

Sistem informatic utilizat în cercetările dendrocronologice

Ciprian PALAGHIANU

1. Introducere

1.1. Dendrocronologia în România

În România, cercetările în domeniul dendrocronologiei au fost relativ puține și au început foarte târziu. V. Giurgiu a deschis seria acestor cercetări la sfârșitul deceniului al șaselea prin studii asupra fenomenului variației ciclice a creșterilor. Ulterior V. Giurgiu a efectuat cercetări în domeniul dendroclimatologiei, rezultatele obținute permițând evidențierea unor aspecte interesante. Cercetările ulterioare au fost axate în special pe latura ecologică – pentru evaluarea impactului degradării mediului sub influența factorilor poluanți (Giurgiu, 1967,1974,1979; Ianculescu, 1989; Flocea, 1992) sau au ținut de alte teme de cercetare (Cenușă, 1996).

Au fost efectuate și cercetări privind elaborarea de serii dendrocronologice acestea fiind efectuate însă doar pentru stejar și gorun (Tissescu, 1990; Borlea, 1999). Merită menționate și realizările deosebite ale profesorului suedez Olafur Eggertsson care în anul 1999 a efectuat o serie de datări ale unor mănăstiri din zona Maramureșului. Un alt aspect interesant ce poate fi analizat prin intermediul cercetărilor dendrocronologice ține de ciclicitatea creșterilor. Cercetări în acest domeniu au fost realizate de asemenea, cu rezultate foarte bune (Giurgiu, 1974; Popa, 2001).

Cu toate că în România dendrocronologia nu a cunoscut o dezvoltare spectaculoasă, există anumite premize ce permit lansarea viitoare a acestei științe.

1.2. Măsurarea creșterilor

Măsurarea creșterilor poate fi realizată folosind orice sistem care asigură o acuratețe suficientă. Multe din primele studii foloseau un microscop ce avea o scală cu vernier, dar citirile se efectuau greoi, necesitând mult timp. Măsurători satisfăcătoare se pot obține prin folosirea unei lupe și a unei rigle transparente cu o bună precizie – cel puțin Fritts recomanda această metodă ca fiind folosită în majoritatea cazurilor chiar de el. Totuși, în cazul unor studii dendrocronologice serioase se recomandă folosirea unui microscop de o calitate acceptabilă, care să permită o citire rapidă și ușoară care să nu obosească ochiul și care să aibă atașat un sistem de înregistrare automată a măsurătorilor. Sistemul cel mai des utilizat este cel a unui microscop conectat la un computer care realizează funcția de stocare și de editare a datelor măsurate.

În general metodele de măsurare a lățimii inelului anual cele mai frecvent folosite sunt:

- metode ce folosesc o riglă transparentă;
- metode ce folosesc un șubler (ambele metode prezintă posibilitatea măsurării valorilor individuale sau cumulate și reclamă în majoritatea cazurilor utilizarea unei lupe);
- metode ce folosesc un binocular cu scăriță;
- metode ce utilizează un microscop optic;
- metode moderne ce utilizează sisteme automate și implică resurse ale tehnicii de calcul avansate și aplicații software speciale.

1.3. Calculatoarele și dendrocronologia

Dendrocronologia a apărut cu mult înaintea calculatoarelor, înregistrând rezultate deosebite și fără ajutorul acestora. Apariția calculatoarelor a determinat însă o evoluție rapidă a acestei științe.

În ultimii ani a avut loc o puternică proliferare a programelor și aplicațiilor dezvoltate pentru studiul creșterilor anuale. Au apărut programe de măsurare, de gestionare a datelor și de interpretare a lor și chiar programe ce realizează operații complexe ce implică interdatarea probelor. În 1983 Holmes a publicat un program numit **COFECHA**, destinat verificării interdatării unui număr specific de probe, înainte ca aceste probe să fie transpuse într-o serie. Ulterior au apărut și alte programe specializate în acest domeniu relativ îngust. Câteva dintre aplicațiile ce s-au impus prin calitatea prelucrărilor pe care sunt capabile să le execute sunt:

CompU-TA – un sistem informatic integrat, ce execută operații de măsurare, listare, desenare, editare și interdatare. Aplicația este scrisă în BASIC și este dotată cu o secțiune de detecție a erorilor.

TRIMS – programul este similar ca și concepție cu programul mai sus amintit dar este destinat rulării pe calculatoare compatibile IBM.

Belfast Tree-Ring Programs – este o aplicație, concepută să ruleze pe calculatoare Apple și are posibilitatea de a efectua măsurători, listări, editări și permite crearea unor serii dendrocronologice.

CATRAS – modelarea acestui program este în mare parte diferită de a celorlalte. Aplicația a fost utilizat mai ales în operațiile arheologice de datare și în cercetările ecologice și climatice.

În România, în cadrul Stațiunii Experimentale de Cultură a Molidului a fost dezvoltată o metodă de măsurare a lățimii inelului anual bazată pe scanarea carotei și determinarea grosimii inelului anual prin intermediul unor coeficienți de calibrare (Cenușă, 1996). Metoda a fost ulterior înglobată într-un sistem informatic semiautomat de măsurare – aplicația software **CAROTA** ver.1.1 (Popa, 1999). Aplicația a fost implementată ca *Add-in* pentru *Microsoft Excel*, fiind realizată în limbajul de programare *Visual Basic for Applications*. Rularea aplicației nu implica un sistem performant, ea necesitând un calculator cu un procesor din familia Intel i486 și un scanner cu o rezoluție minimă de 150 dpi.

2. Aplicația ”Dendrocronologie”

2.1. Obiectivele urmărite

Aplicația ”Dendrocronologie” a fost elaborată drept răspuns la unele probleme întâmpinate în studiile dendrocronologice și auxologice. Lucrarea se referă în principal la operația de măsurare a creșterilor anuale ale arborilor pe baza analizei carotelor prelevate cu ajutorul burghiilor Pressler. Operația de măsurare a inelelor anuale este extrem de dificilă fără ajutorul unor instrumente specializate. Creșterile anuale ale arborilor se apreciază pe baza variabilității anuale a lățimii inelelor, inele ce se deosebesc în baza diferențelor dintre lemnul timpuriu și cel târziu (apar diferențe în ceea ce privește culoarea, structura, densitatea și compoziția chimică).

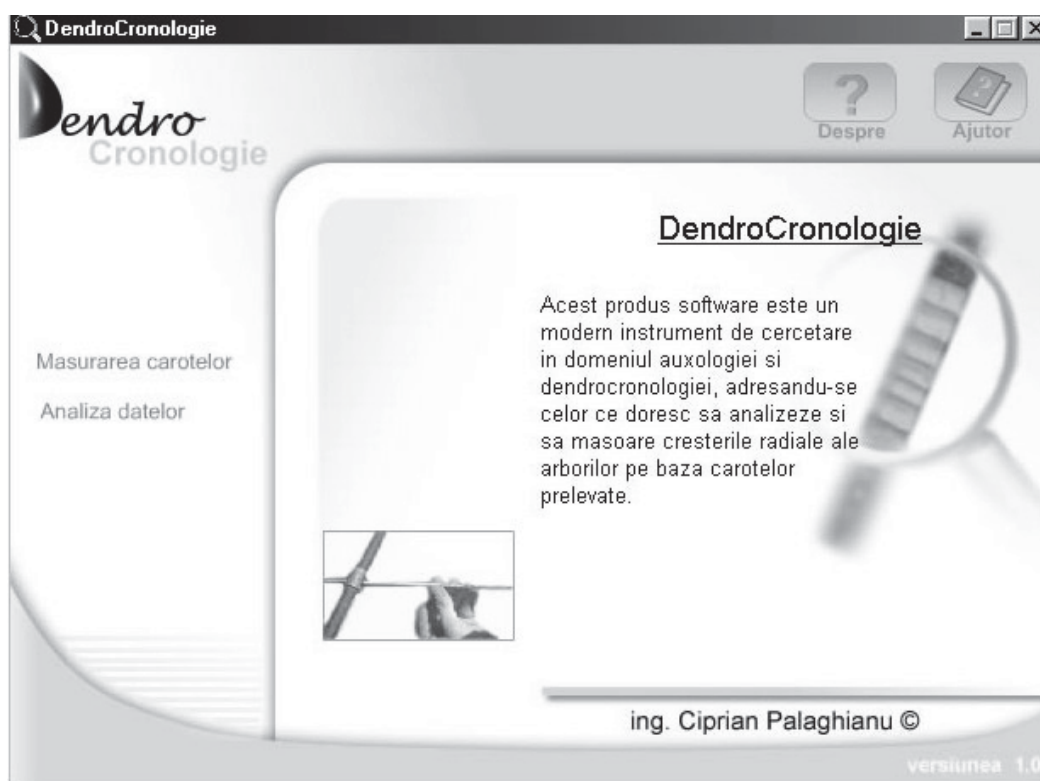


Fig. 1. Interfața aplicației
Fig. 1. User interface

Măsurarea inelelor anuale se poate realiza prin mai multe metode, în funcție de ceea ce se urmărește prin respectivele cercetări sau în funcție de posibilitățile materiale ale cercetătorului. Pentru realizarea cercetărilor în acest domeniu, luând în calcul și posibilitățile financiare actuale ale instituțiilor interesate sau ale cercetătorilor, metodele utilizabile trebuie să se limiteze la un spațiu restrâns. Metodele cele mai utilizate sunt cele ce necesită folosirea unui șubler, a unei rigle gradate sau cel mult a unui binocular cu scăriță. Folosirea acestor metode este extrem de nesigură datorită erorilor, a căror probabilitate de apariție crește în principal datorită factorului uman (în urma oboselii ce survine după un timp foarte

scurt). Trebuie de asemenea amintit randamentul extrem de scăzut în cazul măsurătorilor cu acest tip de metode și nu în ultimul rând apariția erorilor de transcriere a datelor în scopul prelucrării lor ulterioare.

Pentru a înlătura o mare parte din aceste neajunsuri au fost concepute sisteme semi-automate de citire a lățimii inelelor anuale. Acestea se bazează pe scanarea prealabilă a carotelor și apoi pe analiza imaginii scanate. Utilizatorul are posibilitatea astfel de a efectua citirile cu o mai mare acuratețe, are posibilitatea prelucrării imaginilor în scopul efectuării unor mai bune observații și nu în ultimul rând, se elimină erorile de transcriere a datelor, prin înregistrarea automată în baze de date sau exportul în fișele de calcul ale unor aplicații specializate în prelucrarea statistică. Desigur, chiar dacă sistemele semi-automate de citire a carotelor au apărut, ele nu sunt accesibile majorității cercetătorilor datorită prețului prohibitiv al unor aplicații sau datorită faptului că sunt utilizate în cercuri foarte restrânse.

Aplicația elaborată dorește să fie accesibilă tuturor cercetătorilor interesați, dorește să elimine unele erori întâlnite în aplicații similare și nu în ultimul rând să ofere facilități noi, utile și originale care să fie de un real folos potențialilor utilizatori.

2.2. Schema bloc funcțională

Aplicația a fost structurată în două module: modulul de măsurare a carotelor și modulul de analiză a datelor, după cum se observă și în figura 2. Fiecare modul este caracterizat de anumite funcții specifice.

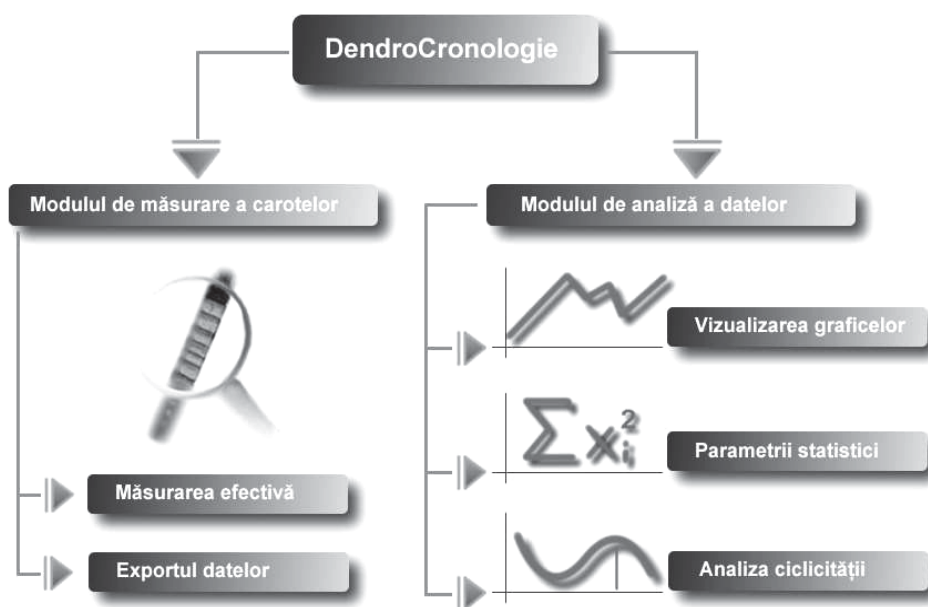


Fig. 2. Structura aplicației
Fig. 2. Application structure

Modulul de măsurare a carotelor are funcția de marcarea a inelelor anuale în scopul măsurării creșterilor și de export al datelor înregistrate în fișele de calcul Excel. Măsurarea carotelor reprezintă una din cele mai dificile operații din cadrul activității dendrocronologice. De modul în care se desfășoară acest proces depinde

întreaga dezvoltare ulterioară a studiului. Erorile ce se strecoară în cadrul operației de măsurare pot conduce la rezultate nesatisfăcătoare și pot compromite ani de cercetări asidue. Metoda aleasă în cadrul acestei aplicații pentru efectuarea citirii lățimii inelelor anuale se bazează pe scanarea prealabilă a carotelor și apoi pe analiza imaginii scanate. Operatorul poate efectua citirile cu o mai mare acuratețe, în condiții confortabile, randamentul operației crește și, nu în ultimul rând, se elimină erorile de transcriere a datelor, prin înregistrarea automată a acestora în foi de calcul Excel. În cazul exportului datelor operatorul poate să opteze între a adăuga înregistrările unui fișier Excel deja existent (într-o foaie de calcul care conține și înregistrări ale altor carote sau într-o foaie de calcul nouă) sau a crea un nou fișier care să conțină doar datele respectivei carote. S-a optat pentru acest tip de înregistrare deoarece foile de calcul Excel reprezintă o soluție viabilă datorită răspândirii mari a acestei aplicații și datorită faptului că oferă operatorului posibilitatea efectuării ulterioare a unor prelucrări statistice a datelor.

Modulul de analiză a datelor oferă facilități de vizualizare a graficelor creșterilor, de calcul a unor parametri statistici specifici și de analiză a unor serii de date în vederea decelării caracterului ciclic al fluctuațiilor creșterilor.

Variația lățimii inelelor este greu de urmărit la nivelul unor șiruri de date, sau direct pe imaginea carotei. Având în vedere acest lucru, aplicația oferă o modalitate mai elegantă de a urmări evoluția creșterilor radiale, prin intermediul graficelor. Vizualizarea graficelor oferă o imagine de ansamblu a variației creșterilor, pe întreaga perioadă studiată. Pe baza unor astfel de grafice se pot observa anii "eveniment" (cu variații mari ale creșterii - pozitive sau negative) sau anii asincroni, lucru extrem de util în operațiile de interdatare. Operatorul are posibilitatea să specifice anumite opțiuni de vizualizare, cum ar fi: tipul graficului, gama coloristică ce va fi folosită și modul de scalare al axelor.

Aplicația realizează și calculul parametrilor statistici necesari în studiile de dendrocronologie (lungimea seriei, valoarea minimă, maximă și medie, abaterea standard, varianța, autocorelația de ordin I și sensibilitatea medie). Parametrii calculați vor fi adăugați fișierului care conține carotele pe care operatorul le-a selectat pentru analiza statistică, într-o nouă foaie de calcul. Pe lângă câștigul de timp realizat prin această facilitate a aplicației se poate vorbi și de o siguranță sporită a rezultatelor, cunoscut fiind faptul că prelucrările statistice, ce implică un volum mare de calcule, sunt supuse foarte des riscului apariției unor erori de calcul sau de transmisie a rezultatelor. De asemenea, deoarece unii parametri statistici sunt ceva mai dificil de calculat sau nu sunt foarte cunoscuți, automatizarea calculului acestora este extrem de convenabilă.

Ultimul sub-modul urmărește determinarea unui posibil caracter ciclic al fluctuațiilor creșterilor radiale pe parcursul perioadei de timp analizate.

Caracterul ciclic al creșterilor arborilor a fost reliefat în numeroase cercetări, explicațiile asupra acestui fenomen fiind numeroase și controversate.

Ciclicitatea variațiilor creșterilor a fost testată statistic, în cadrul aplicației de față, prin intermediul procedurii diferențelor succesive (Giurgiu, 1972). Procedurul realizează o verificare a caracterului întâmplător al fluctuațiilor prin faptul că

sesizează dacă se deplasează sau nu centrul de grupare al valorilor observate. Operatorul își poate alege probabilitatea de transgresiune la care dorește să se deruleze analiza, iar în urma analizei carotelor care au fost specificate va fi prezentat, pentru fiecare carotă în parte, rezultatul testului statistic ce va hotărî dacă fluctuațiile observate în creșterea radială au sau nu un caracter de ciclicitate (caracter asigurat din punct de vedere statistic).

5. Concluzii

5.1. Realizarea obiectivelor propuse

Principalul obiectiv al aplicației a fost rezolvarea anumitor aspecte privind operația de măsurare a creșterilor anuale ale arborilor și de prelucrare a datelor rezultate în urma acestei operații. Mai precis s-a propus realizarea unui sistem informatic semi-automat de citire a lățimii inelelor anuale care să folosească imagini scanate ale carotelor și care să efectueze anumite prelucrări statistice ale datelor, utile în studiile de dendrocronologie și auxologie forestieră.

În vederea realizării obiectivului propus s-a optat pentru dezvoltarea acestui proiect într-un mediu de programare vizual, mediu care oferă perspective largi și adecvate dezvoltării unei astfel de aplicații, mai ales datorită simplității cu care se poate construi o interfață grafică foarte ușor de folosit de către utilizator (Turcu, 2002). În spiritul acestei idei s-a folosit mediul de dezvoltare Visual Basic 6.0, având în vedere și larga răspândire a acestui limbaj. Produsul obținut reprezintă o aplicație utilă structurată în două module:

- un modul de măsurare a carotelor – cu funcțiile principale de măsurare efectivă a creșterilor anuale pe bază carotelor prelevate de la arbori și de export al datelor înregistrate în foi de calcul Excel.
- un modul de analiză a datelor – cu funcțiile principale de vizualizare a graficelor creșterilor, de calcul a unor parametri statistici specifici și de analiză a unor serii de date în vederea decelării caracterului ciclic al fluctuațiilor creșterilor.

Având în vedere evoluția spectaculoasă a „fenomenului” Internet, se intenționează conceperea unui modul care să ruleze pe Web și să ofere facilități similare de citire, înregistrare și prelucrare a datelor. Acest pas ar putea fi chiar extins, în scopul dezvoltării unei comunități virtuale interesate în domeniul dendrocronologiei și în scopul realizării unei baze de date naționale, care să ofere fundamentul unor cercetări complexe de interdatare sau analiză climatică în regiune. Acest lucru ar trebui întreprins în scopul facilitării integrării seriilor dendrocronologice locale în Banca Internațională de dendrocronologie ITRDB și în Catalogul European de Dendrocronologie.

Interfața prietenoasă, introducerea unei modalități de control a erorilor de citire prin trasarea axei carotei, posibilitatea poziționării cursorului de citire prin mișcarea fină, posibilitatea revenirii la citirile anterioare, multitudinea parametrilor statistici calculați, analiza ciclicității unei serii de date – sunt facilități originale, integrate cu succes în aplicație.

În concluzie se poate considera că aplicația constituie o bază solidă în dezvoltarea unui sistem informatic integrat de prelucrare a carotelor, foarte util în studiile dendrocronologice și auxologice.

5.2. Posibilități de dezvoltare ulterioară a aplicației

Aplicația prezentată nu are pretenția de a fi rezolvat în totalitate problemele legate de analiza creșterilor anuale pe baza carotelor. Desigur ar mai fi încă multe funcții ce s-ar putea implementa, faptul care nu a permis acest lucru fiind, în principal, lipsa unui feed-back din partea utilizatorilor. După ce aplicația va fi îndeajuns de folosită, se vor putea face unele modificări atât din punct de vedere al ergonomiei în utilizare, cât și din perspectiva adăugării unor componente noi care și-ar putea găsi o utilitate imediată. Dar chiar și fără realizarea conexiunii inverse se pot intui anumite aspecte ce ar putea fi introduse în viitoarele versiuni ale aplicației.

Astfel, în ceea ce privește măsurarea carotelor, s-ar putea interveni cu o serie de noi metode. Prima îmbunătățire ce s-ar putea realiza ar fi conceperea unui modul care să realizeze preluarea imaginilor carotelor de la scanner și salvarea în fișiere grafice cu un format dorit.

De asemenea, s-ar putea realiza o calibrare prealabilă operației de măsurare, ce ar elimina necesitatea introducerii lungimii carotei la fiecare măsurare. Această calibrare ar putea fi utilizată, desigur, doar în cazul în care toate carotele ar fi scanate cu același scanner, la aceeași calitate. O altă idee ar fi renunțarea totală la parametrul – *lungime carotă*, lungimea putând fi apreciată direct de pe imagine, în funcție de rezoluția acesteia (doar în cazul în care nu au fost efectuate operații de prelucrare a imaginii care să-i fi modificat rezoluția sau raportul între dimensiuni). În fine, tot în privința etapei de măsurare, ar putea fi adăugat un modul de prelucrare a imaginilor și recunoaștere a formelor, care să permită recunoașterea directă a inelelor anuale pornind de la imaginile carotelor.

Operația de măsurare nu este singura care poate suferi îmbunătățiri substanțiale. În ceea ce privește analiza statistică a datelor mai poate fi introdus calculul altor parametri și indici sau analiza unor diverse corelații. De asemenea, s-ar putea introduce un modul care să genereze automat o serie dendrologică, calculând toți parametrii specifici, în baza analizei unui număr specificat de carote. În eventualitatea introducerii unui astfel de modul, ar putea fi conceput și un motor de interdatare al seriilor obținute, sau chiar de interdatare a carotelor. Interdatarea ar fi extrem de utilă, fiind foarte greu de efectuat manual această operație, abia aici calculatorul putând să demonstreze la adevărata capacitate imensa sa putere de calcul.

Bibliografie

- Borlea, G.F., 1999, *Stabilirea de serii dendrocronologice pe termen lung la stejari*. Referat științific. I.C.A.S., București.
- Cenușă, R., 1996, *Probleme de auxologie forestieră*, Suceava,
- Flocea, M., 1992, *Cercetări auxologice și dendrocronologice în arboretele de molid cu fenomene de uscare anormală*. Referat științific final. I.C.A.S., București.
- Giurgiu, V., 1967, *Studiul creșterilor la arborete*. Editura Agrosilvică, București.

- Giurgiu, V., 1972, *Metode ale statisticii matematice aplicate în silvicultură*, Editura Ceres.
- Giurgiu, V., 1974, *Cercetări privind variația ciclică a creșterilor la arbori*, I.C.A.S., Studii și cercetări, vol. 30.
- Giurgiu, V., 1975, *Metode ale cercetării operaționale și calculatoarele electronice aplicate în silvicultură*, Editura Ceres, București.
- Giurgiu, V., 1979, *Dendrometrie și auxologie forestieră*, Editura Ceres, București.
- Ianculescu, M., Tisescu, A., 1989, *Cercetări auxologice și dendrocronologice în arboretele de brad afectate de fenomenul de uscare*. I.C.A.S. Seria II, București.
- Popa, I., 1999, *Tehnici informatice în cercetarea silvică*. Programul CAROTA și programul PROARB, Revista pădurilor, nr.2.
- Tisescu, A., 1990, *Cercetări privind elaborarea seriilor dendrocronologice la gorun-Quercus petraea și stejar pedunculat-Quercus robur*. Revista pădurilor, nr.1.
- Turcu, C. E., 2002, *Programarea aplicațiilor Windows în Visual Basic*, Editura Universității Suceava

Abstract

Informatic System Used in Dendrochronological Research

In this paper a software product, which was elaborated as a response to technical difficulties faced with dendrochronological researches, is presented. The application was designed in order to use a modular structure, with two modules. The first one provides the way in which the tree rings are measured. The recorded data can be exported in Excel worksheets. The second one is a data analysis module. This module allows the users to view growth charts, to obtain specific statistical parameters and to analyse data series in order to establish cyclic character of growth rings.

Keywords: dendrochronology, tree rings, cyclic growth

Preparator ing. Ciprian PALAGHIANU,
Universitatea „Ștefan Cel Mare” Suceava,
Facultatea de Silvicultură