirastka oziroma branike. Modra puščica označuje trakove ki so zelo ozki in potekajo v radialni smeri. Trakovi so 1-redni in zelo lepo vidni na tangencialnem in radialnem prerezu. Zelena puščica označuje traheide.



Slika 13: Mikroskopska slika radialnega prerezna lesa domačega kostanja (Foto: Gašper Debeljak).



Slika 14: Mikroskopska slika tangencialnega prereza lesa domačega kostanja (Foto: Gašper Debeljak). Kostanj je evolucijsko srednje razvita vrsta: trahejni členi so krašči kot pri bukvici, vendar niso sodčaste oblike kot pri jesenu. Perforacije so enostavne. Osnovno tkivo je iz traheid, ki skupaj s trahejami opravlja prevajanje vode. Kompleksi iz libriformskih vlaken opravljujo samo mehansko funkcijo.

Jedrovina je zelo odporna proti glivam, ni pa odporna proti insektom (Polanc J.in I. Leban, 2004). Les ni odporen proti atmosferilijam. V vodi je trajen. Ob stiku z vodo in kovinami lahko pride do obarvanja, zato moramo biti previdni pri žaganem lesu in uporabi letev. Les je biološko aktiven in lahko povzroča dermatitis (Čufar, 2006).

Na trgu je na razpolago v glavnem kot žagan les in furnir. Dobro se žaga, skoblja, reže v furnir, vrta, rezka in brusi. Suši se dobro, a počasi in je malo nagnjen k zvijanju. Lepljenje je dobro. Površinska obdelava je dobra.

Les se uporablja na splošno v mizarstvu za okvire pri oknih in vratih, uporablja se tudi za železniške pragove, jambore, vodne konstrukcije, v ladjedelništvu, za pode, opaže, stopnice, parket, vagone, karoserije, sode, pohištvo, furnirje-predvsem rezani les se uporablja tudi za rezlanje, struženje in pridobivanje čreslovin. Pri nas se uporablja tudi kot gradbeni les, predvsem kot nadomestna vrsta za hrastovino. Manj primeren je za pridobivanje celuloze in papirja (Čufar, 2006).

Nenazadnje lahko omenimo, da se pri kostanju poleg lesa uporabljam tudi njegovi plodovi, katere uporabljamo v prehrani in zdravilstvu. Hranljivo seme je užitno pečeno, kuhan ali kandirano, nekoč so ga tudi pri nas mleli v moko, ki je bila marsikje osnovno živilo (Brus, 2005).

Pri kostanjevem lesu so zelo pogoste napake: zvitost, necentričnost debel, razpoke zaradi zmrzali, nepopolna ojedritev (t. i. lunini obroči), oksidativnoobarvanje, okužbe z glivami, rovi insektov. Zelo pogosta napaka je kolesivost ki je opisana v nadaljevanju.

2.2.3 Kolesivost

Kolesivost je krožna razpoka, ki pogosto poteka po letnici. Do kolesivosti običajno pride takrat, kadar radialne natezne napetosti v deblu presežejo natezno trdnost lesa. Pojavlja se navadno v delu debla, ki je brez vej. Pojav razpoke zmanjša trdnost lesa. Ločimo popolno (totalno) in delno (parcialno) kolesivost. Popolna kolesivost, predstavlja krožno razpoko, kjer se les razmakne po celotni braniki in je najbolj pogosta pri deblih s pravilnim prečnim prerezom. Delna kolesivost predstavlja razpoko po delu branike in je pogostejša pri deblih, ki niso pravilne valjaste oblike. Kolesivost je lahko enojna, če razpoka nastane v eni braniki, lahko pa je tudi dvojna ali večkratna. Kolesivost se pojavlja v različni oddaljenosti od stržena, najbolj pogosta pa je v osrednjem delu debla (Čermak, 1998).

Pri starejših velikih drevesih je kolesivost pogostnejša kot pri mladih drevesih. Poleg kostanja se kolesivost pojavlja še pri jelki, hrastu, jesenu in topolu. Pri živih, rastočih drevesih na zunaj ni opazna, opazimo jo šele po poseku drevesa. Včasih njen prisotnost ugotavlja z udarjanjem s topim predmetom po deblu (Čermak, 1998).

Kolesivost je huda napaka lesa, ker tak les tehnično ni uporaben. To pa velja še posebej kadar se pojavi popolna in večkratna kolesivost.



Slika 15: Kolesivost (Foto: Gašper Debeljak).

2.3 DENDROKRONOLOGIJA

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 spremenjali rastni pogoji, kako se ista drevesna vrsta obnaša na različnih rastiščih, itd.

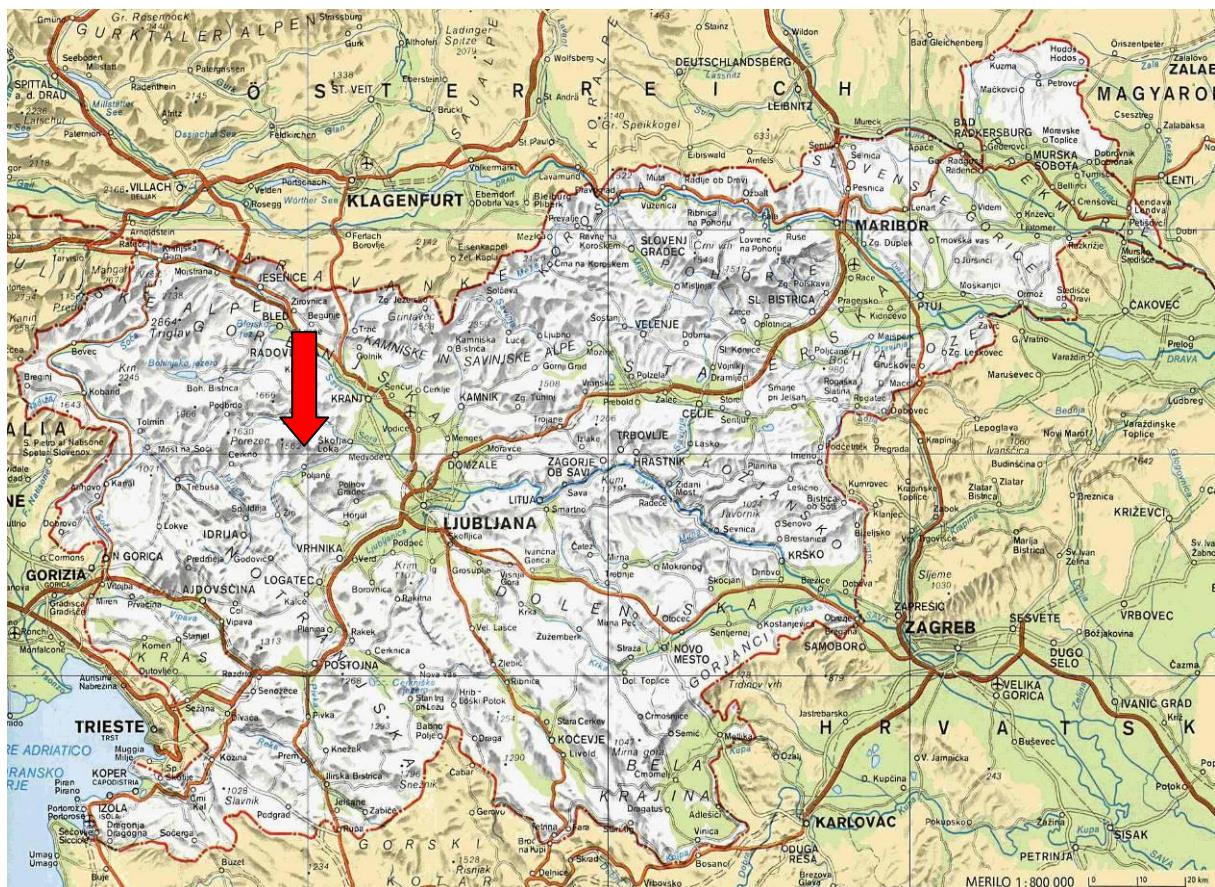
Merjenje širin branik ponavadi izvedemo z opazovanjem obdelanega prečnega prereza lesa s stereomikroskopom; pri tem si pomagamo z ustrezno merilno oz. programsko opremo. Dobljeno zaporedje širin branik grafično prikažemo v odvisnosti od časa. Nato različna

zaporedja med seboj časovno uskladimo s sinhroniziranjem. Če starosti lesa ne poznamo, je potrebno zaporedja še absolutno umestiti v čas; to imenujemo datiranje.

3 MATERIAL IN METODE

3.1 PROUČEVANI SESTOJ

Za raziskave smo zbrali kolute lesa iz debel iz štirih sestojev kostanja na različnih lokacijah Jurčkove kmetije v Škofjeloškem hribovju. Jurčkova kmetija leži na južni strani hriba Gabrška gora v vasi Smoldno. Kmetija obsega 21 hektarjev mešanega gozda, iz katerega smo na štirih različnih lokacijah izbrali 27 dreves. Izbrani kostanji so bili v večini posušeni, saj so bili okuženi s kostanjevim rakom. Žeeli smo ugotoviti učinek bolezni na morebitno zmanjšanje prirastka.



Slika 16: Območje proučevanih sestojev-Smoldno (Zemljevid ... , 2010).

3.1.1 Značilnosti sestojev

Raziskovane ploskve se nahajajo v gozdno gospodarskem območju Kranj v oddelkih 4 in 5 gospodarske enote Poljane, v krajevni enoti Gorenja vas. Gre za skupinsko mešani gozd hrasta, smreke, kostanja in bukve, v katerem prevladujejo letvenjaki in debeljaki. Podatki o rastiščih in sestojih značilnih za lokacije so podani v naslednjih tabelah:



LEGENDA	
Simboli	lokacija
•	A
*	B
▲	C
■	G

Slika 17: Lokacije štirih sestojev na Jurčkovi gozdni površini v merilu 1: 5000 (Google Earth, 2010).

3.1.1.1 Lokacija A

Lokacija se nahaja ob travnati površini na parceli 45/1 oddelka 5. Na njej v večini prevladuje kostanj, sestoj pa sestavlajo še smreka, hrast in bukev. Vzorce smo odvzeli iz hlodovine, posekane leta 2004, 2007 in 2008.

Preglednica 1: Sestojne značilnosti na lokaciji A

Sestojne značilnosti	Sestoja A
oddelek	5
razvojna faza	debeljak, drogovnjak
sestojna višina	30 m
lega	pobočje
relief	valovit
naklon	30%
gozdna združba	kisloljubno bukovje: BLECHNO-FAGETUM LUZULETOSUM-80% BLECHNO-FAGETUM TYPICUM-20%
geološka podlaga	glinasti skrilavec
tla	
nadmorska višina	700-750
ekspozicija	V

3.1.1.2 Lokacija B

Lokacija se nahaja na parceli 71/1 oddelka 4. V večini prevladuje smreka, sestavlajo jo še kostanj in bukev ter nekaj hrasta.

Preglednica 2: Sestojne značilnosti na lokaciji B

Sestojne značilnosti	Sestoj B
oddelek	4
razvojna faza	debeljak, šibe
sestojna visina	28
lega	pobočje
relief	valovit
naklon	20%
gozdna združba	kisloljubno bukovje: BLECHNO-FAGETUM OREOPTERETOSUM-10% BLECHNO-FAGETUM TYPICUM-90%
geološka podlaga	kremenat konglomerat
tla	
nadmorska višina	600-700
ekspozicija	J

3.1.1.3 Lokacija C

Lokacija se nahaja v jarku na parceli 71/1 oddelka 4, v kateri prevladuje smreka. Sestavlja jo še hrast, kostanj nekaj bukve in javorja.

Preglednica 3: Sestojne značilnosti na lokaciji C

sestoje značilnosti	Sestoj C
oddelek	4
razvojna faza	debeljak
sestojnna visina	26
lega	pobočje
relief	hudourniška dolina
naklon	40%
gozdna združba	kisloljubno bukovje: BLECHNO-FAGETUM OREOPTERETOSUM-10% BLECHNO-FAGETUM TYPICUM-90%
geološka podlaga	kremenat konglomerat
tla	
nadmorska višina	550-600
ekspozicija	JV

3.1.1.4 Lokacija G

Se nahaja na strmem pobočju na parceli 71/1 oddelka 4. Prevladuje hrast, s primesjo smreke, kostanja in nekaj bukve.

Preglednica 4: Sestojne značilnosti na lokaciji G

sestoje značilnosti	Sestoj G
ODELEK	4
RAZVOJNA FAZA	debeljak, letvenjak
SESTOJNA VIŠINA	30
LEGA	pobočje
RELIEF	jarkast
NAKLON	60%
GOZDNA ZDRUŽBA	kisloljubno bukovje: BLECHNO-FAGETUM OREOPTERETOSUM-10% BLECHNO-FAGETUM TYPICUM-90%
GEOLOŠKA PODLAGA	kremenat konglomerat
TLA	
NADMORSKA VIŠINA	450-550
EKSPOZICIJA	JV

3.2 VZORČNA DREVESA

Vzorce za dendrokronološko analizo smo pridobili z odvzemom kolutov iz debel obolelih kostanjev, posekanih pri sanitarni sečnji v letih 2005, 2008 in 2009. Kolute smo odvzemali na višini približno 0,60 m od tal s pomočjo ročne motorne žage. Odvzeli smo kolute debeline vsaj 10 cm. Kolute smo oštevilčili in jih pripeljali v laboratorij na Oddelek za lesarstvo.



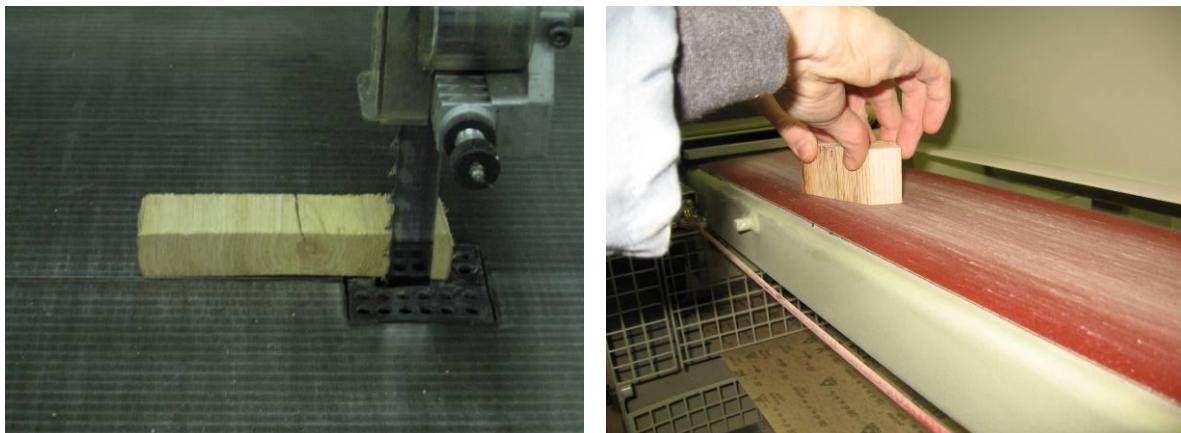
Slika 18: Hlodovina iz katere smo vzeli vzorce (Foto: Gašper Debeljak).

Kolute smo na zraku sušili približno tri mesece do zračno suhega stanja. Sušili smo jih previdno, da bi preprečili nastanek razpok. Nato smo jih sušili še v laboratoriju pri sobnih razmerah dokler vzorci niso dosegli zračne suhosti. Iz vsakega od kolutov smo nato izžagali po dva radialna vzorca širine 4-5 cm. Za vzorce smo izbrali čim bolj reprezentativne radije posameznega koluta, ki so si v kolutu ležali čim bolj 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 nekaterih vzorcih je skorja že ob odvzemu koluta odpadla, zato smo pri datiranju morali upoštevati tudi morebitne manjkajoče branike lesa. Podatek o letu poseka posameznega drevesa nam je olajšal kasnejšo datacijo branik.



Slika 19: Vzorci lesa kostanja: (a) reprezentativna radialna vzorca izžagana iz koluta in (b) vzorci med sušenjem na zraku (Foto: Gašper Debeljak).

Vsek vzorec smo označili s šifro, ki je vsebovala prvi dve črki latinskega imena za kostanj (CA). Nato je sledila črka (A, B, C ali G), ki je označevala lokacijo odvzetega vzorca. Za črko je sledila številka vzorca, ki označuje drevo od 01 do 27 . Na koncu šifre pa smo podali oznako vzorca oz. radija s črko A ali B in številko ki je označevala številko meritve. Večinoma smo širine branik vzdolž posameznega radija merili enkrat ali dvakrat. Šifra CAA10B1 tako na primer pomeni prvo meritve drugega radialnega vzorca 10. drevesa sestojata na območju A. Vzorce smo nato obdelali v mizarski delavnici. Zbrusili smo jih z brusilnimi papirji granulacije 80, 120, 150, 180, 240 in s tem dosegli dovolj gladko površino za opazovanje vzorcev in meritve pod stereo mikroskopom.



Slika 20: Priprava vzorcev: (a) razrez vzorcev na mizarski tračni žagi in (b) brušenje vzorcev na tračni brusilki (Foto: Gašper Debeljak).

Preglednica 5: Pomen šifre vzorca na primeru CAA16B1

Oznaka	CA	A	16	B	1
Pomen	Kostanj <i>Castanea</i>	lokacija odvzema vzorca	številka drevesa	oznaka radija vzorca	zaporedna številka meritve



Slika 21: Označen vzorec pripravljen za merjenje širin branik (Foto: Gašper Debeljak).

3.3 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 uporabili merilno mizico LINTAB, ki je povezana z računalnikom, na katerem program TSAP Win shranjuje izmerjene širine branik in omogoča nadaljnjo obdelavo pridobljenih meritov. 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 smo premikali z vrtenjem posebne ročice. Na začetku smo vzorec in mizico postavili v položaj, v katerem smo pod križem mikroskopa videli stržen vzorca. Pri tem je moral biti stržen vzorca na desni strani, skorja pa na levi strani merilne mizice. V program TSAP Win smo vnesli šifro vzorca in ostale podatke in začeli z meritvijo. V začetnem položaju merilne mizice smo se s klikom miške postavili na razdaljo 0. Nato smo ročico merilne mizice zavrteli za toliko, da se je križ v vidnem polju mikroskopa pokril z naslednjo letnico. Ob kliku miške je program zabeleži izmerjeno širino branike. Na opisani način smo nadaljevali, dokler nismo prišli do skorje vzorca, pri

kateri smo meritev zaključili in shranili. Gibanje vzorca ob premikanju merilne mizice je moralo ves čas potekati pravokotno na letnice. Če je bilo potrebno, smo vzorec med merjenjem poravnali, a to smo napravili previdno, da smo vedno ostali na isti letnici.

Meritev posameznega vzorca smo opravili enkrat. Če smo pri kontroli meritev opazili morebitne napake smo meritev ponovili.



Slika 22: Oprema za merjenje širin branik (Foto: Gašper Debeljak).

3.4 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 vsakega radija sinhronizirali in datirali. Sinhroniziranje je olajšalo dejstvo, da smo za drevesa iz lokacije C, B in G poznali leto nastanka zadnje branike (2008).

Pri sinhroniziranju širin branik smo si pomagali z matematično – statističnimi metodami. Za sinhronizacijo najprej izberemo zaporedje širin branik, v katerih ni večjih odstopanj. Nato iz baze podatkov izberemo naslednjih 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 (t_{BP}) največja in kjer se hkrati obe primerjani krivulji tudi vizualno dobro ujemata (Levanič 1996). Nato izberemo naslednjih pet vzorcev in na enak način nadaljujemo, dokler ne dosežemo sinhronne lege vseh zaporedij. Pri ujemaju kronologije smo si pomagali tudi z drugimi statističnimi kazalniki, kot sta koeficient časovne skladnosti (GLK) in indeks navzkrižnega datiranja (CDI) (Levanič 1996).

3.4.1 Matematično - statistične metode za obdelavo kronologij

3.4.1.1 Izračun t-vrednosti po Baillie-ju in Pilcherju

Parametrični statistični test izračuna t-vrednosti po Baillie-ju in po Pilcherju predstavlja objektivno mero za podobnost dveh kronologij (Levanič, 1996). Med seboj vedno primerjamo dve zaporedji, za kateri izračunamo korelacijski koeficient, korigiran s kvadratnim korenom iz števila stopinj prostosti. t-vrednost zavzema 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 zaporedij širin branik za lokalno kronologijo in s tem utemeljimo upravičenost njihovega vključevanja v lokalno kronologijo. Vrednosti t_{BP} smo izračunali s programom TSAP Win.

3.4.1.2 Analiza značilnih let

Analizo značilnih let smo opravili v skladu z mednarodno metodologijo (Schweingruber, Eckstein, Serr-Bachet in Bräker, 1990). Definicija značilnega leta je po Schweingruberju naslednja: značilno leto je tisto, ko 80% ali več dreves reagira z zmanjšanjem oziroma povečanjem prirastka v primerjavi s prejšnjim letom. Pri izračunu značilnih let smo upoštevali omejitev (Eckstein in Bauch, 1969), da mora biti v analiziranem letu prisotnih najmanj 14 vzorcev, da lahko računamo pojav značilnih let.

3.5 SESTAVA LOKALNE KRONOLOGIJE

Lokalna kronologija predstavlja aritmetično sredino vseh zaporedij štirih branik posamezne lokacije. Izračunali smo jo v programih TSAP Win 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.

3.6 DENDRO KLIMATOLOŠKA 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 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 zlepki (angl. Cubic smoothing spline), pri čemer smo ohranili 50% variabilnosti značilnih podatkov. Kubični zlepek je zvezno odvedljiva funkcija, sestavljena iz več kubičnih polinomov (Levanič, 1996).

S pomočjo programa ARSTAN, smo izvedli ARSTAN residual (RES), ki predstavlja avtoregresivno izravnavo indeksnih kronologij; v njej je avtokorelacija povsem odstranjena. Uporabili smo jo za nadaljne dendroklimatološke raziskave.

3.6.2 Klimatski podatki

Pri proučevanju odnosa med širino branik kostanja in klimo smo uporabili dva klimatska dejavnika: povprečno mesečno temperaturo in skupno mesečno količino padavin. Naleteli smo na problem pomanjkanja daljših časovnih nizov za obravnavano območje. Potrebne klimatske podatke smo pridobili iz klimatske postaje Ljubljana; Agencija RS za okolje.

3.6.3 Dendrokronološke analize

V dendrokronologiji pogosto ugotavljamo povezave med časovnimi vrstami klimatskih podatkov in kronologijami širin branik za določeno obdobje. Pri tem uporabljamo koreacijske in odzivne funkcije; to so zaporedje 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 korelaciskih in odzivnih funkcij. Za določanje značilnosti koreacijskih 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 sprememjanja značilnih vplivov.

Pridobljene klimatske podatke za obravnavano lokacijo smo skupaj s kronologijo tipa ARSTAN RES obdelali s programom DENDROCLIM 2002. Z izračunom koreacijskih 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 predhodnjega do septembra tekočega leta. S pomočjo analize z odzivno funkcijo smo ugotovili, kateri klimatski dejavniki vplivajo na

rast in kakšna je stopnja njihovega vpliva. Opravili smo tudi analizo korelacijskih in odzivnih vrednosti z gibljivimi intervali.

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., 2008).

4 REZULTATI IN RAZPRAVA

4.1 KRONOLOGIJA ŠIRIN BRANIK IZ LOKACIJ A, B, C IN G

Vzorčenje je potekalo 24. februarja 2010. V analizo je bilo vključenih 36 vzorcev iz skupno 20 dreves (na rastišču smo pridobili vzorce iz 27 dreves, vendar nekateri niso imeli dovolj branik in zato niso bili vključeni v analizo). V Preglednici 6 je predstavljena zaporedna številka vzorca, ki ji sledi poimenovanje ustrezne meritve vzorca, število izmerjenih branik, leto prve branike, leto zadnje izmerjene branike in leto poseka. Na koncu je v opombi zapisano, ali je bilo izmerjeno zaporedje širin branik vzorca vključeno v lokalno kronologijo.

Preglednica 6: Podatki o vzorcih iz kostanjevih kolutov lokacij A, B, C in G

št.	Šifra	Lokacija	(št. branik)	Datum prve branike	Datum zadnje branike	Leto poseka	Podatki vključeni v kronologijo
1	CAA01A1	A	28	1980	2008	2008	NE
2	CAA01B1	A	28	1980	2008	2008	NE
3	CAA02A2	A	63	1945	2007	2008	DA
4	CAA02B2	A	67	1943	2008	2008	DA
5	CAA03A1	A	63	1946	2008	2008	DA
6	CAA03B1	A	63	1947	2008	2008	DA
7	CAA04A1	A	37	1971	2008	2008	NE
8	CAA04B1	A	72	1937	2008	2007	NE
9	CAA05A1	A	54	1954	2007	2007	DA
10	CAA05B1	A	54	1953	2006	2007	DA
11	CAA06A1	A	37	1966	2002	2004	NE
12	CAA06B1	A	40	1965	2004	2004	NE
13	CAA07A1	A	46	1959	2004	2004	DA
14	CAA07B1	A	45	1960	2004	2004	DA
15	CAA08A1	A	71	1934	2004	2007	DA
16	CAA08B1	A	70	1935	2007	2007	DA
17	CAA09A1	A	67	1941	2007	2007	DA
18	CAA09B1	A	67	1941	2007	2007	DA
19	CAA10A1	A	71	1937	2007	2007	DA
20	CAA10B1	A	69	1939	2007	2007	DA
21	CAA11A1	A	51	1957	2007	2007	DA
22	CAA11B1	A	48	1960	2007	2007	DA
23	CAA12A2	A	65	1943	2007	2007	NE
24	CAA12B2	A	63	1945	2007	2007	NE
25	CAA13A1	A	76	1928	2003	2004	DA

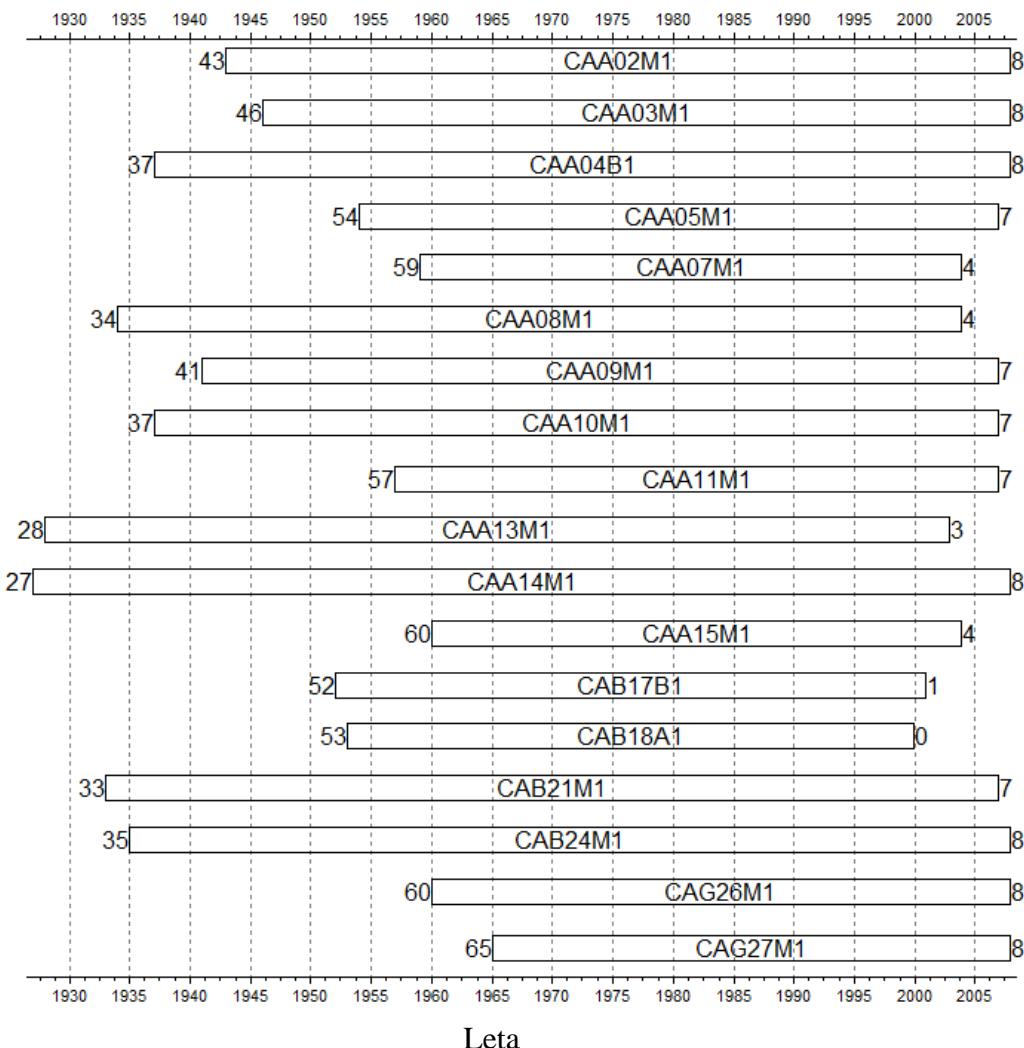
Se nadaljuje

št.	Šifra	Lokacija	(št. branik)	Datum prve branike	Datum zadnje branike	Leto poseka	Podatki vključeni v kronologijo
26	CAA13B1	A	73	1929	2001	2004	DA
27	CAA14A1	A	82	1927	2008	2008	DA
28	CAA14B2	A	80	1927	2006	2008	DA
29	CAA15A1	A	45	1960	2004	2004	DA
30	CAA15B1	A	44	1961	2004	2004	DA
31	CAA16A1	A	57	1947	2004	2004	NE
32	CAA16B1	A	58	1946	2004	2004	NE
33	CAB17A1	B	47	1959	2006	2008	NE
34	CAB17B1	B	50	1959	2008	2008	DA
35	CAB18A1	B	47	1959	2005	2008	DA
36	CAB18B1	B	49	1959	2007	2008	DA
37	CAB19A2	B	78	1924	2001	2008	DA
38	CAB19B1	B	73	1927	1999	2008	DA
39	CAB20A2	B	51	1957	2007	2008	NE
40	CAB20B2	B	62	1946	2007	2008	NE
41	CAB21A1	B	75	1933	2007	2008	DA
42	CAB21B2	B	68	1937	2004	2008	DA
43	CAB22A1	B	77	1930	2007	2008	NE
44	CAB22B2	B	75	1930	2004	2008	DA
45	CAB23A2	B	83	1925	2008	2008	NE
46	CAB23B2	B	83	1925	2007	2008	NE
47	CAB24A2	B	70	1940	2008	2008	DA
48	CAB24B2	B	75	1935	2008	2008	DA
49	CAC25A1	C	27	1981	2008	2008	NE
50	CAC25B1	C	15	1993	2008	2008	NE
51	CAG26A2	G	50	1960	2009	2008	DA
52	CAG26B1	G	50	1960	2009	2008	DA
53	CAG27A1	G	44	1965	2008	2008	DA
54	CAG27B1	G	44	1965	2008	2008	DA

Pri meritvi smo izločili osemnajst vzorcev zaradi premajhnega števila branik. Ostali vzorci so bili primerni za nadaljnje raziskave.

Število branik v preiskanih vzorcih je od 15 do 83 let. Največ branik je imel vzorec CAB23 iz lokacije B, in to 83, najmanjšo pa je imel vzorec CAC25 iz lokacije C, katerega smo zaradi premajhnega števila branik odstranili za nadaljnje proučevanje. Vseboval je 15 branik. Za nadaljnjo raziskavo je bil vzorec z najmanj branikami CAG27A1 iz lokacije G, in to 44. Najdaljše povprečje zaporednih širin branik vzorca CAB23 sega v leto 1925. Pri najkrajšem povprečju CAG27A1 pa ima najstarejša branika datum 1965.

Na sliki 23 so predstavljena časovno umeščena zaporedja širin branik vseh dreves. Iz diagrama lahko razberemo, da zaporedja omogočajo zadovoljivo pokritost kronologije za obdobje 1937-2008.

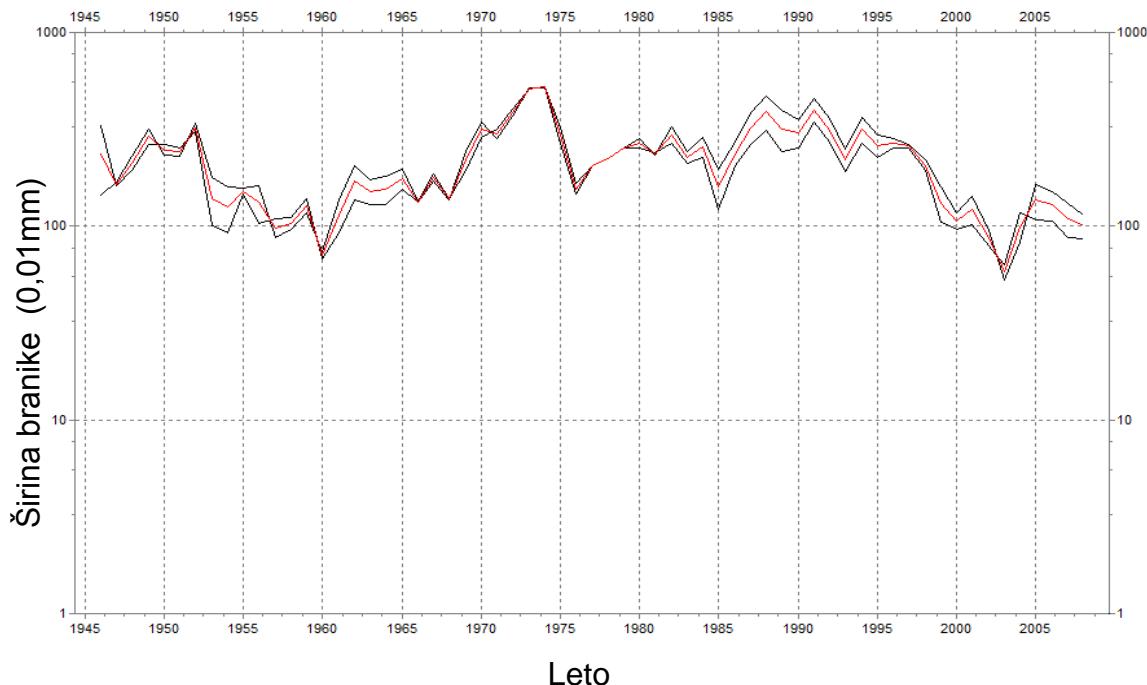


Slika 23: Časovni razpon zaporedij širin branik vseh dreves iz lokacij A, B in G.

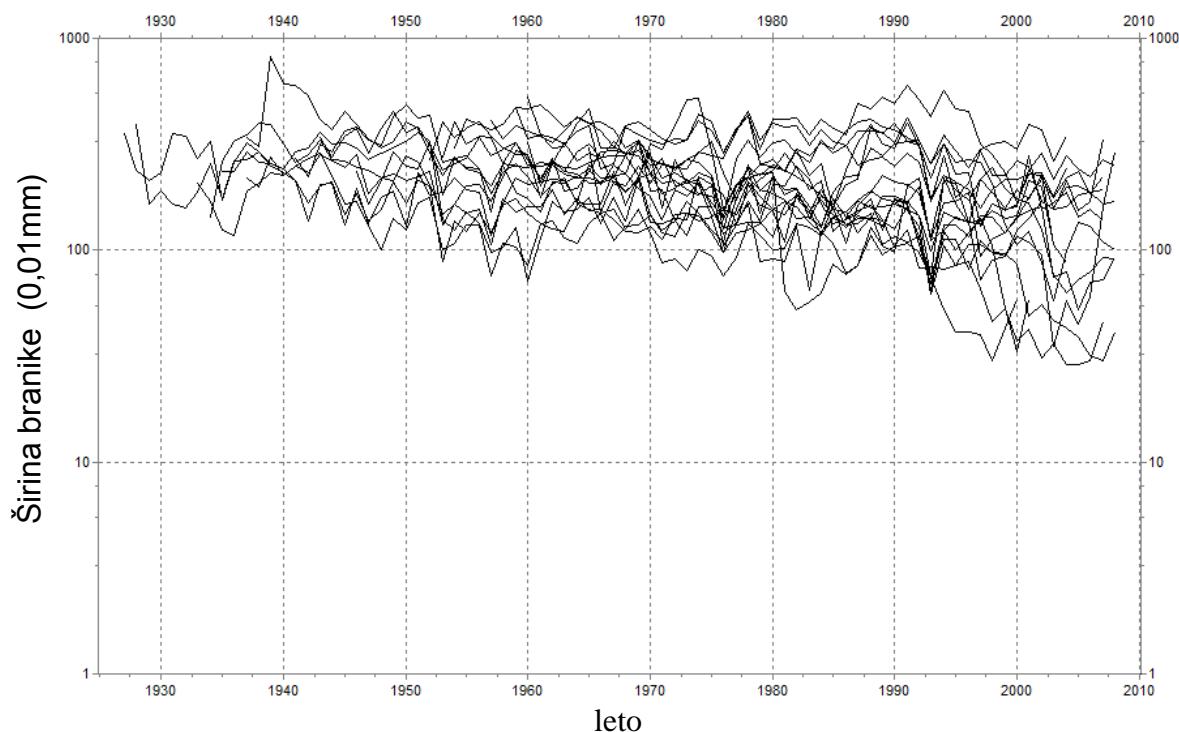
4.1.1 Lokalna kronologija

Kronologija sestojata treh lokacij na Jurčkovi kmetiji v Poljanski dolini je prva lokalna kronologija kostanjevih dreves v Katedri za tehnologijo lesa. Najprej smo s pomočjo programa TSAP Win sestavili zaporedja širin branik posameznega drevesa (slika 24), nato

pa lokalno kronologijo. Ta se imenuje surova kronologija in predstavlja aritmetično sredino zaporedij širin branik. Postopek prikazujejo naslednje slike.

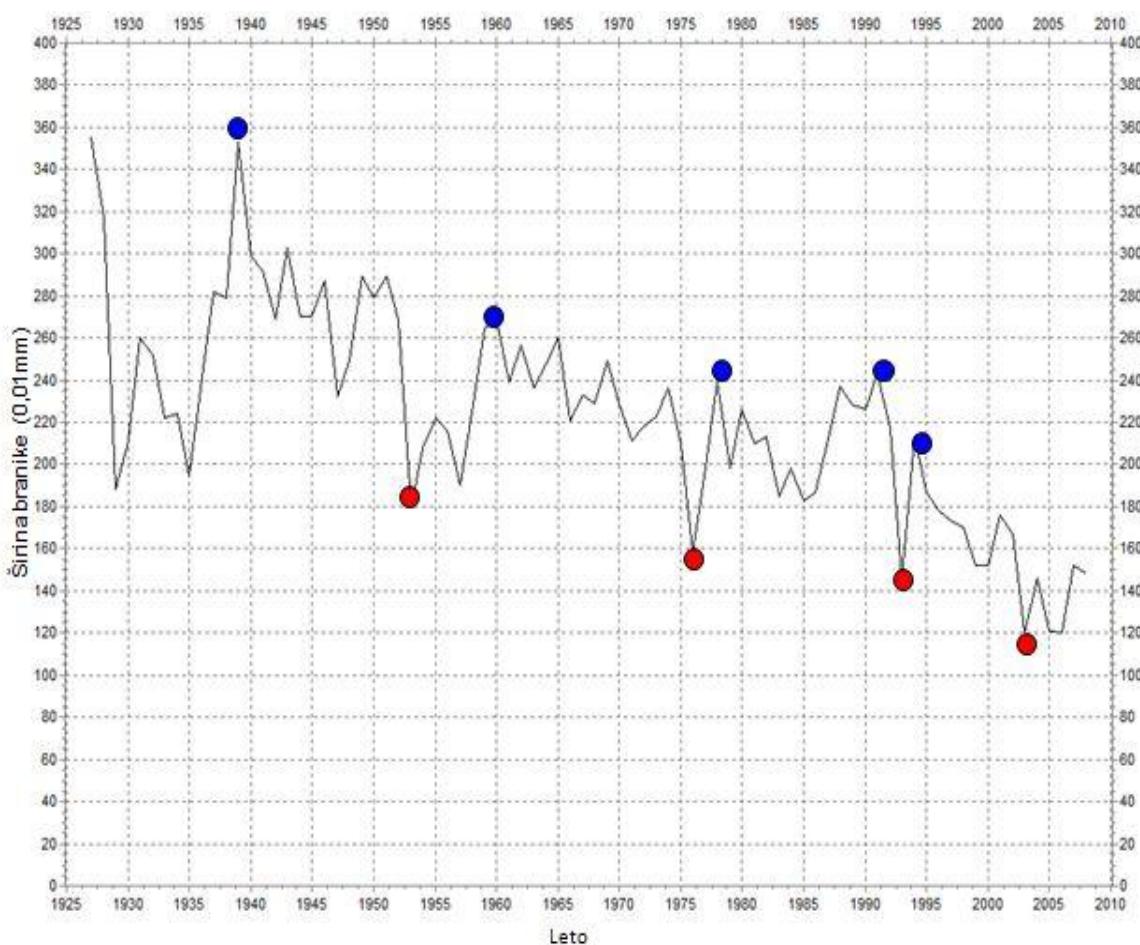


Slika 24: Datirani zaporedji širin branik vzorca CAA031 in CAA032 s kronologijo drevesa CAA03.



Slika 25: Širine branik vseh dreves.

Lokalno kronologijo pa smo pridobili z izračunom aritmetičnega povprečja vseh zaporedij širin branik dreves. Zanesljivost kronologije je odvisna od števila vzorcev, iz katerih izračunamo aritmetično sredino, zato je pomemben podatek tudi pokritost kronologije, ki je opisan v naslednjih stavkih. Slika 26 prikazuje lokalno kronologijo, katero smo pridobili z izračunom aritmetičnega povprečja vseh kronologij dreves. Modri krogci označujejo leta do katerih je prirastek branik pozitivno rasel in rdeči krogci prikazujejo obratno. Kronologija je dolga 83 let in je zadovoljivo pokrita za obdobje 1937-2008.



Slika 26: Lokalna kronologija za sestoj kostanja na Jurčkovi kmetiji.

Kronologija kaže rastoči trend širine branik v letih 1929-1939, kar je značilno za juvenilno dobo kostanja. Nato prikazuje tudi trend upada širin branik v letih 1939-1957. Za tem sledi ponovno rastoči trend širin branik do leta 1960 in ponovni večji upad v letih 1957-1976, ko je nastala izjemno ozka branika. Po letu 1977 se ponovi rastoči trend širin branik, ki traja

do leta 1993. Po letu 1993 pri nekaterih drevesih pride do padca širin branik. Trend upadanja po letu 1994 je smiselno spremljati pri posameznem drevesu, upadanje širin branik pa bi lahko pripisali posledici okužbe kostanjev.

Nazadnje smo za kronologijo kostanjev izračunali še značilna leta, ki so prikazana v preglednici 7. Preglednica 7 predstavlja značilna leta. Predstavlja odstotek dreves ki so v določenem letu imeli zmanjšano ali povečano širino branike glede na predhodno leto.

Preglednica 7: Značilna leta za lokalno kronologijo za obdobje 1928-2008

Leto	Število dreves	Pozitivna značilna leta delež dreves %	Negativna značilna leta delež dreves %
1939	7		100***
1947	11		100***
1949	11	90**	
1953	11		81*
1957	13		84*
1958	13	92**	
1963	17		82*
1976	18		94**
1977	18	77*	
1978	18	94**	
1979	18		77*
1983	18		77*
1987	18	83*	
1988	18	77*	
1992	18		77*
1993	18		94**
1994	18	100***	
1995	17		82*
1999	17		76*
2003	17		88*

Iz preglednice je razvidno da je kronologija imela:

- 7 pozitivnih značilnih let, katera so 1949, 1958, 1977, 1978, 1987, 1988 in intenzivno leto 1994.
- 13 negativnih značilnih let, katera so: 1940 in 1947 sta leti, kjer je zaznano največje upadanje širine branik ,sledijo jima leta 1953, 1957, 1963, 1976, 1979, 1983, 1992, 1993, 1995, 1999 in 2003.

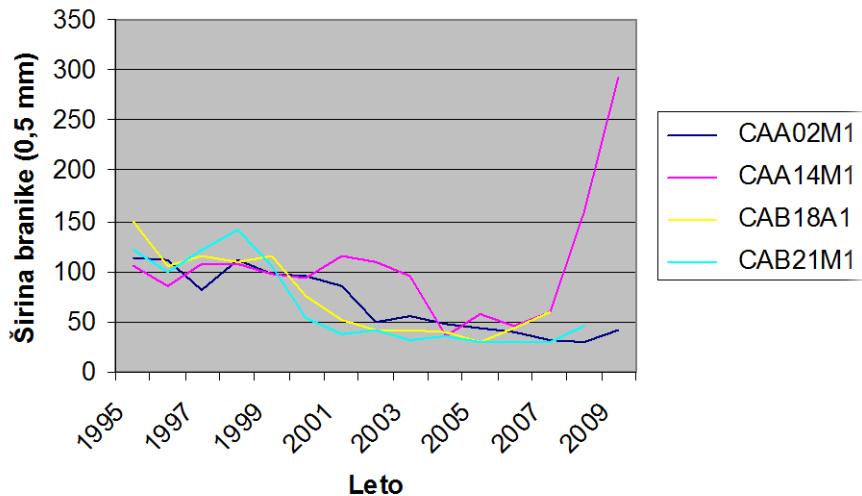
Pri nekaterih vzorcih smo opazili, da je bil njihov prirastek v nekaterih letih manjši od 0,5 mm. Dimenzija 0,5 mm približno ustreza premeru traheje ranega lesa, kar pomeni da so tako ozke branike vsebovale samo rani les širok eno trahejo.

V preglednici 8 so prikazane številke dreves in leta v katerih je bil prirastek pod 0,5 mm. Na koncu pa je oznaka lokacija iz katere smo izvzeli drevesa.

Preglednica 8: Leta, ko je bila pri posameznih drevesih širina branik manjša od 0,5 mm

Prirastek manjši od 0,5 mm		
Drevo	Leta	Lokacija
CAA02	2001, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008	A
CAA14	2003, 2005	A
CAA18	2000, 2001, 2002, 2003, 2005	A
CAB21	1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007,	B

Zmanjšanje prirastka je verjetno povzročila okužba s kostanjevim rakom. Kot je razvidno iz preglednice, so drevesa izkazovala majhen prirastek v različnih letih. Zanimivo je, da je imelo drevo CAB21 tako zmanjšan prirastek kar 9 let, drevo CAA02 6 let, drevo CAA18 5 let in drevo CAA14 2 leti.



Slika 27: Kronologija dreves s prirastkom pod 0,5 mm.

Slika 27 prikazuje kronologije dreves katerih prirastek je pod 0,5 mm. Kot je razvidno pri vseh štirih drevesih, prirastek branik upada različno v letih do leta 2004 in 2005. Pri vseh

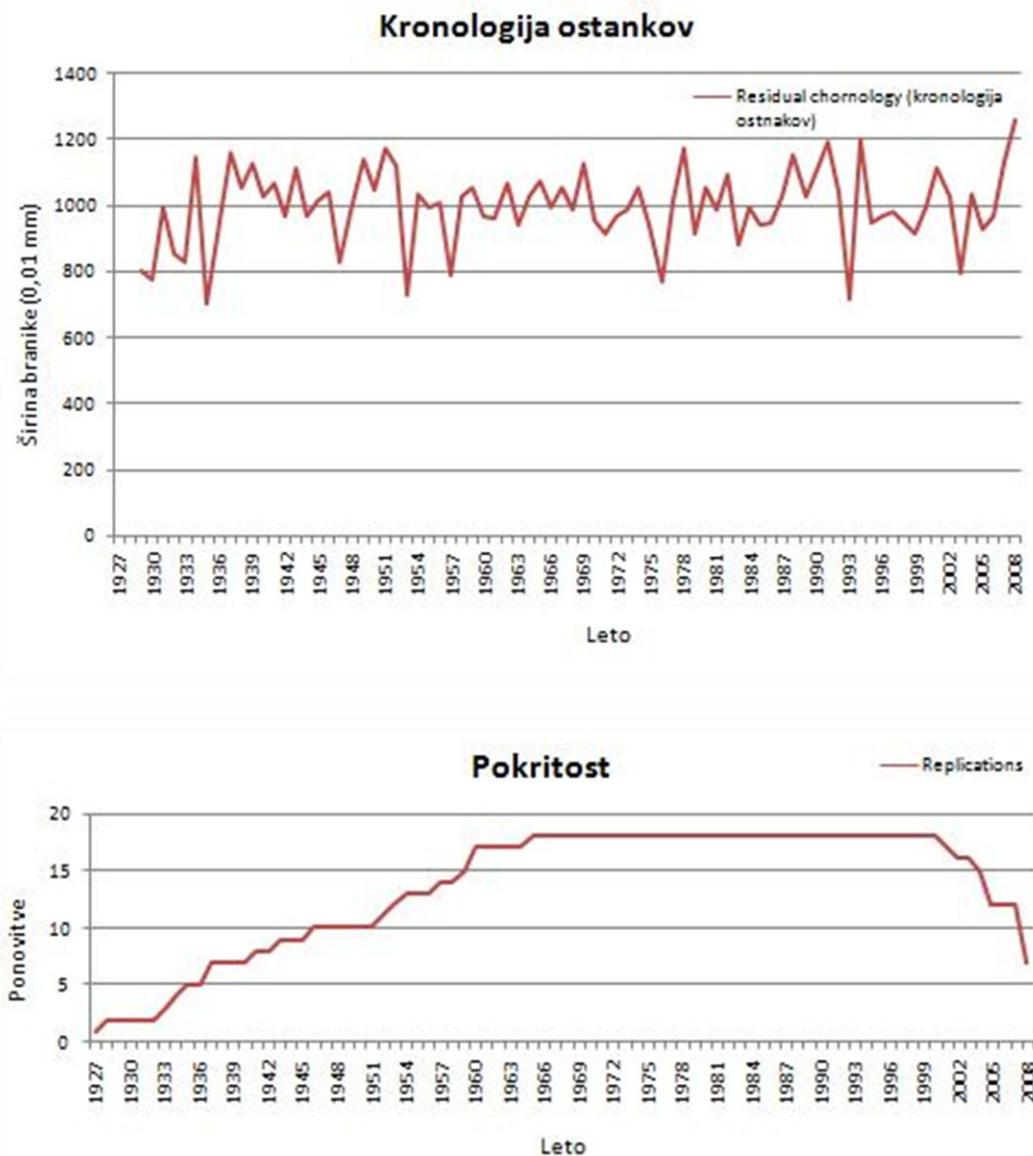
štirih drevesih v zadnjih letih opazimo povečevanja prirastka, še posebej odstopa drevo CAA14M1, pri katerem pride do silovitega povečanja prirastka.



Slika 28: Vzorci, ki vsebujejo prirastek manjši od 0,5 mm.

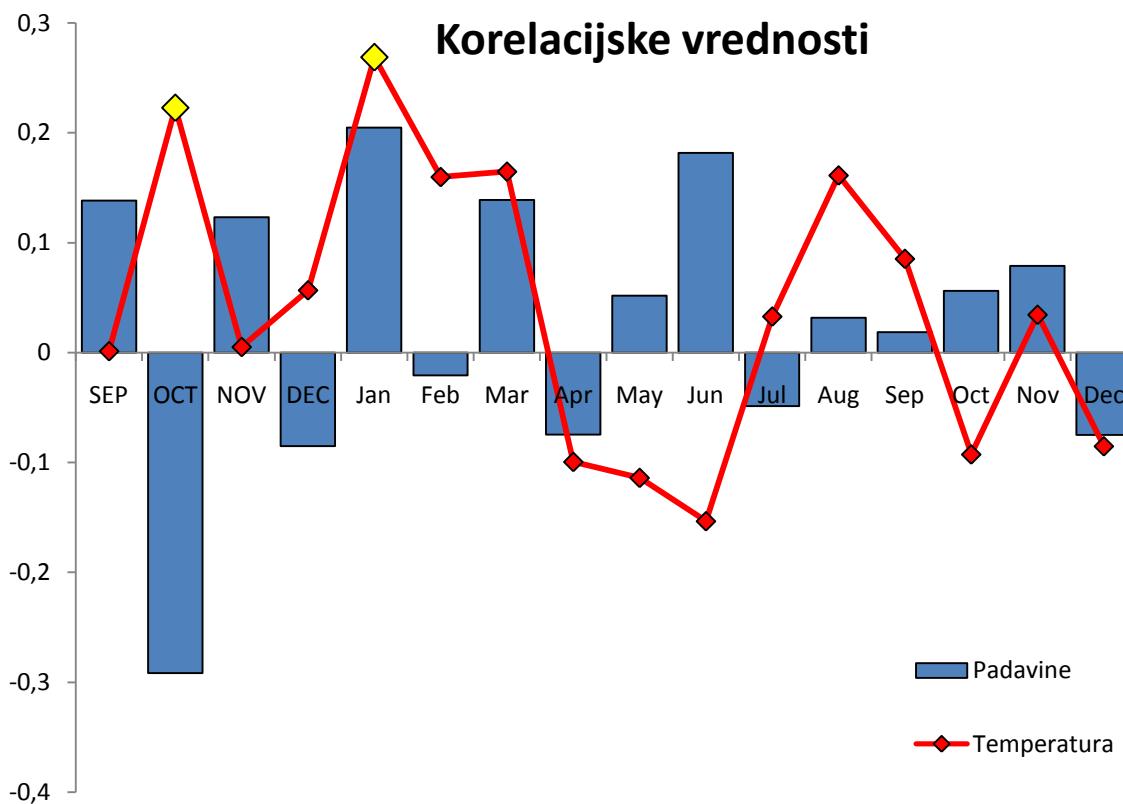
4.2 DENDROKLIMATOLOŠKA ANALIZA KOSTANJA

Za proučevanje odvisnosti med širinami branik in klimo, smo iz lokalne kronologije izločili vpliv neklimatskih dejavnikov. Vpliv padajočega rastnega trenda smo odstranili z indeksiranjem podatkov. Izračun indeksov in standardiziranih kronologij iz surove lokalne kronologije smo izvedli s pomočjo programa ARSTAN. Tako smo sestavili kronologijo ostankov (residual kronologijo) (slika 29).



Slika 29: (a) Kronologija ostankov in (b) pokritost.

Sledila je dendroklimatološka analiza pridobljenih podatkov. Dobili smo korelacijske vrednosti, ki smo jih pridobili s programom DENDROCLIM 2002.

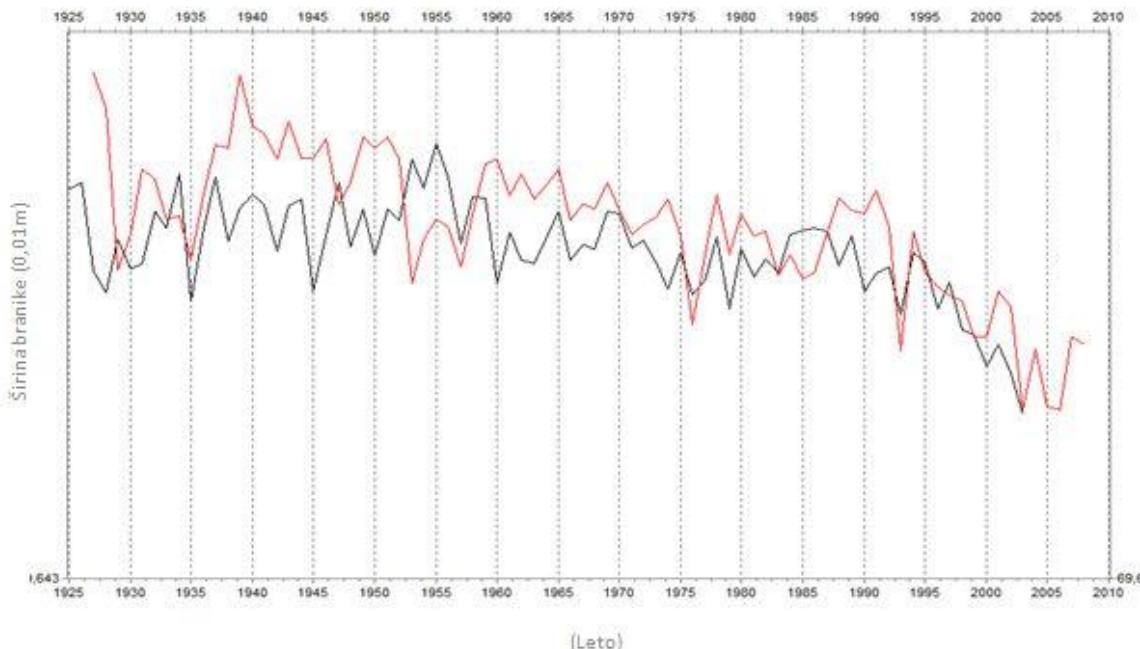


Slika 30: Korelacijske vrednosti za kostanj v Poljanski dolini, izračunane s programom DENDROCLIM 2002.

Na sliki 30 je podan grafični prikaz korelacijskih vrednosti. Iz izračunov je razvidno, da padavine na tem rastišču nimajo statistično značilnega vpliva na variiranje širin branik. Statistično značilni vpliv na variiranje širin branik imajo temperature v preteklem oktobru in temperature v januarju tekočega leta. V obeh primerih je vpliv pozitiven. Negativen vpliv na širino branik imajo oktobrske padavine iz preteklega leta, vendar ta vpliv ni statistično značilen. Statistično značilne vrednosti koeficientov s 95% intervalom zaupanja so na sliki označene z rumeno karo. Te odzivne vrednosti so drugačne kot je značilno za Slovenijo. Na variiranje širin branik pri hrastu v Sloveniji pozitivno vplivajo predvsem junijске padavine in negativno junijске temperature. Pozitiven vpliv imajo tudi temperature predhodnega oktobra in temperature tekočega avgusta (Čufar in sod., 2008).

4.3 VIZUALNA PRIMERJAVA KOSTANJEVE KRONOLOGIJE S SLOVENSKO HRASTOVOM KRONOLOGIJO

Izvedli smo primerjave s hrastovimi, bukovimi in jelovimi kronologijami iz različnih rastišč v Sloveniji.



Slika 31: Vizualna primerjava kostanjeve kronologije s hrastovo iz Slovenije.

Izkazalo se je, da kostanjeva kronologija ni statistično značilno podobna drugim slovenskim kronologijam.

Hrastova kronologija vsebuje izrazit klimatski signal. Na variiranje širin branik hrasta v Sloveniji pozitivno vplivajo junijске padavine, negativno pa junijске temperature (Čufar sod. 2008). Pri kostanjevi kronologiji vpliva junija nismo zabeležili, kar pojasnjuje da tudi kronologiji širin branik nista podobni.

5 SKLEPI

Sestavili smo lokalno kronologijo kostanja (*Castanea sativa* Mill.) za Poljansko dolino (550-750 m n.v.) dolgo 83 let za obdobje 1925-2008. Sestavlja jo 18 vzorčnih dreves kostanja. Kronologija ima pokritost nad 7 za obdobje 1937-2008 (dolžina 71 let).

Analiza značilnih let je pokazala, da so nastopila negativna značilna leta: 1940, 1947, 1953, 1957, 1963, 1976, 1979, 1983, 1992, 1993, 1995, 1999 in 2003, pozitivna pa: 1949, 1958, 1977, 1978, 1987, 1988 in intenzivno leto 1994.

Po letu 1996 se je pri nekaterih drevesih prirastek stalno zmanjševal, najverjetneje zaradi okužbe s kostanjevim rakom.

Posebej smo se posvetili drevesom, ki so imela v zadnjih letih branike ožje od 0,5 mm, kar pomeni, da je branika vsebovala samo en pas trahej ranega lesa. Tako zmanjšan prirastek smo zabeležili pri štirih drevesih. Eno drevo je imelo 9 branik ožjih od 0,5 mm, eno pa 6, 5 oz. 2 izjemno ozki braniki.

Analize širin branik se zdijo uporabne za rekonstrukcijo časovnega poteka bolezni pri kostanju, zato bi jih bilo smiselno opraviti na večjem številu sistematično izbranih dreves.

S pomočjo Dendroclim 2002 smo na podlagi kronologije ARSTAN residual, podatkov o povprečni mesečni temperaturi in mesečni količini padavin, opravili dendroklimatološko analizo kostanja. Ugotovili smo, da padavine na tem rastišču nimajo statistično značilnega vpliva na širino branik. Dendroklimatološka analiza je pokazala, da imajo statistično značilen pozitiven vpliv na variiranje širin branik temperature v preteklem oktobru in temperature v januarju tekočega leta.

Nazadnje smo primerjali kostanjevo kronologijo s kronologijami drugih drevesnih vrst v Sloveniji. Izkazalo se je, da kostanjeva kronologija ni statistično značilno podobna drugim slovenskim kronologijam. To smo pojasnili tudi z dendroklimatološko analizo.

6 POVZETEK

V diplomskem delu smo opravili dendrokronološko raziskavo rasti kostanja iz Poljanske doline, ki jih je v njihovem življenjskem obdobju doletela okužba s kostanjevim rakom (*Cryphonectria parasitica*). Zastavili smo si naslednje cilje:

- sestaviti kronologijo za vsako drevo posebej,
- sestaviti lokalno kronologijo iz štirih lokacij,
- ugotoviti značilna leta v lokalni kronologiji ,
- ugotoviti kako bolezen vpliva na prirastek,
- proučiti zvezo med širinami branik in klimo na obravnavanem zemljišču in
- vizualno primerjati kronologijo kostanja z ostalimi kronologijami v Sloveniji.

Raziskave smo izvedli skladno z uveljavljeno metodologijo. Iz skladišča hlodovine, katere posek je bil opravljen na lokaciji A leta 2004, 2007 in 2008, ter na ostalih lokacij (B, C, G) v letu 2008, smo iz debel dreves odvzeli kolute. Iz vsakega koluta smo izrezali po dva radialna vzorca, jih površinsko obdelali in jim izmerili zaporedja širin branik. Zaporedja širin branik smo sinhronizirali in jih datirali. Sestavili smo surove kronologije za vsako drevo posebej. S pomočjo kronologij posameznih dreves smo sestavili lokalno kronologijo. V pomoč nam je bil program TSAP Win. Nato smo iz danih podatkov izračunali značilna leta, ki prikazujejo v katerih letih je 80% dreves pridobivalo prirastek v primerjavi s predhodnim letom ali obratno. Osredotočili smo se na drevesa, pri katerih je njihov prirastek padel pod 0,5 mm. Z grafičnim prikazom smo prikazali, kako se drevesa borijo z bolezni, kdaj je bolezen vstopila v posamezno drevo in koliko časa se je drevo borilo z bolezni. S pomočjo 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 obravnavanem rastišču. Ugotovili smo, da padavine na tem rastišču nimajo statistično značilnega vpliva na širino branik. Dendroklimatološka analiza je pokazala, da imajo statistično značilen pozitiven vpliv na variiranje širin branik temperature v preteklem oktobru in temperature v januarju tekočega leta.

Nazadnje smo primerjali kostanjevo kronologijo z ostalimi kronologijami v Sloveniji. Izkazalo se je, da kostanjeva kronologija ni statistično značilno podobna drugim slovenskim kronologijam.

Sestavili smo lokalno kronologijo kostanja (*Castanea sativa* Mill.) za Poljansko dolino (550-750 m n.v.) dolgo 83 let za obdobje 1925-2008. Sestavlja jo 18 vzorčnih dreves kostanja. Kronologija ima pokritost nad 7 za obdobje 1937-2008 (dolžina 140 let).

Analiza značilnih let je pokazala, da so nastopila negativna značilna leta: 1940, 1947, 1953, 1957, 1963, 1976, 1979, 1983, 1992, 1993, 1995, 1999 in 2003, pozitivna pa: 1949, 1958, 1977, 1978, 1987, 1988 in intenzivno leto 1994.

Po letu 1996 se je pri nekaterih drevesih prirastek stalno zmanjševal, najverjetneje zaradi okužbe s kostanjevim rakiom.

Posebej smo se posvetili drevesom, ki so imela v zadnjih letih branike ožje od 0,5 mm, kar pomeni, da je branika vsebovala samo en pas trahej ranega lesa. Tako zmanjšan prirastek smo zabeležili pri štirih drevesih. Eno drevo je imelo 9 branik ožjih od 0,5 mm, eno pa 6, 5 oz. 2 izjemno ozki braniki.

Analize širin branik se zdijo uporabne za rekonstrukcijo časovnega poteka bolezni pri kostanju, zato bi jih bilo smiselno opraviti na večjem številu sistematično izbranih dreves.

7 VIRI

- Berdajs E. 2008. Dendroklimatološka analiza rasti bukve na treh rastičih v Sloveniji. Diplomsko delo. Univerzitetni študij. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive vire: 79 str.
- Barbo J. 2006. Pravi kostanj sorte marsol in marval z navodili za sajenje. Mirna Peč.
http://www.sadjarstvo.com/Pravi_kostanj.php (5.4. 2010)
- Biondi F., Waikul k. 2004. DENDROCLIM2002: A C++ program for statiscal calibration of climate signals in tree-ring chronologies. Geosciences, 30: 303-311
- Brus R. 2005. Dendrologija za gozdarje. Univerzitetni učbenik. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 159 str.
- Čermak M. 1998. Tehnologija lesa 1. Železniki, Pami: 86 str.
- Čufar K. 2006. Anatomija lesa. Univerzitetni učbenik. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo: 185 str.
- Čufar K., De Luis M., Eckstein L., Kajfež-Bogataj L. 2008. Reconstructing dry and wet summers in SE Slovenia from oak tree-ring series. International Journal of Biometeorology, 52: 607 - 615
- Ferleš-Rus A. 2009. Kostanjeva šiškarica. Ljubljana, Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije.
<http://www.fito-info.si/pr/obv/Vsebina.asp?ID=4843> (15.3.2010)
- FITO-INFO: Slovenski informacijski sistem za varstvo rastlin. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, Fitosanitarna uprava RS.
http://www.furs.si/law/slo/zvr/Fito_pravilnik/FitoPravSeznamSOEU_IIAII_cryphonectria_parasitica_podatki.asp (15.3.2010)
- Google Earth. 2010. EarthSat (15.3.2010)
- Google, Zemljevid Slovenije, (15.3. 2010)

Jagličič Ž. 2005. Moj herbarij.

<http://www.fmf.uni-lj.si/~jaglicic/herbarij/02/index.html> (15.3.2010)

Kostanjev rak. Življenje v Ljubljani. Ljubljana, 2004

<http://www.ljubljana.si/si/zivljenje-v-ljubljani/okolje-prostor-bivanje/skodljivci-bolezni-na-drevju/kostanjev-rak/> (18.3.2010)

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.

Polanc J., Leban I. 2004. Les-zgradba in lastnosti. Ljubljana, Lesarska založba:176 str.

Schmitt U., Moller R., Eckstein D. 2000. Seasonal wood formation dynamics of beech (*Fagus sylvatica* L.) and black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) as determined by the 'pinning technique. Angewandte Botanik, 74, 1-2: 10-16

Schweingruber F. H. 1992. Baum und Holz in der Dendrochronologie (2. izd.).

Birmensdorf, WSL: 231 str.

Seljak G. 2009. Kostanjeva šiškarica. Nova Gorica, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano , Fitosanitarna uprava RS: 1-4str.

http://www.furs.si/svn/zvr/present_drycku/drycku/Dryocosmus_zlozenka.pdf
(15.6.2010)

Wikipedija, prosta enciklopedija.(2007)

http://sl.wikipedia.org/wiki/Slika:Kostanj_2.jpg (15.3.2010)

8 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 na BF, ki so mi bili v pomoč pri vzorčenju, obdelavi in meritvah vzorcev, še posebej se zahvaljujem Luku Kržetu.

Zahvaljujem se tudi recenzentu diplomskega dela, izr. prof. dr. Mihu Humarju.

Zahvaljujem se gozdarju Primožu Kalanu iz Gozdnogospodarskega območja Poljane, ki mi je posredoval potrebne podatke iz gozdnogospodarskega načrta.

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.

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA LESARSTVO

Gašper DEBELJAK

**LOKALNA KRONOLOGIJA ŠIRIN BRANIK
KOSTANJA
(*Castanea sativa*) IZ POLJANSKE DOLINE**

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij

Ljubljana, 2011