

## Dendrokronološki markerji<sup>1</sup>

### *Dendrochronological Markers*

Tom LEVANIČ\*

#### **Izvleček:**

Levanič, T.: Dendrokronološki markerji. Gozdarski vestnik, št. 2/2001. V slovenščini, s povzetkom v angleščini, cit. lit. 10. Prevod v angleščino: Tom Levanič.

Obravnavani so različni vplivi, ki jih ima okolje na debelinski prirastek drevesa, in osnovna terminologija, ki jo dendrokronologi uporabljajo za opis in ovrednotenje dogodkov v branikah. Poudarek je na možnosti uporabe značilnega anatomskega odziva kambijeve cone na poškodovanje. Posledica je barierna cona, ki jo je mogoče uporabiti kot dendrokronološki marker. Barierno cono se da datirati, to pa je osnova za primerjalno študijo debelinskega prirastka pred in po poškodovanju.

**Ključne besede:** debelinski prirastek, vpliv okolja, dendrokronologija, anatomija lesa, terminologija, definicija pojma, značilno leto.

#### **Abstract:**

Levanič, T.: Dendrochronological Markers. Gozdarski vestnik, No. 2/2001. In Slovene with a summary in English, lit. quot. 10. Translated into English by Tom Levanič.

Described here are the influences of the environment that affects a tree ring formation; terminology, which is used by dendroecologists for describing events in tree rings are also explained. Special emphasis is given to describe the wounds as possible dendrochronological markers. This is based on a fact that every wound leaves traces on a tree ring. A dated wound is a base for evaluating radial increment before and after wounding.

**Key words:** radial increment, environmental influence, dendrochronology, wood anatomy, terminology, terms definition, pointer year.

## 1 UVOD

### 1 INTRODUCTION

Dendrokronologija je veda, ki preučuje širine branik, z namenom izluščiti iz njih karseda veliko informacij o rasti drevesa, o motnjah v rasti in o vplivu različnih zunanjih dejavnikov na rast drevesa. V tem smislu lahko drevo prikažemo kot neke vrste trajen pomnilnik, kamor se z letno ločljivostjo shranjujejo dogodki, ki so vplivali na rast drevesa. Izmed številnih dogodkov (slika 1), ki vplivajo na rast drevesa, so različne poškodbe kambijeve cone zanimive predvsem zato, ker se pojavljajo izredno in jih zaradi tega lahko interpretiramo v smislu dendrokronoloških markerjev.

V pričujočem prispevku obravnavamo:

- identifikacijo dendrokronoloških markerjev,
- ločevanje dendrokronoloških markerjev po načinu nastanka,
- osnovno terminologijo in definicije s tega področja ter
- interpretacijo in datacijo pojavov v branikah.

## 2 TERMINOLOGIJA IN DEFINICIJE

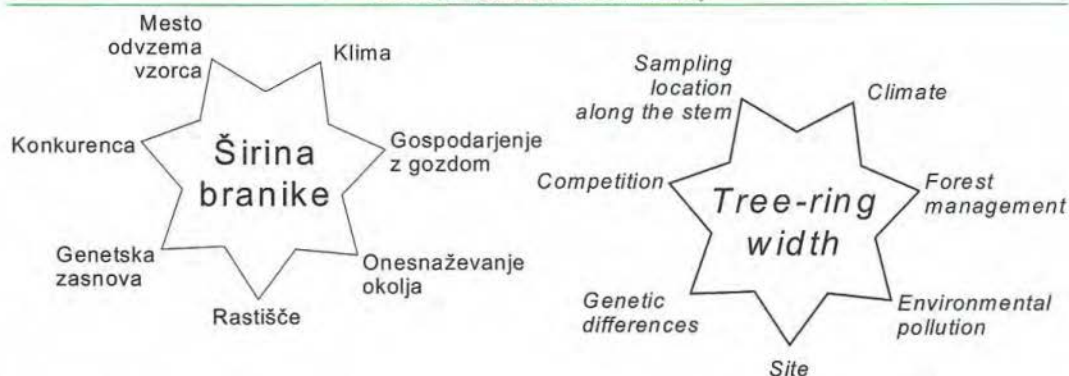
### 2 TERMINOLOGY AND DEFINITIONS

Dendrokronolog prvenstveno preučuje debelinsko rast drevesa. Nanjo vplivajo številni dejavniki okolja, ki so lahko v določenih letih izjemni. Izjemnost določenega leta se vizualno odraža v specifični širini ali izgledu branike, zaradi česar se količinsko in kakovostno razlikuje od sosednjih branik. Takšne branike zaradi posebnega izgleda v splošnem imenujemo dendrokronološki markerji. Po definiciji je to branika, ki po vizualnih, količinskih, anatomskih ali kakšnih drugih značilnostih jasno odstopa od sosednjih branik. Dendrokronološki markerji imajo v dendrokronologiji posebno mesto, saj znatno olajšajo sinhronizacijo in datacijo dendrokronoloških krivulj.

Z vidika statistične analize dendrokronoloških podatkov je potrebno

\* doc. dr. T. L., univ. dipl. inž. gozd., Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, SLO, tom.levanic@gozdis.si

<sup>1</sup> Prispevek je bil predstavljen na posvetovanju Vpliv mehanskih poškodovanj na rast drevesa in kakovost lesa, 23. 11. 2000 v Ljubljani



**Slika 1:** Najpomembnejši dejavniki, ki vplivajo na debelinski prirastek drevesa

**Figure 1:** Most important factors that influence the tree-ring width

poudariti, da gre pri ovrednotenju dendrokronoloških markerjev za analizo nesklenjenih časovnih vrst (SCHWEINGRUBER 1993), zato pri analizi ne moremo uporabljati metod za analizo časovnih vrst, ampak največkrat uporabimo kar klasične parametrične in neparametrične statistične metode.

Po načinu nastanka delimo dendrokronološke markerje v grobem v dve skupini: v prvi skupini so tisti markerji, ki nastanejo kot posledica delovanja zunanjih dejavnikov okolja na drevo, v drugo pa sodijo tisti, ki so posledica delovanja človeka v gozdnem okolju. Marsikdaj delitev v ostro ločene skupine ni možna; tako na primer ne moremo vedeti, ali je požar povzročila strela ali človeška neprevidnost, saj je posledica v braniki enaka. Nadalje delimo dendrokronološke markerje na tiste, ki so vezani na prirasten odziv enega drevesa, in na tiste, kjer se na isti dražljaj iz okolja sočasno odzove več dreves. V prvem primeru gre za dogodke, ki so povezani z enim samim drevesom v sestoji, na primer udar strele ali poškodba drevesa z gozdarsko mehanizacijo. V drugem primeru pa gre za kazalce, ki so večinoma okoljsko pogojeni, na primer suša, drsenje tal, velikoprostorski napadi škodljivcev ali propadanje gozda.

## 2.1 Kazalci, vezani na eno drevo

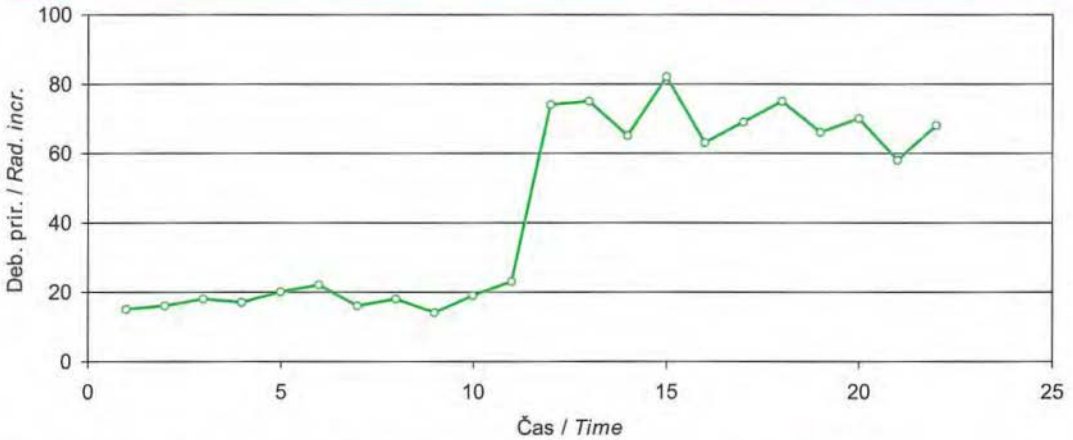
### 2.1 Terms related to a single tree-ring sample

Termina kazalno leto in nenadna sprememba rasti se nanašata predvsem na optično zaznavo nenavadnih pojavnih oblik branike ali njene anatomske zgradbe.

Termin kazalno leto (an. event year) se nanaša na braniko, ki po svojem izgledu odstopa od branik pred njo in za njo (SCHWEINGRUBER et al. 1990). Pri opisu kazalnega leta gre za povsem kakovostno oceno vizualnega izgleda branike (bolj/manj temen kasni les, ožja/širša branika, več/manj trahej, travmatski smolni kanali prisotni/odsotni, kompresijski ali reakcijski les prisoten/odsoten, poškodba kambija prisotna/odsotna ... - glej npr. sliko 2). V novejšem času se kakovostnemu opisu izgleda branike pridružuje tudi količinski opis, kjer določen pojav natančno izmerimo, ponavadi s pomočjo programov za avtomatsko analizo slike. Tako lahko izmerimo velikost, število in porazdelitev trahej v braniki (VAGANOV 1990, SASS 1993), širino ranega/kasnega lesa, gostoten profil branike, število smolnih kanalov v braniki (WIMMER / GRABNER 1997, LEVANIČ 1999), velikost travmatskih smolnih kanalov ipd.

Termin nenadna sprememba rasti (an. abrupt growth change) se nanaša na potek priraščanja v določenem obdobju (slika 3). Gre za kakovostno in količinsko oceno rasti v določenem obdobju. O nenadni spremembi rasti govorimo takrat, ko začne drevo nenadoma bolje/slabše rasti kot prej. Po definiciji lahko govorimo o nenadni spremembi rasti, ko je povprečna širina štirih





zaporednih branik za 40 % ožja oz. za 160 % širša v primerjavi s povprečjem predhodnih štirih branik (SCHWEINGRUBER et al. 1990) (grafikon 1).

## 2.2 Kazalci, vezani na skupino dreves

### 2.2 Terms related to a group of cross-dated tree-ring sequences

Kazalca **značilno leto** (an. pointer year) in **značilni interval** (an. pointer interval) sta vezana na skladen odziv večje skupine dreves na nek dražljaj iz okolice (grafikon 2). Odziv dreves je lahko pozitiven ali negativen, v prvem primeru govorimo o pozitivnem značilnem letu, v drugem pa o negativnem značilnem letu. Dražljaj, ki povzroči pojav značilnega leta, je lahko klimatskega izvora, lahko pa je tudi skupen vsem drevesom, ki ležijo ob neki vlaki in imajo zaradi spravila poškodovana debela in korenine. Po definiciji je značilno tisto leto, ko 80 % od najmanj 13 dreves reagira s povečanjem ali zmanjšanjem debelinskega prirastka v primerjavi s predhodnim letom (SCHWEINGRUBER et al. 1990). Po potrebi lahko kriterij 80 % zvišamo na 90 ali 100 %.

Značilni interval je zaporedje več značilnih let. O značilnem intervalu govorimo takrat, ko je sestavljen iz najmanj 4 zaporednih značilnih let. Pojavlja se zelo redko, a je ravno zaradi tega izjemno dobro orodje za datiranje in sinhroniziranje; tako je na primer pri jelki v Sloveniji sekvenca let od 1959 do 1962 značilni interval.

## 3 DENDROKRONOLOŠKI MARKERJI

### 3 DENDROCHRONOLOGICAL MARKERS

Pri makroskopskem opazovanju lesa se dostikrat srečamo s posebnostmi branik, ki so posledica različnih biotskih, abiotskih in antropogenih dejavnikov na rast drevesa. Te pojave lahko kakovostno in količinsko ovrednotimo. Za dendrokronološko analizo najpomembnejši dendrokronološki markerji so zbrani v preglednici 1 (SCHWEINGRUBER et al. 1990, KAENNEL / SCHWEINGRUBER 1995).

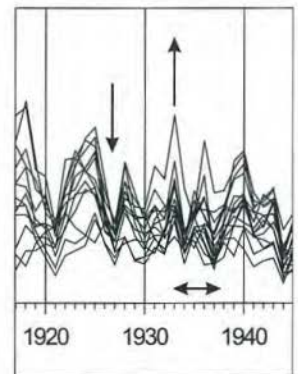
### 3.1 Dendrokronološki markerji, ki so posledica poškodb kambijeve cone

#### 3.1 Dendrochronological markers, a consequence of cambium zone damage

Odziv kambijeve cone na poškodovanja je kompleksen prostorski in časovni proces nastajanja zaščitnih tkiv in regeneracije sistema sekundar-

**Grafikon 1:** Shematski prikaz nenadne pozitivne spremembe v rasti – širina branik je poskočila za več kot 160 %, hkrati pa je sprememba daljša od štirih let; prirastek je prešel na novo raven

**Graph 1:** Schematic representation of the abrupt growth change - tree-ring width had increased for more than 160 % and the duration of the change had lasted over 4 years



**Grafikon 2:** Shematski prikaz značilnega leta (puščica gor, dol) in značilnega intervala - podpisa (vodoravna puščica)

**Graph 2:** Schematic representation of the pointer year (arrow up, down) and pointer interval - signature (horizontal arrow)

**Preglednica 1:** Najpomembnejše posebnosti v branikah, ki se lahko uporabljajo kot dendrokronološki markerji

*Table 1: The most significant events in tree-rings which can be used as dendrochronological markers*

Iglavci <i>Coniferous trees</i>	Listavci <i>Broadleaved trees</i>
smolni kanali <i>resin ducts</i>	reakcijske cone <i>reaction zones</i>
smolni žepi <i>resin pockets</i>	gumozni depoziti <i>gum ducts, gum deposits</i>
travmatski smolni kanali <i>traumatic resin ducts</i>	tenzijski les <i>tension wood</i>
kompresijski les <i>compression wood</i>	"kino vein"
kalusno tkivo, mrazne branike, netipičen rani in kasni les, nihanje gostote lesa v braniki, branike z neizrazitim kasnim lesom ("light rings"), branike z izrazitim kasnim lesom ("dark rings") <i>callus tissue, frost rings, atypical early- and latewood, density fluctuations, light rings, dark rings</i>	

nega vaskularnega kambija (OVEN 1999).

Z vidika dendrokronološke analize je pomembno predvsem dejstvo, da pride po poškodovanju kambijeve cone do pojava barierne cone (stene 4 po modelu CODIT), ki ostane jasno vidna tudi potem, ko drevo poškodbo že preraste (SHIGO 1991). Branika, v kateri je barierna cona, je tako v smislu definicije pravi dendrokronološki marker, ki omogoča natančno datacijo nastanka poškodbe. Na osnovi pozicije barierne cone znotraj branike se da celo sklepati, v katerem letnem času je nastala poškodba (SHIGO 1991, OVEN 1999).

Barierna cona iglavcev je drugačna kot pri listavcih. Pri iglavcih barierno cono najpogosteje sestavljajo jasno vidni travmatski smolni kanali, ki se lahko združijo v smolne žepe (OVEN 1999) (slika 2). Pri listavcih je barierna cona ponavadi sestavljena iz več deset celic debele plasti s polifenoli zapolnjenih parenhimskih celic. Odvisno od drevesne vrste je možen tudi pojav suberinse plasti, travmatskih kanalov gume, pigmentov in fenolov (OVEN 1999).

**Slika 2:** Smolni žep pri smreki kot posledica ranitve (zgoraj), barierna cona in poranitveni les pri bukovini (spodaj); poškodbo se da datirati in ugotoviti, kdaj je nastala (vzorec smrekovine – arhiv oddelka za gozdno tehniko GIS, vzorec bukovine – ksilotomska zbirka Katedre za tehnologijo lesa)

**Figure 2:** A resin pocket in the spruce is a result of wounding (upper picture), barrier zone and wound wood occur after wounding in the beech - both events could be dated and thus a year of wounding could be established





Za dendrokronološko rabo je na vizualni ravni (tj. pod binokularno lupo) bolj od anatomskih lastnosti poranitvenega lesa pomembno to, da je barierna cona jasno vidna in da je zaradi tega mogoče datirati leto nastanka poškodbe.

#### 4 DATIRANJE POŠKODB IN INTERPRETACIJA REZULTATOV 4 DATING OF THE WOUNDS AND INTERPRETATION OF THE RESULTS

Pri preučevanju poškodb, ki so nastale zaradi antropogenega dejavnika, je pomembno, da najprej izločimo skupne dejavnike (v smislu Cookovega modela) (COOK 1985), ki so vplivali na rast dreves v preučevanem obdobju in v bližini preučevane ploskve. V ta namen izberemo 10-15 referenčnih dreves, ki so primerno oddaljena od naše raziskovalne ploskve, ki niso bila pod vplivom preučevanega dejavnika (npr. spravila lesa) in ki se po zunanem izgledu ne razlikujejo bistveno od dreves, ki so jedro problema. Na osnovi meritev letnih prirastkov referenčnih dreves izdelamo referenčno krivuljo, ki bo služila primerjavi individualnih rastnih vzorcev dreves v prizadetem območju.

Sledi vzorčenje prizadetih dreves oz. dreves, ki ležijo ob vlaki. Obseg vzorčenja teh dreves je odvisen od vzorčnega načrta, smiselno pa je, da vzamemo vsaj dva izvrtka, enega na "prizadeti" in drugega na "neprizadeti" strani. Pri merjenju je koristno, da posebne značilnosti branik markiramo in opombe shranimo skupaj s podatki.

V naslednjem koraku sledi primerjava referenčne kronologije s posameznimi vzorčenimi drevesi. Tako ločimo splošne dejavnike od preučevanih in si omogočimo ovrednotenje nekega vpliva (v našem primeru spravila lesa). S pomočjo referenčne krivulje poškodbe datiramo ter količinsko in kakovostno ovrednotimo vpliv poškodb na debelinski prirastek. Pri preučevanju vpliva poškodb zaradi spravila lesa na debelinski prirastek nas zanima predvsem, kakšen je odziv debelinskega prirastka na poškodbo, kako dolgo se pozna vpliv poškodbe na rast in koliko časa je trajalo, da se je debelinski prirastek povrnil, če sploh, na raven pred poškodbo. Nadaljnja aplikacija dobljenih podatkov je odvisna od ciljev raziskave.



Slika 3: Pojav nenadne spremembe rasti - macesen je okužila gliva, ki povzroča rjav osip macesnovih iglic (*Mycosphaerella laricina* (R. Hartig) Neger); v letu močne okužbe (puščica A) je prišlo do močne redukcije krošnje in debelinski prirastek je sunkovito upadel

Figure 3: Occurrence of the abrupt growth change - the larch was infected by a fungi (*Mycosphaerella laricina* (R. Hartig) Neger); in the year of the infection the crown was completely defoliated and abrupt reduction of the tree-ring width had occurred

#### Viri / References

- COOK, E. R., 1985. Time Series Analysis Approach to Tree Ring Standardization.- Doktorska disertacija, Tucson, University of Arizona, Laboratory of Tree-Ring Research, 171 s.
- KAENNEL, M. / SCHWEINGRUBER, F. H., 1995. Multilingual Glossary of Dendrochronology.- Berne, Stuttgart, Vienna, Paul Haupt Verlag, 467 s.
- LEVANIČ, T., 1999. Vertical Resin Ducts in Wood of Black Pine (*Pinus nigra* Arnold) as a Possible Dendroecological Variable.- *Phyton*, 39, 3, s. 123-127.
- OVEN, P., 1999. Odziv drevesnih tkiv na poškodbe in infekcije - 2. kambijeva cona.- Zbornik gozdarstva in lesarstva, 58, s. 189-217.
- SASS, U., 1993. Die Gefäße der Buche als ökologische Variable.- Dissertation, Hamburg, Germany, Universität Hamburg, 172 s.
- SCHWEINGRUBER, F. H., 1993. Jahringe und Umwelt - Dendroökologie.- Birmensdorf, Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, 474 s.
- SCHWEINGRUBER, F. H. / ECKSTEIN, D. / SERRE-BACHET, F. / BRÄKER, O. U., 1990. Identification, Presentation and Interpretation of Event Years and Pointer Years in Dendrochronology.- *Dendrochronologia*, 8, s. 9-38.
- SHIGO, A. L., 1991. Modern Arboriculture - a System to Approach to the Care of Trees and their Associates.- Durham, New Hampshire, USA, Shigo and Trees, 424 s.
- VAGANOV, E. A., 1990. The Tracheidogram Method in Tree-Ring Analysis and Its Application.- V: Methods of Dendrochronology - Application in the Environmental Sciences. Cook, E. R. / Kairiukstis, L. A. Dordrecht, Boston, London, Kluwer Academic Publisher, s. 63-76.
- WIMMER, R. / GRABNER, M., 1997. Effects of Climate on Vertical Resin Duct Density and Radial Growth of Norway Spruce (*Picea abies* (L.) Karst.).- *Trees*, 11, s. 271-276.