

RAZGLEDI

UDK 551.583:630.5 (497.12) = 863

UDC 551.583:630.5 (497.12) = 20

DENDROKLIMATOLOGIJA IN MOŽNOSTI UPORABE NJENE METODE V SLOVENIJI

Darko Ogrin*

Za proučevanje sedanjih in bližnjih klimatskih razmer se poslužujemo podatkov, ki jih nudijo meteorološke postaje. To pa ne zadošča, ko nas zanimajo klimatske razmere v tako imenovanem predinstrumentalnem obdobju, to je v času, v katerem še ni bilo meteoroloških meritev. Metod, ki omogočajo spoznavanje nekdanjih klimatskih razmer, je več, ena od njih je tudi dendroklimatološka.

Dendroklimatologija je poddisciplina dendrokronologije, vede, ki se ukvarja z datiranjem lesenih predmetov po drevesnih letnicah (P. de Martin, 1970, str. 279). Preučuje odnose med rastjo dreves in podnebjem v sedanosti in preteklosti (op.c.).

1. O zakonitostih priraščanja dreves

Z odkrivanjem zakonitosti priraščanja se ukvarja gozdarsko prirastoslovje. M. Kotar (1986) postavlja kot glavni cilj teh raziskav "odkrivanje zakonitosti priraščanja oziroma odkrivanje in kvantificiranje zakonitosti biološke proizvodnje v odvisnosti od rastišč ter gospodarsko-tehničnih ukrepov".

Prirastoslovne literature je precej. Poleg domačih učbenikov (M. Kotar, 1986, D. Klepac, 1963, V. Stamenkovič, 1974), je veliko tudi specializirane (najpomembnejša je na koncu sestavka), temeljno delo s tega področja pa je knjiga H.C. Fritssa (1976).

Večina dreves v zmernih geografskih širinah tvori praviloma vsako leto po eno letnico (braniko). Ta izostane le zaradi skrajno neugodnih razmer za rast. Če pa so

*Prof.geogr., stažist, Oddelek za geografijo, Filozofska fakulteta, Univerza Edvarda Kardelja, Aškerčeva 12, 61000 Ljubljana, YU.

drevo napadli škodljivci in je prišlo do ponovnega olistanja, ali pa se je vegetacijska sezona prekinila zaradi suše in se je kasneje nadaljevala, dobimo tako imenovane "lažne letnice"; v enem koledarskem letu se pojavita dve letnici ali celo več.

Drevesa v zmernih geografskih širinah začno priraščati spomladi in prenehajo z rasto jeseni. Les, ki nastane na začetku rasti, je bolj porozen in svetlejši, več je v njem vodovodnih cevi. Imenujemo ga "rani les". "Pozni les", ki nastaja po popolnem olistanju oziroma po kulminaciji debelinskega prirastka, je gostejši in bolj strnjen. Prirast enega leta (letnico) sestavljata torej rani in pozni les. Prehod med poznim lesom enega leta in ranim lesom naslednjega je pri večini dreves dobro viden in že na oko omogoča razlikovati posamezne letne debelinske prirastke. Pri nekaterih drevesnih vrstah so letnice še posebej dobro vidne (hrast, brest, jesen, kostanj, jelka, smreka, bor); nejasne in slabo vidne so pri bukvi, gabru, lipi, topolu, vrbah in še nekaterih drugih vrstah.

Ritem in velikost debelinskega prirastka ter s tem širina letnic sta odvisni od večjega števila faktorjev. Jakost vplivov posameznih faktorjev ni enaka skozi vso vegetacijsko sezono. Na splošno je debelinski prirastek močno odvisen od klimatskih in prehranbenih pogojev v tekočem letu, višinski prirast pa zavisi predvsem od pogojev v prejšnjem letu.

V zmernem klimatskem območju je spomladanski prirastek tesno odvisen od temperatur, poletni pa od vlažnosti zemljišča in padavinskih razmer. Negativno vpliva na prirast vetrovnost, še posebej na drevesa na gozdnem robu in na drevesa samotarje (soliterje).

Od drugih faktorjev, ki vplivajo na prirast, naj naštejemo samo nekatere: talne razmere, ekspozicija in nagib rastišča, skalovitost terena, rodnost (velika rodnost zmanjšuje prirast), socialni status drevesa v sestoji, genetski faktorji, napadi škodljivcev, naravne nesreče, delovanje človeka.

2. Temeljni dendroklimatološki principi in postopki

Za utemeljitelja dendrokronologije in dendroklimatologije štejejo A.E. Douglasa, ki se je tovrstnih raziskav lotil leta 1894 v Arizoni. V stoletnem razvoju je veda razvila vrsto principov in postopkov. Najboljši prikaz le-teh je zbran v delu H.C. Fritsa (1976). Nekatera novejša spoznanja s tega področja pa so zajeta v zborniku *Climate from tree rings* (Camberidge 1982).

Temeljno izhodišče dendroklimatologije je, da drevesa tvorijo v neugodnih letih za rast ožje, v ugodnih letih pa širše letnice. Odnos med pogoji za prirast in prirastkom pa ni funkcionalen, ampak stohastičen. To pomeni, da drevo na enake ali podobne rastne razmere, ki se pojavijo v različnih letih, reagira enkrat s širšimi, drugič z ožjimi letnicami.

Prvi princip, ki ga moramo pri raziskovanju upoštevati, je selekcija rastišč in dreves znotraj rastišča. Izbiramo taka, za katera menimo, da je klima odločilno vplivala na rast in na širino letnic. Za študij sušnosti izbiramo aridna in semiaridna rastišča, oziroma taka, kjer je sušnost povečana zaradi pedoloških in kameninskih razmer. Za prou-

čevanje temperaturnih razmer ustreza polarna ali zgornja gozdna (drevesna) meja.

Izbiramo drevesne vrste, ki tvorijo dobro vidne letnice. Ugodna so drevesa na samem (soliterji), za katera predvidevamo, da jih niso prizadele naravne nesreče ali škodljivci in na katera ni vplival človek.

Jemanje vzorcev poteka na dva načina: s prirastnim svedrom ali z jemanjem izsekov iz kolobarja, kar pa zahteva sekanje drevesa. Prvi način je enostavnejši, daje pa slabše rezultate, ker se izvrtki deformirajo pri jemanju iz svedra. Vzorce ustrezno obdelamo, da povečamo vidljivost letnic ter jih izmerimo.

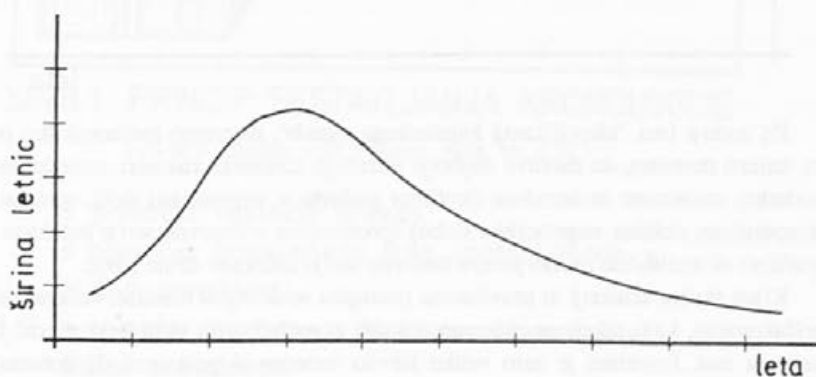
Sledi tako imenovano "križno datiranje" (Cross dating). Vzorce grafično ali statistično primerjamo med seboj, popravljamo napake pri datiranju, odstranimo vzorce, ki imajo prešibko variabilnost v širini letnic, ali pa po načinu priraščanja bistveno odstopajo od drugih. Pri manjšem številu faktorjev, ki vplivajo na rast, in ob pravilni selekciji, bi namreč morala biti rast pri vseh vzorcih znotraj rastišča časovno usklajena (synchronizirana).

Nadaljnji postopek je odkrivanje klimatskega signala v širini letnice. Ob pravilni selekciji naj bi bila širina letnice (R) v letu (t) odvisna od klime (C), od biološkega poteka rasti (B), od "motenj" (D) zaradi požara, napada insektov itd. ter od poteka rasti (E), specifičnega za rastišče (D. A. G r a y b i l l, 1982, str. 21).

$$R(t) = C + B + D + E$$

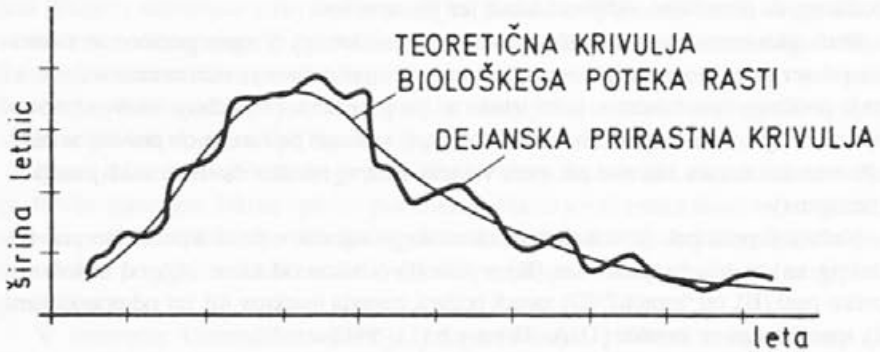
Iz enačbe sledi, da moramo, če hočemo odkriti C , druge faktorje izločiti ali jih vsaj nadzorovati. "Motnje" (disturbance signal) delno odpravimo že s pravilnim selekcioniranjem in križnim datiranjem. S t.i. "standardizacijo" se znebimo dela "motenj" in vpliva biološkega poteka rasti. Drevesa imajo namreč v svoji življenjski dobi na začetku počasen prirast, nato ta narašča do kulminacije, sledi počasen upad in prenehanje rasti (risba 1).

RISBA 1 PRIRASTNA KRIVULJA

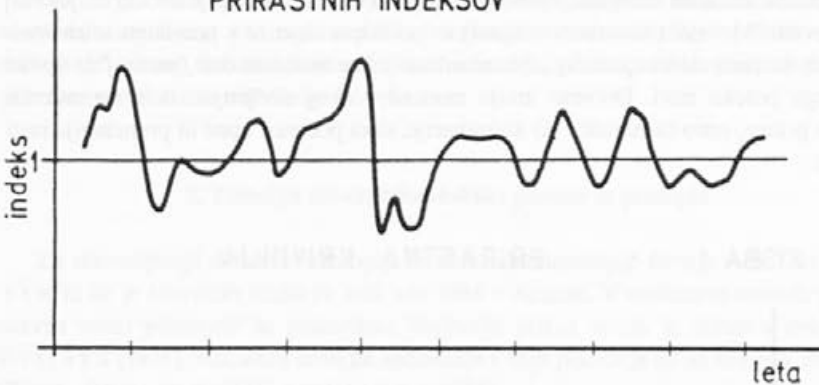


Bistvo standardizacije je, da določimo krivuljo biološkega poteka rasti drevesa (uporabimo katero od funkcij, ki se danemu primeru najbolj prilega, ali jo izračunamo s pomočjo glajenja vrednosti prirastkov za posamezna leta (risba 2), nato od teoretične krivulje izračunamo indekse do izmerjenih vrednosti prirastkov v posameznih letih. Indeks prikazemo kot časovno serijo (risba 3).

RISBA 2



RISBA 3 STANDARDIZIRANA ČASOVNA SERIJA PRIRASTNIH INDEKSOV

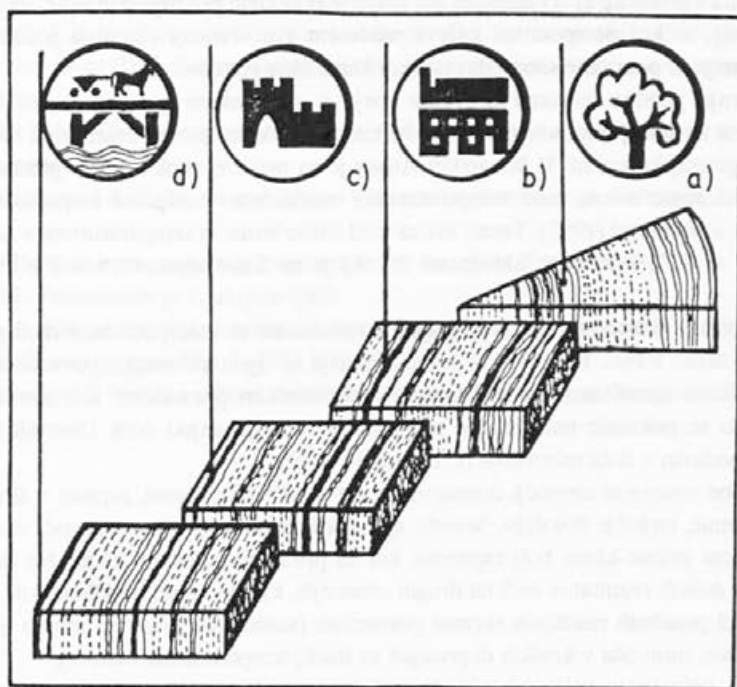


Pri zadnji fazi, "identifikaciji klimatskega signala", izberemo meteorološko postajo, za katero menimo, da meritve najbolj odražajo klimatske razmere rastišča, in njene podatke, enostavne in izvedene (količina padavin v vegetacijski dobi, spomladanske temperature, dolžina vegetacijske dobe) spremenimo v časovne serije indeksov ter jih grafično ali statistično primerjamo s časovno serijo indeksov širine letnic.

Kljub skrbni selekciji in pravilnemu postopku so dobljeni rezultati večkrat daleč od pričakovanih, kajti nikoli ne moremo določiti in nadzorovati vseh dejavnikov, ki vplivajo na rast. Potrebno je zato veliko število vzorcev in poskusov, da dobimo nekaj primerov z dovolj tesno odvisnostjo med širino letnic in klimatskimi faktorji.

3. Rekonstrukcija preteklih klimatskih razmer

Ko smo za določeno rastišče odkrili dovolj trdno povezavo med klimo in prirastkom, moremo na podlagi te zveze rekonstruirati klimatske razmere v obdobjih, za katera nimamo meteoroloških meritev. Seveda potrebujemo dovolj stara drevesa iz "senzitivnega" območja (območja, za katerega smo ugotovili klimatsko informacijo v širini letnic). Za zgodnejša zgodovinska obdobja pa po potrebi izdelamo kronologijo drevesnih letnic po nedavno rastočih drevesih, ali po drevesih, ki so jih uporabili kot gradbeni les (tramovi, stebri itd.), in morda po subfosilnih ter fosilnih ostankih dreves, po načelu, ki ga kaže slika 1. Poznati pa moramo kraj poseka in približno starost vzorca (analiza C^{14}).



Slika 1 PRINCIP SESTAVLJANJA KRONOLOGIJE

(po M.G.I. Baille — J.R. Pilcher, 1976 str. 424)

- a) s pomočjo rastočih dreves
- b) s pomočjo gradbenega lesa uporabljenega v bližnji preteklosti
- c), d) s pomočjo gradbenega lesa uporabljenega v daljni preteklosti

Na ta način dobljena rekonstrukcija nekdanje klime ni absolutno zanesljiva. Korigirati in dopolnjevati jo moramo z rekonstrukcijami, ki jih dobimo z drugimi metodami, po podatkih iz literature, po zgodovinskih virih idr.

4. Ustreznost Slovenije za dendroklimatološke raziskave

Nimamo še temeljnih raziskav o tem, kako vpliva klima na debelinski prirast v Sloveniji, prav tako nimamo izdelanih kronologij drevesnih letnic, ki bi segale stoletja nazaj in s pomočjo katerih bi lahko preučevali klimatske razmere v preteklosti. Kot prva naloga se torej ponuja preučevanje vpliva klime na širino drevesnih letnic.

S pomočjo študij, ki so izdelane po svetu v podobnih pokrajinskih tipih, kakršni so v Sloveniji, se kot perspektivni kažeta predvsem dve območji - zgornja gozdna (drevesna) meja in pokrajine submediteranskih klimatskih vplivov.

Zgornja gozdna oziroma drevesna meja v slovenskem gorskem svetu ustreza predvsem za študij odnosov med debelinskim prirastkom in temperaturnimi razmerami v vegetacijski sezoni. V švicarskih Alpah je za predele okoli zgornje gozdne meje ugotavljal tesne zveze med temperaturnimi razmerami v avgustu in prirastkom J. G u o t s sodelavci (1982). Tesno zvezo med širino letnic in temperaturami v juniju in juliju ($r = 0,77$, koeficient skladnosti 80 %) je za Tatre ugotovil tudi F e l i k s i k (1982).

Slovenske submediteranske pokrajine so obetavne za študij odnosov med padavinami in širino letnic. Pri borih iz južne Francije so ugotovili visoko povezanost med padavinskimi razmerami v rastni sezoni in debelinskim prirastkom. Kot zavrjalne za prirast so se pokazale maksimalne temperature v vegetacijski dobi. Osvetlili so tudi pomen padavin v dobi mirovanja (C h a l a b i, 1980).

Za obe omenjeni območji domnevamo, da je klimatski signal, zapisan v širini drevesnih letnic, najlažje določljiv. Seveda vpliva klima na prirast tudi drugod, vendar so tam odnosi prirast-klima bolj zapleteni, ker za prirast ni odločilna klima. Ne izključujemo pa dobrih rezultatov tudi na drugih območjih, kjer je kateri od klimatskih faktorjev zaradi posebnih rastiščnih razmer potenciran (sušnost na kraškem terenu in prodnih nanosih, mrazišča v kraških depresijah za študij temperaturnih razmer).

Kljub opisanemu velja omeniti, da je Evropa za dendroklimatološka raziskovanja problematična. Zaznamovana je namreč s tisočletno človekovo aktivnostjo. Malo je rastišč, kamor človek ni posegel, malo je tudi zelo starih dreves, ki bi dala dolge kronologije letnic. S tega vidika je Mediteran z degradiranimi gozdovi, ki so jih pogosto pustošili še požari, še bolj problematičen. Veliko težo ima v takih primerih pravilna selekcija rastišč in dreves znotraj rastišča.

Literatura

- Baille-J.R. M.G.L. Pilcher: Climate records dug from Irish bogs, Geographical magazin 7, 1976
- Chalabi, po Climate from tree rings, Cambridge, 1982, str.155
- Climate from tree rings, Cambridge University Press, 1982
- Corona E.: Accrescimento arboreo radiale e dendroclimatologia, Monti e boschi 4, 1967
- Feliksik E., po Climate from tree rings, Cambridge 1982, str. 140
- Fritss H.C.: Tree-Rings and climate, London, Academic Press, 1976
- Fritss H.C.: Dendroclimatology and dendroekology, Quaternary Research 1, 1971
- Fritss H.C.: Growth-Rings of Trees: Their Correlation with Climate, Science 25, 1966
- Graumlich L.J.: Precipitation Variation in the Pacific Northwest (1675-1975) as Reconstructed from Tree Rings, Annals of the Association of American Geographers 1, 1987
- Graybill D.A.: Chronology development and analysis, po Climate from tree rings, Cambridge 1982
- Guiot J., Berger A.C., Munaut A.V., po Climate from tree rings, Cambridge 1982, str. 160
- Klepac D.: Rast i prirast šumskih vrsta drveča i sastojina, Zagreb 1963
- Kotar M.: Prirastoslovje, Ljubljana 1986
- Martin P.: Les anneaux de croissance des arbres; dendroclimatologie et dendrochronologie, Revue géographique de l'Est 3-4, 1970
- Stamenković V.: Prirast i proizvodnost stabala i šumskih sastojina, Beograd 1974

DENDROCLIMATOLOGY AND THE POSSIBILITIES OF USING ITS METHOD IN SLOVENIA

Darko Ogrin

(Summary)

In the text, dendroclimatology is presented, or to be more exact, its method, which enables us to make conclusions about climatic conditions in periods for which we do not have meteorological measurements. As a mean of that activity the width of tree-rings is used or said in other words, the radial increment.

The radial growth depends on many factors, among them on climate. The problem we have to solve is how to define the share of climatic influence on radial increment. For answering this question the dendroclimatologists have developed a whole scale of principles and procedures: selection of sites and trees, cross-dating, standardization, identification of the climate signal and reconstruction of climate conditions in the past.

In Slovenia, two areas seem to be quite appropriate for dendroclimatological research. The first is the upper timber line in the Slovene mountains. We suppose we will get good results in the study of the relationship between tree-rings width and temperatures during the growth season there. The second area, the regions which are under the influence of submediterranean climate, seem to be appropriate to study connections between radial increment and precipitation. Possibilities to get good results are also in some areas, where some climatic signals are accentuated because of special placement conditions, like karst etc.