

Constantin NECHITA

Vasile Chiș TIMUR



Seria a II-a

LUCRĂRI DE CERCETARE

DATArea DENDROCRONOLOGICĂ A PATRIMONIULUI CULTURAL DIN MARAMUREȘ

PUBLICATĂ DE INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE-DEZVOLTARE ÎN
SILVICULTURĂ "MARIN DRĂCEA" -INCDS

Adresa: B-dul Eroilor nr. 128
Voluntari, 077190, Ilfov
Tel./Fax: 021 350 32 41/021 350 32 45
E-mail: contact@editurasilvica.ro
Web: <http://www.editurasilvica.ro/>

Referenți științifici:

CSI Dr. Ing. Ionel POPA, Director stațiune în cadrul Institutului Național de Cercetare-Dezvoltare în Silvicultură "Marin Drăcea", Membru al Academiei de Științe Agricole și Silvice "Gheorghe Ionescu-Sisești".

Conf. Univ. Dr. Ștefan VIȘOVAN, Centrul de cercetare și documentare Baia Mare al Academiei Române din cadrul Bibliotecii Județene "Petru Dulfu".

Lucrarea a fost elaborată cu sprijinul Autorității Naționale pentru Cercetare și Inovare CNCS/CCCDI-UEFISCDI, număr proiect PN-III-P2-2.1-PED-2016-1058, PNCDI III. "A new technique regarding dendrochronological dating. Statistical, biological and chemical approach" (DendroTECH); programul BIOSERV, Pn19070502

Copertă: Constantin Nechita

Tehnoredactare: Constantin Nechita

Corectură: Constantin Nechita, Vasile Chiș Timur

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României

NECHITA, CONSTANTIN

Datarea dendrocronologică a patrimoniului cultural din Maramureș /

Constantin Nechita, Vasile Chiș Timur. - Voluntari : Editura Silvică, 2019

Conține bibliografie

ISBN 978-606-8020-60-0

I. Chiș, Timur Vasile

902.6

**DATAREA DENDROCRONOLOGICĂ
A PATRIMONIULUI CULTURAL DIN
MARAMUREȘ**

Seria LUCRĂRI DE CERCETARE

Constantin NECHITA

Vasile Chiș TIMUR

DATAREA DENDROCRONOLOGICĂ A PATRIMONIULUI CULTURAL DIN MARAMUREȘ



*Timpul există pentru ca lucrurile
sa nu se întâmple în același timp.*
Albert Einstein

Cuvânt înainte

Această carte este destinată celor care interferează cu comunitatea științifică aferentă identității și patrimoniului cultural, dar și acelor care simt nevoia unei prime viziuni de ansamblu asupra unui domeniu deosebit de divers și atrăgător. Științele exacte, prin intermediul statisticii, se arată încă o dată a fi utile pentru a explica fenomene de natură umanistă și socială cu acțiune din trecut. Trecutul este cel care ne definește ca indivizi și națiune. O fărâamă din amprenta trecutului demn al străbunilor din Maramureș am încercat să o facem cunoscută prin intermediul prezentei lucrări.

Scopul cărții este de a scoate în evidență liniile principale ale celei mai adesea utilizate metode de datare a obiectelor din lemn – dendrocronologia. Fără a-l încurca pe cititor, speram, cu detaliile științifice, am dorit să aducem o oarecare ordine și claritate în modul de formare a unei serii de referință, cu identificarea și prezentarea influențelor externe asupra creșterii radiale a arborilor. Specificul creșterii anuale a arborilor și identificarea unui patern sau tipar comun, reprezintă principala legitate după care se orientează metoda dendrocronologică. Această lucrare se adresează în primul rând cititorilor care sunt preocupați de a atribui o anumită perioadă istorică unui obiect sau unei construcție. Prin intermediul datelor prezentate am încercat să răspundem numeroaselor întrebări adresate de către arheologi, în special, dar și muzeografi sau istorici, cu privire la tehnica de datare dendrocronologică.

Pe de altă parte, am considerat de cuviință ca lucrările adresate unei audiențe cu prestanță științifică, un public deosebit de sever, să nu fie prea diferite de cele destinate publicului larg, neavizat în știința identificării identității culturale sau patrimoniale. Prin aceasta am evitat folosirea un limbaj pretențios, adesea am detaliat anumite verdicte, chiar cu riscul de a risipi din esența subiectului. Astfel, în primul capitol, am prezentat realizările dendrocronologiei cu aplicabilitățile sale conexe datării dendrocronologice. De asemenea, pentru a satisface nevoia de informare a unui excepțional profesionist silvicultor – Mihai Gășpărel, am insistat în plus și alte metode de datare și stabilire a provenienței lemnului. În prezent multe din aceste metode sunt utilizate în cazurile de tăieri ilegale de masă lemnoasă. Al doilea capitol se referă exclusiv la formarea unei cronologii medii de referință pentru Maramureș, unde am pus accentul pe prezentarea seriilor de lemn viu (din prezent).

Datarea dendrocronologică din Maramureș a început în urmă cu mai bine de 20 de ani prin eforturile lui Olafur Eggertsson și Alexandru Dumitru Baboș. Meritul lor trebuie menționat prin cuvinte de elogiu, deoarece au fost primii care au lucrat în acest domeniu în România, evidențiind potențialul oferit de zona Maramureșului. Cronologia construită atunci a fost îmbogățită cu noi probe insistând pe lemnul actual. Am preferat această abordare ca urmare a faptului că un număr mare de probe nu au putut fi datate. Astfel, am analizat diferențele între regiuni, chiar dacă geografic spațiul investigat a fost unul restrâns și mai apoi diferențele care apăreau între speciile principale de arbori de stejar, folosite ca lemn în construcții. Pentru fiecare zonă analizată s-au prezentat factorii de mediu care condiționează specificul creșterii la arbori, iar în final o formă numerică a indicilor de creștere anuali. Ultimul capitol a fost dedicat datării dendrocronologice a 16 biserici – monumente istorice și de patrimoniu – național și UNESCO, respectiv 2 case și o șură. Menționăm necesitatea continuării acestor demersuri atât în Maramureș cât și în alte regiuni ale țării.

Rămâne să mulțumim lui Dumnezeu, pentru har, dar și răbdare. Mulțumesc domnului Director Dr. Ing. Ionel POPA pentru ca mi-a acordat încredere și șansa de a fi astăzi aici. Cu respect și deosebită admirație adresez mulțumiri domnului Director General Dr. Ing. Ovidiu Nicolae BADEA pentru susținere. Mulțumiri aducem Institutului Național pentru Cercetare-Dezvoltare în Silvicultură "Marin Drăcea" pentru publicarea cărții la Editura Silvică. Mulțumiri adresăm Muzeului Maramureșean din Sighetul Marmației, Gheorghe Todincă, Grigore Hotico. Mulțumim Universității Ștefan cel Mare și domnilor Cătălin Roibu, Andrei Mursa, respectiv proiectului CLIMFOR, școlii doctorale de Geografie din cadrul Universității Oradea. Calde mulțumiri adresăm domnilor Olafur Eggertsson și Alexandru Dumitru Baboș.

Autorii
2019

Cuprins

I.Dendrocronologia - instrument de datare	9
1.1. Importanța genului <i>Quercus</i> pentru dendrocronologie.....	11
1.2. Studiul inelelor de creștere ale arborilor.....	13
1.3. Serii de referință pentru stejari.....	19
1.4. Paternul de creștere radială a arborilor.....	22
1.5. Proveniența lemnului.....	24
1.6. Alte tehnici de determinare a provenienței lemnului.....	29
Bibliografie.....	34
II. Crearea seriei de referință pentru stejar (<i>Quercus</i> spp.) în Maramureș.....	51
2.1. Materialul și metodologia elaborării cronologiei medii regionale.....	54
2.2. Particularitățile seriilor dendrocronologice medii locale componente ale cronologiei medii regionale pentru stejar din Maramureș.....	57
2.3. Serii dendrocronologice pentru arborii vii.....	66
Bibliografie.....	106
III.Datarea patrimoniului cultural din Maramureșul istoric.....	109
Bibliografie.....	187
Concluzii.....	188

I. Dendrocronologia – instrument de datare

O parte însemnată din istoria lumii este reprezentată de memoria experienței pasagere a fiecărei generații umane de la Facerea Lumii până în zilele noastre, păstrată prin vestigii arheologice. Civilizația lemnului este o expresie compusă, neexplicată nicăieri în lume, care include cultura materială și definește materialul în care s-a exprimat respectiva cultură. Din cunoștințele noastre prezente, oamenii de știință români au folosit-o pentru prima dată după Primul Război Mondial în context istoric pentru a prezenta modul de viață socială și spirituală al dacilor.

Indiferent de gradul de evoluție sau poziția geografică, oamenii au preferat lemnul pentru construcția de locuințe, obiecte de artă, obiecte de cult sau unelte. Unele obiecte sau construcții s-au păstrat de-a lungul generațiilor, devenind parte integrantă a patrimoniului cultural local sau universal. Poziționarea în timp a obiectelor din lemn istoric sau preistoric reprezintă și în prezent o provocare pentru cercetători, devenind parte integrantă a patrimoniului cultural.

Dendroarheologia este un instrument foarte puternic, dovedindu-se a fi deosebit de precis în poziționarea corectă în timp a obiectelor din lemn studiate (Ważny, 2002). Acest instrument de investigare a trecutului reprezintă o ramură din știința numită generic dendrocronologie, respectiv studiul inelelor de creștere ale arborilor (Cook și Kairiukstis, 2013). Principiile dendrocronologiei aplicate în arheologie și istorie sunt simple, fiind menționate în repetate rânduri în literatura de specialitate (Fletcher, 1978). Doar anumite specii de arbori, în special cele care vegetează în zonele temperate ale globului, formează inele de creștere anuale ce pot fi folosite cu succes în studiile de dendrocronologie. Creșterile anuale prezintă particularități morfologice și anatomice distincte, mai mult, chiar și intra-anual se poate identifica separat o creștere de primăvară (lemnul timpuriu) și una de toamnă (lemnul târziu). În secțiune transversală prin trunchiul arborelui aceste creșteri sunt vizibile, fiind posibilă vectorizarea poziției fiecărui inel raportat la scoarță sau măduvă.

Arborii răspund sinergic la condițiile de mediu locale sau regionale, în special la factorii climatici care influențează anual creșterea - condiționând astfel lățimea inelului anual (Schweingruber, 2012). Seriile de timp rezultate din măsurarea creșterii anuale sau sezoniere, pentru fiecare arbore sunt unice. Folosindu-ne de această caracteristică, experimentăm unul din principiile de bază ale dendrocronologiei - interdatarea, care presupune ca fiecărui inel anual de creștere radială să îi fie atribuit un an calendaristic (Baillie, 2012). Interdatarea este un principiu fundamental, ce se găsește la baza fiecărui experiment dendrocronologic (Douglass, 1941; Wigley și al., 1987).

Spre deosebire de alte direcții de cercetare, dendroarheologia implică folosirea lemnului pus în operă, pentru care nu se cunoaște cel mai adesea originea sau contextul istoric din care provine. Astfel, o simplă delimitare a conturului unui inel anual sau o grupare de inele particulare denumite amplu „pattern” sau „semnătură” nu este suficientă pentru a realiza o datare corectă (Stokes, 1996). Pentru a evita posibilitatea unei datări neconforme, specialiștii dendrocronologi folosesc probe care conțin un număr mai mare de 100 de inele radiale, pentru a identifica mai multe tipare de creștere. Fritts (1976) prezintă o varietate largă de cauze care induc formarea inelelor de creștere tipice.

Cel mai adesea, relația de dependență dintre climat și creștere radială a arborilor este responsabilă de producerea unui tipar care poate fi interdatat. Există și factori care induc particularități de creștere locale sau regionale, dar care nu pot fi raportate la o creștere medie regională. Acești factori sunt atribuiți influenței antropice locale. Prin urmare, putem menționa faptul că nu toți arborii, priviți ca indivizi, precum și toate speciile de arbori referindu-ne la cadrul general, pot fi studiați din punctul de vedere al datării dendrocronologice.

O primă condiție pentru ca arbori să fie eligibili este ca aceștia să vegezeze în condiții naturale pe areale geografice vaste, iar vârsta fiziologică să depășească în medie 100 de ani. De asemenea, arbori trebuie să aibă acces la lumină în plafonul superior, dominanți sau codomanți. Proprietățile fizice ale lemnului trebuie să

confere durabilitate în timp construcțiilor sau obiectelor după ce lemnul a fost pus în operă. Speciile de arbori pretabile pentru datare dendrocronologică trebuie să prezinte elemente anatomice distincte în cadrul inelului anual, respectiv o deosebire clară între lemnul de primăvară și lemnul de toamnă. Această caracteristică este esențială în separarea creșterilor an de an. Genul *Quercus spp* corespunde întocmai descrierii mai sus menționate.

În următoarele subcapitole vom prezenta succint câteva aspecte care constituie puncte de reper pentru datarea dendrocronologică, menționând în același context și importanța lor pentru dendroarheologie.

1.1. Importanța genului *Quercus* pentru dendrocronologie

Genul *Quercus*, diferențiat în Cretaceous, aparține familiei Fagaceae, și conține aproximativ 300 de specii după unii autori (Bellarosa, 1989), respectiv peste 500 după studii recente (Nixon, 2008). Urmărind diviziunea clasică Camus (1936-1938) genul *Quercus* se împarte taxonomic în două subgenuri: *Cyclobalanopsis*, care cuprinde specii regăsite în Asia și Malaiezia; respectiv *Euquercus*, cu o răspândire mult mai amplă în America de nord și centrală, Europa, nordul Africii și Asia. *Euquercus* include șase secțiuni: *Cerris*, *Mesobalanus*, *Lepidobalanus*, *Macrobalanus*, *Protobalanus*, *Eritrobalanus*. În cele mai recente clasificări [Tutin și al., 1964; The Plant List with literature (GBIF); Euro+Med PlantBase; Med Checklist], în baza potențialului de hibridare intraspecifică, genul *Quercus* este împărțit în patru subgenuri: *Erythrobalanus*, *Sclerophyllodrys*, *Cerris* și *Quercus*.

Genul *Quercus* însumează un număr de 22 de specii native în Europa (Tutin și al., 1964). Studiile actuale de genetică și palinologie indică ipoteza, conform căreia stejarii au migrat și au colonizat pădurile vechiului continent dinspre sud-estul Europei, unde se consideră poziția primară a existenței lor, înaintând spre nord la începutul Holocenului. Evidențe ale procesului de migrare indică faptul că pe perioada ultimei glaciațiuni speciile de stejari au supraviețuit într-un refugiu

primar localizat în sudul Spaniei, sudul Italiei și sudul Balcanilor (Brewer și al. 2002; Petit și al. 2002; Thompson, 2005). Tranziția de la un climat umed spre unul mai cald cu aproximativ 12-13,000 de ani în urmă a stimulat colonizarea zonelor nordice; studiile de palinologie indică colonizarea stejarilor în nordul României în urmă cu aproximativ 10,700 ani BP (Tanțău și al., 2003).

Prezența după ultima glaciațiune pe continentul european, numărul mare de specii incluse în acest gen și proprietățile fizice ale lemnului conferă genului *Quercus spp.* privilegiul de a fi fost intens folosit în trecut pentru construcția de obiecte sau structuri, păstrate cu caracter de patrimoniu până în zilele noastre. Caracteristicile menționate corespund cerințelor minimale pentru ca lemnul să fie investigat prin studii de dendrocronologie. Cel mai adesea speciile acestui gen sunt analizate fără o diferențiere intraspecifică prealabilă. Aceasta se datorează proprietăților lemnului care sunt foarte asemănătoare la majoritatea speciilor. Mai mult, procesul de hibridizare interspecifică este adesea observat, indivizii rezultanți cumulând caracteristici fenotipice comune celor două specii. Cele mai frecvent întâlnite specii folosite în construcții, atât în prezent, cât și în trecut pe continentul european sunt stejarul pedunculat (*Quercus robur* L.) și gorunul [*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.].

Quercus robur și *Quercus petraea* sunt specii comune în ecosistemele forestiere din Europa. De obicei, acestea pot coexista în multe locații, fiind adesea regăsite într-o gamă largă de asociații forestiere, începând de la stepă, silvostepă sau de la șleaurile de deal și continuând cu luncile interioare ale râurilor. În Europa, stejarul pedunculat are o distribuție ecologică mai extinsă, comparativ cu gorunul (Zanetto și al., 1994) (Fig. 1). Cu toate acestea, gorunul a dezvoltat o adaptare morfologică și fiziologică mai eficientă la a depăși și/sau tolera perioadele de secetă, comparativ cu stejarul pedunculat.

Ambele specii sunt relativ anizohidrice, deoarece ele au control asupra conductivității stomatale, a potențialului de reglare a cantității de apă prin adaptări ale sistemului foliar, prin fixarea fotosintetică a carbonului și ajustarea osmotică

(Bréda și al., 1993a, Bréda și Granier 1996, González-González și al., 2014, Klein, 2014). Deoarece embolismul xylemului obturează transportul apei de la rădăcini la frunze, rezistența la secetă variază semnificativ între speciile de stejar, împreună cu adaptabilitatea (Lobo și al., 2018).

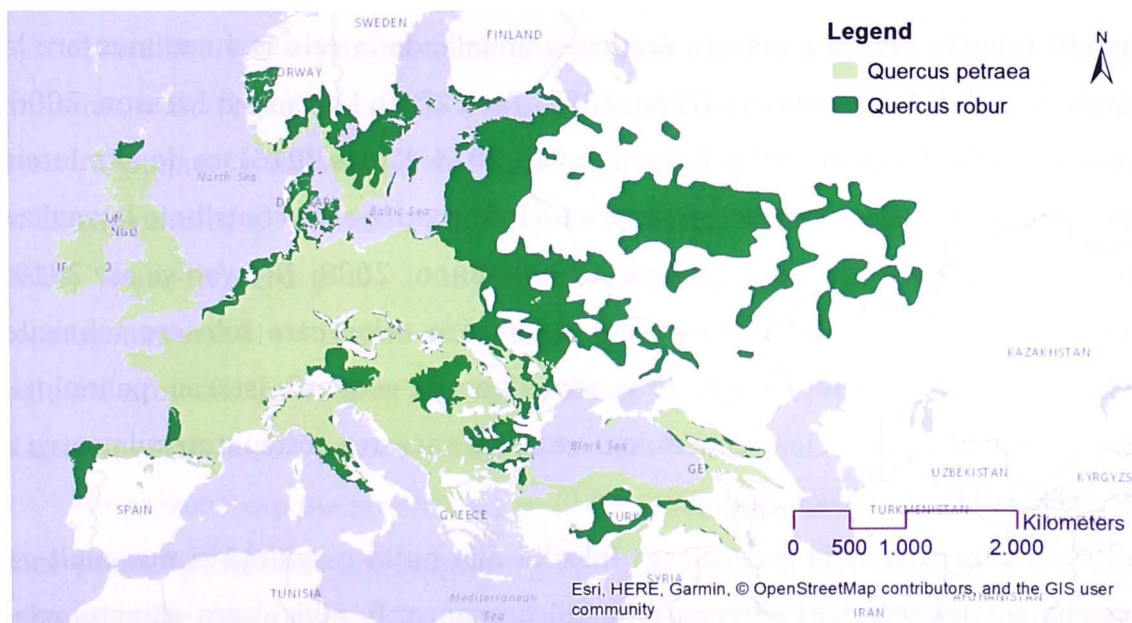


Fig. 1. Distribuția geografică a principalelor două specii de stejari (*Quercus robur* și *Quercus petraea*) în Europa. (Ducouso și Bordacs, 2003)

1.2. Studiul inelelor de creștere ale arborilor

Dendrocronologia se află într-o evoluție dinamică, atunci când se privește ca un instrument de datare, ce urmărește și identifică aspecte practice care pot contribui la creșterea gradului de precizie a procesului de poziționare exactă în timp a inelelor de creștere radială a arborilor. Evoluția în timp a metodei prezentate, începând de la Andrew Ellicott Douglass (începutul secolului XX), poate fi regăsită în numeroase studii de cercetare (Ferguson, 1970; Nash, 1999; Kuniholm, 2001). În această descriere vom specifica pasager câteva aspecte cu caracter general, dar care contribuie la înțelegerea capitolelor ce urmează.

Pentru a face cunoscut interesul comunității științifice asupra studiului inelelor de creștere ale arborilor, vom specifica numărul impresionant de laboratoare și cercetători din toată lumea care folosesc dendrocronologia ca știință de sine stătătoare sau ca instrument pentru a evalua ecosistemele terestre. În același context, putem menționa faptul că, în prezent, există un număr mare de tehnici folosite pentru a măsura creșterea anuală, de la cele mai rudimentare la unele deosebit de costisitoare (Rinn, 2003; Tech 2010; Larsson și Larsson, 2006; Levanič, 2007; Bill și al., 2012; Kanatjev și al., 2014; Kadas 2016); ca de altminteri numeroase procedee statistice și programe informatice care contribuie la analiza creșterii radiale a arborilor (Holmes, 1994; Bunn, 2008; Brewer și al., 2010; Jevšenak și Levanič, 2018). Formarea de bază a celor care folosesc tehnicile dendrocronologiei este variată, de la silvicultori la geografi, istorici, palinologi, geochimiști sau geofizicieni, climatologi, etc. Toate acestea arată interesul pentru a dezvolta știința dendrocronologiei.

Dendrocronologia este adesea folosită mai puțin ca știință și mai mult ca instrument de cercetare în diverse domenii, precum ar fi: silvicultura, climatologia, geografia, istoria. În silvicultură sunt modelate procesele de creștere sau competiție (Schweingruber, 1996; Bigler și Bugmann, 2003; Šamonil și al., 2009; Schweingruber, 2012; Vašíčková și al., 2019). Inelele de creștere sunt frecvent testate în raport cu factorii de mediu, în special cu cei climatici, pentru a evidenția relația dintre acești parametri. Tehnicile curente implică o mare diversitate a tendințelor de cercetare, arătând prin aceasta importanța deosebită a inelelor de creștere ale arborilor în evaluarea climatului din prezent sau a paleoclimatului (Li și al., 2018).

Frecvent sunt testate valorile medii lunare ale precipitațiilor și temperaturilor cu creșterea radială medie anuală a zonei de studiu, rezultând informații cu caracter general privind limitările climatului local sau regional asupra lățimii inelelor anuale de creștere (Pilcher și Gray, 1982; Büntgen și al., 2010; Stojanović și al., 2015; Netsvetov și al., 2019). Studii recente au permis evaluarea

influențelor climatice asupra inelelor de creștere folosind o abordare diferită, respectiv creșterea medie radială a sitului este corelată cu valorile zilnice ale parametrilor climatici. Această abordare exclude limitarea impusă de bariera artificială a separării timpului în luni, rezultatele indicând cu precizie zilnică perioadele semnificative de creștere (Beck și al., 2013; Jevšenak și Levanič, 2018).

Măsurători ale parametrilor intra-anuali ai inelului de creștere (lemn timpuriu, lemn târziu, elemente de vase) sunt frecvent folosite în prezent pentru a oferi răspunsuri detaliate privind procesele fiziologice în raport cu factorii de mediu (González și Eckstein, 2003; Fonti și García-González, 2008; Fonti și al., 2010; Souto-Herrero și al., 2018). Chimia lemnului prin intermediul izotopilor cosmogenici stabili și instabili este folosită pentru evaluarea climatului, respectiv a poluării atmosferice induse antropice (Klesse și al., 2018; Vasiliev și al., 2018; Nagavciuc și al., 2019; Perone și al., 2019).

În prezent se pune accentul pe evaluarea climatului pentru perioade de timp care premerg Holocenului timpuriu, pentru înțelegerea și depășirea actualelor schimbări climatice, cauzate de activitatea antropică irațională (Grace și al., 2002). Reconstrucțiile climatice, bazate pe inelele de creștere ale arborilor, reprezintă o sursă valoroasă de informații cu privire la modificările parametrilor analizați, survenite în timp (Esper și al., 2018; Luterbacher, și al., 2016; Cook și al., 2015).

Mai multe reconstituiri climatice au fost elaborate în diverse locații geografice de pe glob, fiind bazate pe influența factorilor climatici asupra procesului de formare a inelului de creștere (Griggs și al., 2007; Čufar și al., 2008; Büntgen și al., 2010; Wilson și al., 2016). Dintre aceste paleo-reconstrucții climatice, cel puțin una depășește formalitatea de a prezenta extremele climatice și analizează susceptibilitatea condiției umane din trecut corelând climatul cu evenimentele socio-umane (Büntgen și al., 2011a).

Evoluția științei a contribuit la procesarea cu ușurință a bazelor de date complexe ce conțin înregistrări interdisciplinare pentru diverse tipuri de măsurători, ca de exemplu creșteri anuale, intra-anuale, zilnice, observații

fenologice, din diferite locații. Această realizare a facilitat o nouă abordare complexă a relațiilor dintre arbori și factorii de mediu prin intermediul diverselor programe internaționale ca de exemplu „Paleoclimate Modelling Intercomparison Project (PMIP4)” (Jungclaus și al., 2017), sau „Coupled Model Intercomparison Project Phase 6 (CMIP6)” (Eyring și al., 2016).

Modelul CMIP6 se axează exclusiv pe analiza factorilor de climă (Eyring și al., 2016), motiv pentru care s-au propus alte câteva alternative, prin care au fost admiși și alți factori limitativi, pentru a realiza o relație reală de creștere a arborilor. Modelele de creștere radială în funcție de controlul climatic au început prin a fi descriptive: de la Wilson și Howard (1968); Howard și Wilson (1972); Stevens (1975), iar în prezent acestea s-au îmbunătățit devenind relativ mecanice (Fritts și al., 1991; Vaganov și al., 2006).

Vaganov-Shaskin Lite (VSL), până în prezent, este cel mai eficient în evaluarea dependențelor climatice privind variația interanuală a lățimii inelului de creștere radială a arborilor (Tolwinski-Ward și al., 2011). Acesta este capabil să reproducă o variabilitate pe scară largă a creșterilor arborilor indiferent de regiunea geografică (Breitenmoser și al., 2014). Cu toate acestea, modelul VSL include doar variabila climatică și nu ia în considerare alți factori interni și externi care au o influență asupra creșterii arborilor. S-a demonstrat că integrarea răspunsului climatic sezonier poate îmbunătăți modelul (Mina și al., 2016). Modelul real are un dezavantaj major, deoarece simularea nu poate rezolva procesele de creștere, inclusiv alți factori climatici interni și externi diferiți în fenologia creșterii. În concluzie, imaginea reală a creșterii în funcție de climat, eliminând influența altor factori, este încă incertă.

Cercetările susținute de marile provocări științifice ale *Programului mondial de cercetare în domeniul climei* (WCRP) atestă o scădere a efectelor schimbărilor climatice și indică perspectiva gestionării vieții dincolo de adaptare (Meehl et al., 2007). Astfel, o provocare majoră a dendrocronologiei actuale reiese din latura sa teoretică, ca urmare a practicii de lucru extinse în numeroase domenii, din care au

apărut noi aspecte care îmbunătățesc tehnica metodologică analitică de bază (Cook și Kairiukstis, 1990). Finalitatea dendroclimatologiei este de cele mai multe ori reconstituirea climatului. Această tehnică se bazează pe rețelele de serii dendrocronologice deja colectate prin aplicarea principiilor de replicație și selecție a sitului, care pot modifica semnalul regional cu un model atipic sau unic (St George și Esper, 2018), lucru observat în prezent.

Cronologiile inelului radial de creștere al arborilor din locurile extreme au, de obicei, avantajul de a identifica o variabilă particulară a climei ca factor principal de limitare a creșterii (Liang și al., 2013). Fritts (1976) a arătat importanța crucială în obținerea unui semnal clar al climei (sau a mai multor semnale identificate) printr-o corelație semnificativă între o variabilă a creșterii și o variabilă particulară a climei, potrivită pentru alte reconstituiri fiabile pe termen lung.

Odată cu cunoașterea implicării factorilor climatici în contextul actual al mediului înconjurător, este, de asemenea, important să înțelegem deficiențele unui cadru teoretic standard abordat de dendrocronologie - care se îmbunătățește progresiv. Bazele de date dendrocronologice sunt deja disponibile, conținând informații de la arbori vii, la lemn arheologic și subfosil. Având în vedere acest fapt, St George și Esper (2018) indică necesitatea racordării metodologiei existente la necesitățile curente ale dendrocronologiei. Un astfel de progres s-a observat în ultimii ani prin revizuirea esenței dendrocronologiei, respectiv a metodelor de standardizare (Melvin și Briffa, 2008; Helama și al., 2016; Guin și al., 2018).

Studiile de geografie, cel mai adesea, evaluează și poziționează în timp procesele geomorfologice din perioade neogene, prin intermediul trunchiurilor subfosile (Kalicki și Krąpiec, 1995; Rădoane și al., 2015; Kern și Popa, 2016). Chiar și așa, putem vorbi despre prezența inelelor de creștere în evaluarea proceselor de eroziune (Bodoque și al., 2005; Malik, 2008; Pouzet și al., 2018), a avalanșelor de zăpadă (Kulakowski și al., 2006; Köse și al., 2010) sau a celor geomorfologice de versant (Bollschweiler și al., 2008; Stoffel, 2010).

În istorie dendrocronologia aduce informații deosebit de valoroase cu privire la data producerii anumitor evenimente importante, petrecute în trecutul îndepărtat (Manning și al., 2014a; Manning și al., 2014b). Datarea obiectelor cu valoare inestimabilă, parte integrantă a patrimoniului cultural internațional, este o altă realizare majoră a dendrocronologiei. Aici putem menționa tablourile pictate de Rembrandt, Rubens, Cesare da Sesto (Eckstein și al., 1986; Bernabei și al., 2007), dar și opere de artă din Germania secolului XVII (Bauch & Eckstein, 1970), Spania (Domínguez și al., 2018).

Cercetările dendrocronologice din trecut privind patrimoniul cultural au fost direcționate spre stabilirea vârstei absolute și provenienței lemnului (dendroproveniență), fiind axate pe locații, obiecte sau construcții unice. În prezent, dezvoltarea tehnicilor de calcul și capacitatea de interpretare a rezultatelor, în contextul complex al geostiințelor, îndreaptă accentul de cercetare spre o scară amplă. Informațiile derivate despre trecutul cultural, social, istoric, climatic sau economic al diverselor regiuni prinde contur din analiza comparativă a inelelor de creștere radială a arborilor din perioade diferite (Büntgen și al., 2011b; Hsiang și al., 2013; Wagner și al., 2014; Sigl și al., 2015; Carleton & Hsiang, 2016).

Aceste abordări la scară planetară sunt posibile, deoarece în ultimele decenii dimensiunea colecțiilor de date reprezentate de seriile de timp individuale aferente fiecărei piese de lemn investigate sunt gestionate în baze de date digitale (Brewer și al., 2010; Jansma și al., 2012a; Jansma și al., 2012b; Brewer, 2014). Complexitatea metodelor existente de colectare a informațiilor, arhivate în inelele de creștere ale arborilor în diverse formate, în funcție de laborator sau persoana implicată, au crescut interesul.

Astfel, dendrocronologia este un domeniu complex, aflat într-o continuă dezvoltare, folosind resurse din diverse științe conexe, cum ar fi biologia, chimia, fizica, geografia sau informatica. Beneficiile pe care le oferă altor științe sunt legate,

în principal, de baza de date pe care o furnizează cercetătorilor pentru evaluarea critică a evoluției diverselor procese în special cele de mediu.

1.3. Serii de referință pentru stejari

Descrierea principalelor realizări în domeniul dendroarheologiei este corelată cu formarea cronologiilor de referință pentru stejar din diferite regiuni ale globului. Cronologiile cu lungime, ce depășesc cel mai adesea câteva sute de ani, poziționate precis pe scara temporală, sunt denumite cronologii master sau de referință. Acestea includ o colecție de serii individuale atribuite arborilor. O serie de timp formată dintr-o succesiune de măsurători anuale ale aceleiași secvențe de lemn analizate reprezintă o serie dendrocronologică individuală. Media mai multor serii dendrocronologice individuale este denumită serie medie regională (Kaennel și Schweingruber, 1955).

Pentru formarea cronologiilor este necesară folosirea mai multor tipuri de lemn: lemn contemporan (prelevat de la arborii vii), lemn istoric (provenit din clădiri istorice), lemn arheologic (descoperit în siturile arheologice) și lemn subfossil (trunchiuri de arbori depozitate în albiile râurilor în urma viiturilor) (Fig. 2). Fiecare tip de lemn enumerat trebuie să îndeplinească mai multe caracteristici pentru a fi compatibil pentru integrarea într-o cronologie de referință. Una din cele mai importante este să fie reprezentativ pentru regiunea studiată, să conțină secvențe cu acoperire temporală cât mai mare și să se integreze statistic în media probelor existente.

În Europa s-au construit mai multe cronologii de referință, dar cea mai impresionantă este realizarea universităților Stuttgart, Köln și Göttingen, revizuită de Friedrich și al. (2004), denumită „Holocene oak chronology (HOC)”. Aceasta se caracterizează prin combinarea secvențelor de stejari și pin pentru o acoperire temporală de 12,460 ani BP (10,461 BC). Cronologia a fost compusă din peste 7,000 de secvențe de arbori, este aplicabilă pentru centrul Europei și poate fi folosită cu succes pentru reconstituiri paleoclimatice. Replicația la peste 96% din lungimea

sa este superioară la 20 de secvențe de arbori, minimul fiind regăsit în perioada 2.600-2.300 ani BP. Vârsta medie a arborilor componenți este de 176 de ani, menționând faptul că peste 97% dintre probele analizate sunt mai tinere de 300 de ani.

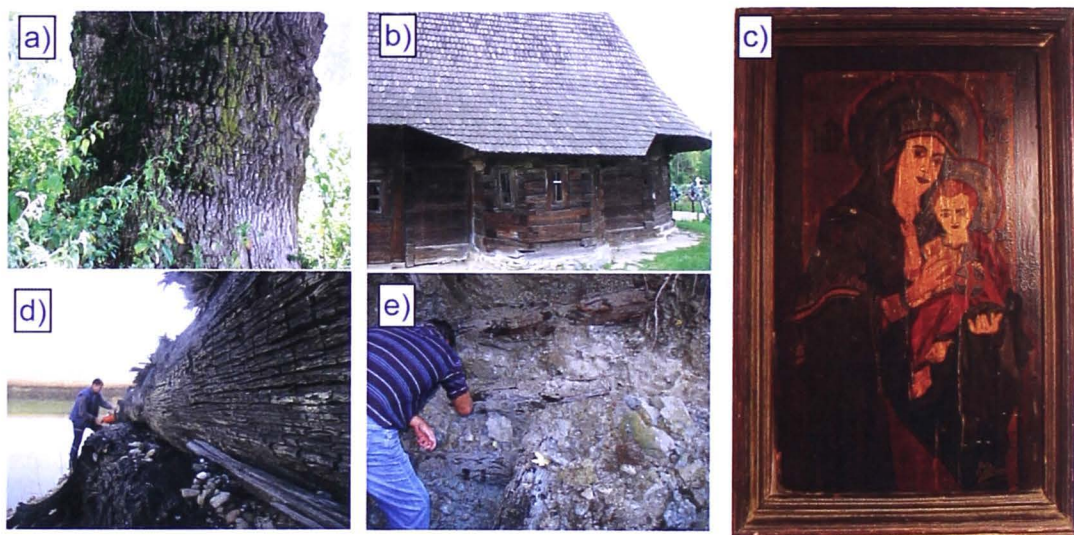


Fig. 2. Tipuri de lemn folosit pentru crearea cronologiilor regionale: a) lemn contemporan (arbore viu din Rezervația Noroieni, Satu Mare); b) lemn istoric (Mănăstirea Putna din județul Suceava); c) obiecte de artă din lemn (copie a unei icoane pictate pe lemn la școala de pictură a Mănăstirii Gura Humorului, Suceava în secolul XX); d) lemn subfossil (prelevare de rondelle de la arbori îngropați în albia râului Someș, datați cu ^{14}C în perioada Holocenului); e) lemn arheologic (lemn descoperit în urma diverselor investigații în situl arheologic al Cetății Suceava).

A doua cronologie ca poziționare în timp, care acoperă perioada Holocenului, până după ultima eră glaciară, 7,272 ani BC (9,741 BP), a fost prezentată de către Pilcher (1984). Reprezentativitatea sa pentru vestul Europei (Irlanda, Regatul Unit al Marii Britanii) o face particulară, dar, cu toate acestea, ambele cronologii au fost utilizate cu succes atât pentru datarea dendrocronologică a diferitelor artefacte (Allan, 1984; Cunliffe, 2004), cât și pentru reconstituirea evenimentelor extreme de mediu (Roberts, 2013; Schaub și al., 2008). Cele două cronologii menționate stau

la baza calibrării curbilor de carbon stabil folosite pentru datarea radiocarbon (Stuiver și al., 1998; Brock și al., 2010).

În numeroase regiuni ale Europei s-au format cronologii cu o lungime care, de cele mai multe ori, depășește mica eră glaciară. Aici putem menționa cronologiile din Slovenia (Čufar și al., 2008), Cehia (Kolář și al., 2012), Slovacia (Prokop și al., 2016), Ungaria (Grynaeus, 2000; Kern și al., 2009), Serbia (Čufar și al., 2014), Austria (Wimmer și Grabner, 1998; Geihofer și al., 2005), etc. Un număr considerabil de cronologii se regăsesc în baza de date internațională de informații derivate din surse naturale, menționând inele de creștere radială a arborilor, carote de gheață, corali, sedimente lacustre și marine, speleoterme, polen, date istorice, (ITRDB; <https://www.ncdc.noaa.gov/data-access/paleoclimatology-data>). Toate cronologiile menționate se află într-o permanentă actualizare atât a preciziei cât și a perioadei de acoperire, prin integrarea de noi probe.

O metodă adesea folosită pentru datare, frecvent combinată cu metoda dendrocronologică, este datarea radiocarbon (^{14}C). Principiile chimiei și fizicii pe care se bazează datarea cu radiocarbon sunt prezentate în numeroase lucrări de referință (Libby și Johnson, 1955; Longin, 1971; Bowman, 1990; Bowen, 1996; Taylor și Bar-Yosef, 2016). Metoda de datare folosind radiațiile de carbon stabil din atmosferă este dependentă de calibrare printr-o metodă de datare independentă. Inelele de creștere ale arborilor sunt arhive care stochează informații cu privire la concentrații ale nivelelor atmosferice cele mai aproape de valorile reale.

În ultimii ani, studii complexe întreprinse paralel în laboratoarele din Europa și America de Nord au condus la calibrarea de curbe de referință (^{14}C) pentru perioadele cu acoperire dendrocronologică cu aplicabilitate în cele două regiuni geografice (Brock și al., 2010). Câteva aspecte, precum contaminarea cu radiații generate antropic incluzând testele nucleare din atmosferă sau poluarea, sunt cauze care necesită calibrarea la nivel regional a curbilor de referință (Stuiver și Pearson, 1986; McDonald și al., 2019). La rândul lor, fluctuațiile vârstei de ^{14}C ,

cauzate, în special, de schimbări heliomagnetice pot determina intervale de datare cu precizie de câteva decenii.

1.4. Paternul de creștere radială a arborilor

Arborii sunt afectați de un complex de factori de mediu (precipitații, temperatură, tip de stațiune, competiție etc.), care diferă în raport cu scara temporală și/sau spațială. Efectul combinat al factorilor de mediu externi asupra creșterii radiale este reflectat în lățimea inelului anual și este folosit ca indicator pentru a caracteriza o anumită specie din punctul de vedere al condițiilor de vegetație (Fritts, 1966; Friedrichs, 2009; Babst și al., 2013). Speciile genului *Quercus* sunt condiționate de lipsa de apă indusă de secetă, în special cele localizate în zonele cu ariditate ridicată (Martínez-Sancho și al., 2018).

Arborii care vegetează în condiții de mediu moderate ca intensitate sunt expuși la legături mult mai complexe dintre creșterea radială și mediu, indicând mai mulți factori limitativi (Souto-Herrero și al., 2018). Indiferent de răspunsul clar sau mai complex, specificul de creștere local al indivizilor reprezintă un indicator pentru interacțiunea dintre mediu și creștere a arborilor pentru un anumit moment bine definit în scara temporală.

Analiza influențelor climatice (temperatură și precipitații medii lunare) explică o variabilitate a creșterii radiale la arborii vii de stejar cuprinsă între 5 și 72% (Haneca și al., 2009). Chiar dacă arborii răspund pozitiv la precipitațiile din primăvară și negativ la temperaturile din toamna și sfârșitul iernii, adesea sunt menționate și excepții (Souto-Herrero și al., 2018). Particularitățile formării inelelor de creștere la stejari prin conturarea lemnului timpuriu (a vaselor conducătoare) și apoi apariția frunzelor sunt un posibil factor care explică răspunsuri diferite ale creșterii la stejari (Gray și Pilcher, 1983; Rozas, 2005; Friedrichs și al., 2009).

Studii realizate în centrul și vestul Europei arată un răspuns pozitiv la efectul precipitațiilor din primăvară/vară (Lebourgeois și al., 2004; García-Suárez și al.,

2009), în timp ce răspunsul la temperaturile din vară pare a fi unul negativ în zonele aride (Čufar și al., 2014). Aspecte importante privind efectul climatului asupra variabilității creșterii pot fi înțelese cu mai mult rafinament în lumina studiilor recente privind fenologia frunzelor și a cambiului, respectiv a studiului elementelor de vase conducătoare. Elementele de vase conducătoare prin mărimea, forma grosimea pereților celulari și prin alte caracteristici măsurate sau derivate pot aduce indicii suplimentare cu privire la influențele externe asupra creșterii (Fonti și García-González, 2008).

Uneori temperaturile extreme, ridicate din timpul iernii, pot compensa startul formării lemnului timpuriu (Gray și Pilcher, 1983; Rozas, 2005; Friedrichs și al., 2009, Souto-Herrero și al., 2018). Conform literaturii, formarea lemnului timpuriu începe cu 2-6 săptămâni înainte de înmugurire (Pérez-de-Lis și al., 2018), indicând faptul că diferiți factori interni și externi controlează aceste două procese fiziologice (Gričar, 2013). Studiile dendrocronologice au demonstrat faptul că formarea lemnului timpuriu este susținută de asimilația resurselor de la sfârșitul sezonului de creștere din anul precedent formării inelului radial (Gričar și al., 2013; Fonti și García-González, 2008).

Formarea lemnului timpuriu și a elementelor de vase este condiționată direct de transportul carbohidraților nestructurali în perioada de iarnă (Lacointe și al., 2004). Astfel, în timpul verii și al toamnei precedente, are loc depozitarea carbohidraților modulați prin procesele fiziologice ale arborilor, acestea fiind resurse pentru formarea lemnului timpuriu (Barbaroux și Bréda, 2002). Rezultatele din România confirmă o relație puternică între inelele de creștere ale lemnului timpuriu la stejari și temperatura maximă în perioada ianuarie-martie a sezonului de creștere din anul curent formării (Nechita și al., 2019).

Acest lucru poate fi explicat prin alterări induse de modificările termice care contribuie la colapsul amidonului în timpul răcirii accentuate. Această reacție poate fi mai importantă decât cumulul total al rezervelor din toamna anterioară (Améglio și al., 2001). Există o dependență liniară între proprietățile lemnului timpuriu și

diametrul tulpinii (Rathgeber și al., 2011; Trouillier și al., 2019), respectiv între fenologia de primăvară (García-González și al., 2016) și conținutul de carbohidrați nestructurali (Fichot și al., 2009; Bazot și al., 2013).

Factorii cei mai importanți care condiționează formarea lemnului târziu sunt corelați semnificativ cu formarea lemnului timpuriu, cu indicele suprafeței foliare (Bréda și Granier, 1996) și cu durata perioadei sezonului de creștere (Pérez-de-Lis și al., 2017). Tranziția de la lemnul timpuriu la lemnul târziu pare a fi condiționată de fotoperioadă (Čufar și al., 2008; van der Maaten și al., 2013).

În sudul României, formarea de lemn târziu a fost afectată de lipsa apei din luna mai (Nechita și al., 2019). Perioadele de secetă asociate cu temperaturi mai ridicate au efecte limitative asupra creșterii arborilor; totuși, aceste evenimente au fost surprinse în mod diferit în raport cu poziția geografică a zonei de studiu analizate (Nechita și al., 2017). În nordul României regimul hidroclimatic de la începutul lunii martie până la jumătatea lunii iunie este un factor limitativ pentru creșterea la stejari.

În Europa centrală și de sud-est, precipitațiile din iunie sunt de departe cel mai important factor climatic care afectează creșterea stejarului dovedit pentru 41 de locații din Slovenia, Austria, Ungaria, Croația și Serbia (Čufar și al., 2014). Concluzionând, putem afirma că paternul de creștere al stejarilor din Europa este unul de puține ori tipizat, evidențiind caracteristici proprii pentru diferite zone. Astfel, analiza dendrocronologică poate stabili areale în care stejarii răspund echivoc la anumiți factori limitativi.

1.5. Proveniența lemnului

Două întrebări fundamentale stau la baza celor mai multor investigații arheologice: (I) care este vârsta absolută a artefactului sau perioada în care a fost edificată construcția; respectiv (II) de unde provine artefactul sau lemnul din construcții. Dendrocronologia are capacitatea de a răspunde la aceste provocări, oferind până în prezent mai multe rezultate convingătoare. Precizările anterioare

arată faptul că pentru foarte multe regiuni ale Europei există rețele de cronologii medii de referință care pot fi folosite pentru compararea probelor investigate.

Mai mult, informațiile variației spațiale ale semnalului climatic memorat în inelele de creștere radială constituie puntea de legătură dintre dendrocronologie, respectiv studiile de arheologie, și/sau istorie. Principiile creșterii arborilor și ale condiționării acestora de factorii de mediu locali sau regionali detaliați în subcapitolele anterioare arată că arborii care au trăit în condiții de mediu similare au creșteri comparabile. Paternul specific anumitor regiuni indică originea sau proveniența lemnului și reprezintă un principiu de bază al dendrocronologiei prin care se oferă informații adiționale cu privire la cultura lemnului din trecut (Speer, 2010).

În ceea ce privește clădirile cu interes relativ scăzut, se presupune, în general, că sursa lemnului a fost locală, cel puțin până în secolul al XVIII-lea, când posibilitatea de transportare pe distanțe lungi era foarte dificilă. În zonele în care lemnul putea fi relativ ușor transportat, cu precădere în jurul canalelor râurilor navigabile sau al porturilor maritime chiar și clădirile umile pot conține lemn transportat de la mii de kilometri distanță. Acest lucru se poate determina frecvent prin intermediul analizei inelelor de creștere, dar și a procedeelelor de prelucrare a lemnului (Eissing și Dittmar, 2011). Evidența prelucrării „particulare” a lemnului a fost investigată pentru prima dată de către Ellmers (1985) în cazul lemnului din perioada romană descoperit în Strasbourg.

Clădirile publice (catedrale, palate, reședințe pentru persoane sau instituții publice) au fost construite cel mai adesea din resursele domeniilor proprii eclesiastice sau nobiliare. În acest sens, există mai multe înregistrări cu privire la transportul pe distanțe considerabile (sute de kilometri) a materialului lemnos pentru realizarea unor astfel de proiecte (Weitz și al., 2016; Jansma și al., 2014; Domínguez-Delmás și al., 2014). O activitate de cercetare susținută în vestul Europei s-a desfășurat cu privire la proveniența lemnului, în special după datarea corectă a tablourilor pictate din Țările de Jos folosind cronologiile de referință

pentru stejarii din regiunea Baltică (Ważny, 2002; Eckstein și Schweingruber, 2009).

Rezultatele obținute au permis exprimarea de ipoteze cu referire la schimburile comerciale dintre Scandinavia și Țările de Jos (Jansma, 1992). Recent, un interes deosebit asupra acestui aspect a fost observat în evaluarea lemnului istoric și arheologic din zonele mediteraneene și chiar din Anatolia (Giachi și al., 2003; Hughes și al., 2001; Bernabei și Bontadi, 2012; Pearson și al., 2012; El Sherbiny, 2015). Schimburile comerciale dintre Țările Baltice și Germania, Danemarca, Anglia, Franța și Irlanda au fost recunoscute prin studiul diverselor piese de lemn istoric datat dendrocronologic. Cuferele și ușile de la Westminster Abbey indică faptul că materialul lemnos (scândura) a fost importat de pe teritoriul Germaniei de astăzi, la începutul secolului al XIII-lea. Aceleași origini au fost descoperite și pentru diverse construcții din Polonia de astăzi, cu specificația că lemnul a fost pus în operă începând cu sfârșitul secolului al XIII-lea până la sfârșitul secolului al XVI-lea.

Folosirea lemnului de origine baltică în vestul Europei a fost un subiect atent analizat în special după datarea tablourilor pictate din Țările de Jos. S-a observat faptul că lemnul folosit în Țările de Jos are foarte probabil origini geografice mai îndepărtate decât s-a crezut inițial, precum ar fi Estonia, Latvia (Zunde, 1999; Haneca și al., 2005; Ważny, 2005) sau Lituania (Pukienė și Ožalas, 2007). Acest lemn, se pare, avea o valoare aparte și era puțin comercializat, deoarece se regăsește adesea utilizat ca ramă pentru picturi, dar nu și în construcții în perioada medievală în vestul Europei. Postmedieval prezența sa a fost menționată în diverse construcții.

Tavanele din lemn pictate în Scoția (Guthrie Aisle) au fost datate cu precizie folosind o cronologie de referință pentru stejar din Bialowieska – estul Poloniei, localizată în apropierea graniței cu Belarus. Origini geografice similare au fost atribuite caselor din sud-estul Angliei construite după mijlocul secolului al XVIII-

lea. În secolele următoare lemnul folosit în sud-estul Angliei indică origini scandinavice (Groves, 2002).

Cele mai impresionante rezultate privind proveniența lemnului sunt cele din arheologia navală, cu atât mai mult cu cât epavele au fost găsite la depărtări considerabile față de locația în care au fost construite. O primă datare reușită a fost prezentată de către Liese și Bauch (1965). Vasul Hanseatic a fost poziționat în timp cu ajutorul unei cronologii din Weserbergland, aproximativ la 300 de kilometri spre sud. Un alt exemplu de datare care a fost adesea folosită ca referință în studii de dendroproveniență este reprezentat de nava vikingă Skuldelev 2, naufragiată în fiordul Roskilde din Danemarca. Datarea s-a realizat cu o cronologie din Irlanda în perioada 1042, pentru care s-a identificat și o reconstrucție în perioada 1060 cu lemn din aceleași origini (Baillie, 2012). Čufar (2007) indică lipsa cronologiilor de referință din sudul Europei, în special din regiunea mediteraneeană, ca fiind principalul motiv pentru care numeroase vestigii navale nu pot fi deocamdată datate.

Aspecte recente ale comerțului cu lemn din cele mai vechi timpuri indică importanța acestui material folosit în construcții. Mai mult, ne sunt dezvăluite aspecte de natură socială și legături comerciale dintre diverse regiuni ale Terrei. Astfel, piese de lemn de stejari provenite din zone geografice diferite s-au identificat în cadrul aceleiași construcții (Catedrala Salisbury – Anglia). Originile lemnului par a fi din Irlanda secolului XIII (Miles, 2002a; Miles, 2002b) și de pe valea Rinului. Rezultate asemănătoare sugerează o intensificare a rapoartelor economice între diferite regiuni ale Europei în special după secolele al XVII-lea – al XVIII-lea, odată cu evoluția industrializării.

S-a remarcat faptul că anumite construcții conțin piese din lemn care nu prezintă asemănări evidente, deși sunt datate pentru aceeași perioadă. În acest sens adesea este menționată construcția navală „Mary Rose” (Bridge, 2011). Lemnul din această construcție pare a avea origini de pe tot cuprinsul Angliei. O abordare similară se referă la instrumentele muzicale cu valoare de patrimoniu,

incluzând pe cele produse de școala Cremonese (1666-1757), pe cele ce țin de Antonio Stradivari sau de colecția Cherubini Conservatory (Topham & McCormick, 2000; Bernabei și al., 2010), care au fost analizate folosind mai multe cronologii de referință din spațiul european pentru a identifica zone diferite de proveniență a materialului lemnos utilizat. Procedul a dat rezultate indicând faptul că cele mai multe diferă ca origine, ceea ce poate fi explicat prin faptul că lemnul folosit este de o valoare foarte mare cu calități particulare și a necesitat o selecție riguroasă.

Procedul de datare dendrocronologică se bazează pe utilizarea unor parametri statistici care oferă o imagine asupra corelației dintre cronologia de referință și seria care urmează a fi datată. Cel mai des folosit în literatură este valoarea testului t , în forma simplă sau standardizată (Baillie și Pilcher, 1973; Baillie, 1995; Hollstein, 1980; Ważny, 2005). Diverse studii folosesc și alți parametri statistici precum sunt: Gleichlaeufigkeit sau indicele de interdatare (*cross-date index*), evaluați prin intermediul programului informatic TsapWin. Corectitudinea procedurii de datare este adesea verificată prin intermediul programului COFECHA (Holmes, 1983).

Analize specifice de dendrocronologie considerând parametrii statistici mai sus menționați au evidențiat legăturile statistice ale cronologiilor din diferite regiuni ale Europei. Teleconexiuni între cronologii cu acoperire temporală, care depășesc câteva sute de ani, reflectă neconcordanțe sau chiar deviații temporale în producerea diferitelor evenimente climatice comparând estul, centrul și vestul Europei (Čufar și al., 2014). Kelly și al. (2002) au stabilit o tipologie a paternului paneuropean al cronologiilor de stejari, care uneori indică diferențe între zona mediteraneană și sud-estul Europei.

Metoda clusterelor, sugerată în trecut și preluată de Haneca și al. (2005), de a poziționa siturile analizate pe regiuni cu influențe geografice asemănătoare, a fost testată pentru definirea provenienței lemnului istoric sau arheologic. Rezultate convingătoare s-au putut remarca doar în cazul speciei brad, aceasta fiind corelată cu plasticitatea speciei. Compensarea latitudinii cu altitudinea a reprezentat cel

mai important dezavantaj. Mai multe tehnici de separare a clusterelor au fost testate de Sohar și al. (2012) pentru a stabili o relație între cronologiile din Finlanda, Estonia, Latvia și Lituania, rezultatele nefiind concludente.

O altă metodă de testare a diferențelor dintre cronologii, ce urma să fie utilizată în evaluarea provenienței lemnului, a fost producerea hărților de contur ale valorilor testului t . După mai multe încercări, Haneca și al. (2005) au considerat că acestea conduc adesea spre greșeli de interpretare, deoarece nu iau în calcul aspecte referitoare la variabilitatea ecologică a speciilor și la diversitatea condițiilor staționare.

1.6. Alte tehnici de determinare a provenienței lemnului

Un mare avantaj oferit de dendrocronologie în datarea obiectelor din lemn este reprezentat de cheltuielile relativ reduse privind colectarea, montarea și șlefuirea probelor. Această afirmație este valabilă în cazul existenței unei cronologii de referință deja formată pentru regiunea studiată. Totuși, limitările impuse de studiul inelelor de creștere radială a arborilor cu implicații directe în arheologie sau istorie, au determinat testarea altor metode, cel mai adesea foarte costisitoare.

O astfel de tehnică folosită se bazează pe utilizarea nivelelor de concentrație a elementului chimic stronțiu. Rezultatele obținute în această direcție de cercetare au demonstrat faptul că stronțiu (Sr) există în cantități predictibile și măsurabile în roci, sedimente, ca, de altminteri și în plante, oasele animalelor și umane existente în siturile arheologice. Raportul dintre ^{87}Sr și ^{86}Sr este transportat din sol prin intermediul apei în plantă. Acest raport este specific pentru o anumită poziție geografică, fapt care permite folosirea sa în evaluările de proveniență.

Stronțiul este un metal alcalino-pământos și este prezent în toate rocile, dar concentrația sa variază în raport cu tipul de sol, mai precis cu natura stratului litologic. Mai exact, deoarece ^{87}Sr este produs prin degradarea β rubidiului (^{87}Rb), raportul izotopic $^{87}\text{Sr} / ^{86}\text{Sr}$ este o funcție a raportului inițial al concentrației de

rubidiu-stronțiu ($^{87}\text{Rb} / ^{86}\text{Sr}$) din rocă și al timpului în care aceste două elemente au coexistat. Substratele cu roci granitice, cu vechime de formare mare, au o valoare inițială mai mare de ^{87}Rb , motiv pentru care sunt caracterizate printr-un raport mai mare de $^{87}\text{Sr} / ^{86}\text{Sr}$ comparativ cu multe alte tipuri de roci parentale. De asemenea, rocile vulcanice bazaltice mai noi, cu cantități inițiale reduse de Rb, au raporturi scăzute $^{87}\text{Sr} / ^{86}\text{Sr}$, iar rocile sedimentare au rapoarte intermediare (Gosz și Moore 1989; Banner 2003; Slovacia și Paytan 2011).

Datorită masei atomice relativ ridicate a lui Sr, raportul său izotopic rămâne constant în procesele controlate de temperatură scăzută. Pe durata de viață a plantelor Sr se asimilează cu același raport $^{87}\text{Sr} / ^{86}\text{Sr}$ ca și cel existent în sol. Concentrația izotopică este preluată prin intermediul sevei brute de sistemul radicular. Se depozitează în celuloza arborelui, oferind un raport izotopic măsurabil, teoretic acesta fiind unic pentru litologia sa de bază existentă în regiunea respectivă (English și al., 2001).

Cu toate acestea, anumiți factori ecosistemici (precipitațiile locale, apele subterane, procesele de îngheț/dezghet a mineralelor și aerosolii) alterează disponibilitatea Sr din sol spre a fi asimilat în plantă. Aceasta determină tipare diferite pentru organismele vegetale, animale și prin geologia locală, fiind observate adesea divergențe în cadrul aceleiași poziționări geografice (Poszwa și al., 2004). Mai mult decât atât, fiecare specie de plante asimilează markerii de stronțiu într-o manieră diferită, rezultând o semnătură izotopică a stronțiului care este specifică, atât speciei, cât și locului (Gosz și Moore 1989; Degryse și al. 2010).

Aplicațiile de analiză izotopică a stronțiului abundă (Vanhaecke și al., 2009) și se utilizează în mod obișnuit ca metodă de proveniență în domeniul arheologiei (Balcaen și al., 2010). Trebuie menționat că există studii care demonstrează și limitările acestei metode (Pollard, 2011). Această tehnică a reușit să determine proveniența lemnului de conifere descoperit în siturile arheologice din sud-vestul Statelor Unite ale Americii. Aici s-au realizat unele dintre cele mai vechi investigații

cu privire la proveniența lemnului prin metode geochimice (Graustein și Armstrong, 1983; Gosz și Moore 1989; Durand și al., 1999).

Metoda a fost explorată și din alte perspective, astfel English și al. (2001), respectiv Reynolds și al. (2005) au datat proveniențele lemnului din casele arheologice investigate în Chaco Culture National Historical Park (USA). S-au identificat originile lemnului din zonele montane, prin studiul raportului izotopilor $^{87}\text{Sr} / ^{86}\text{Sr}$ în arborii tineri vii și ajustând valorile astfel obținute cu rezultatele obținute din lemnul arheologic. Metoda a fost de succes în special datorită faptului că s-au investigat o varietate mare de specii lemnoase, fiind identificate diferite specii ale genurilor *Picea* spp., *Abies* spp., *Pseudotsuga menziesii*, *Pinus ponderosa*, etc. Această datare a provenienței ar fi fost imposibilă dendrocronologiei.

Metoda descrisă este derivată din studii anterioare și a fost aplicată în diverse locații pe întreg globul, așa cum este și cazul arborilor de *Cedrus* spp. Proveniți din pădurile din estul Mediteranei (Rich și al., 2016), metoda s-a dovedit a fi utilă speciilor lemnoase cu habitate în zonele montane înalte. În același timp, rezultatele au fost mai puțin convingătoare pentru zonele de deal și câmpie, acolo unde arborii pot avea acces la apele din pânza freatică relativ ușor. Deși metoda a putut fi folosită cu succes în multe aplicații, aceasta prezintă și limitări impuse de caracteristici geoclimatice regionale sau locale. Astfel, un exemplu edificant poate fi oferit de Evans și al. (2010), care au demonstrat o modificare a cantităților de stronțiu din sol datorită influențelor marine. Astfel, procedeul nu este aplicabil în determinarea proveniențelor în arheologie în regiunile de coastă marină.

O altă tehnică de investigare a proveniențelor lemnului s-a bazat pe observațiile asupra concentrațiilor nutrienților măsurate în lemnul de stejar (Bukata și Kyser, 2008; Scharnweber și al., 2016). Rezultatele au evidențiat valori diferite ale nutrienților în perioade de stres, comparativ cu concentrațiile altor indicatori chimici (barium, stronțiu, plumb), care au rămas stabile în timp. Perioadele de stres au fost identificate prin intermediul valorilor crescute ale $\delta^{13}\text{C}$ din inelele de creștere ale arborilor.

Aspecte de natură genetică ale arborilor care fac referire la proveniențe au fost, de asemenea, investigate. Amplificarea ADN-ului de stejar din lemnul arheologic și posibila utilizare ulterioară în materia de proveniență a fost pentru prima dată discutată de Dumlin-Lapègue și al. (1999). Cheresteaua din vasul de război *Mary Rose* a fost studiată folosind markeri de ADN-ul cloroplastic. S-au comparat valorile obținute, cu distribuțiile cunoscute ale ADN-ului cloroplast, în populațiile de stejar britanice naturale din prezent (Speirs și al., 2009). Acesta este un pas inițial. Diversitatea genetică naturală este ridicată fiind puțin probabil ca astfel de studii să ofere o proveniență geografică mai precisă decât studiile clasice de dendrocronologie.

Necesitatea de a urmări originea lemnului în prezent datorată exploatării forestiere ilegale, comerțului cu lemn provenit din surse durabile etc., au determinat testarea izotopilor stabili de carbon ($\delta^{13}\text{C}$) cu scopul de a obține informații credibile privind proveniența (Kagawa și Leavitt, 2010). Rezultatele sugerează faptul că proporția izotopilor stabili de carbon, azot și oxigen poate fi folosită cu succes în determinarea proveniențelor, fiind mult mai practică comparativ cu folosirea concentrației diverselor elementelor anorganice.

Rapoartele izotopilor stabili din inelele de creștere radială a arborilor prezintă, în general, mai puține variații intraindividuale raportat la lățimea inelului anual de creștere (McCarroll și Loader, 2004). Astfel, folosirea izotopilor de carbon stabili a determinat valori mai precise ale procesului de datare comparativ cu valorile testului t aplicat inelelor de creștere. Inelele de creștere nu au prezentat întotdeauna cele mai ridicate valori t între cele mai apropiate situri geografice, o mare influență având orografia terenului și unele aspecte legate de stațiune.

Uneori s-au folosit în combinație cu metodele dendrocronologice și izotopii de carbon, oxigen și sulf pentru a îmbunătăți rezoluția spațială a provenienței (Kagawa și Leavitt 2010; Horacek, 2012), pentru a deosebi speciile (Horacek și al., 2009) și, în ultimă instanță, a identifica originea lemnului (Gori și al., 2015). Izotopii stabili de stronțiu au demonstrat un potențial bun (Rich și al., 2016), cu toate

acestea, compoziția izotopică a lemnului poate fi influențată de procese biologice și fizico-chimice care nu au legătură cu factorii geografici sau climatici. În cazul lemnului arheologic, trebuie luate în calcul diferitele procese de contaminare a lemnului în sol, cum ar fi diagenaza (Hajj și al., 2017).

Recent au fost investigate elementele anatomice ale inelului de creștere radială a arborilor și s-a constatat că variația creșterii diferă în funcție de proveniență (Esteban și al., 2012). Rezultatele obținute de Akhmetzyanov și al. (2019) demonstrează faptul că o precizie mai mare a datării lemnului se poate obține atunci când se folosesc elementele anatomice ale lemnului și mărimea elementelor de vase, comparativ cu inelul anual sau lemnul târziu. Pentru rășinoase Wilson și al. (2017) au demonstrat faptul că densitatea maximă a lemnului poate fi folosită cu succes în procesul de datare dendrocronologică.

O abordare diferită de cele enumerate mai sus este prezentată de Traoré și al. (2018). Aceștia au analizat fragmente arheologice de lemn din patru naufragii iberice (Belinho, Magdalena, Ribadeo și Yarmouth) comparativ cu patru specii de arbori vii, corespunzătoare cu patru specii de stejar (*Quercus faginea*, *Quercus petraea*, *Quercus pyrenaica* și *Quercus robur*). Analizele s-au realizat folosind procedee de spectroscopie Fourier Transform Infrared (FTIR) și gaz-cromatografie-spectrometrie de masă (Py-GC-MS). Utilizarea metodelor statistice multivariate (analiza componentelor principale și analiza discriminatorie) au permis diferențierea speciilor de stejar studiate.

Rezultatele au fost validate prin intermediul probabilităților statistice, obținându-se indicii satisfăcătoare care conclud că majoritatea probelor din naufragiul Magdalena au prezentat semnale FTIR și Py-GC-MS asemănătoare cu cele ale speciilor *Q. petraea* și *Q. robur*. Faptul că distribuția geografică a acestor specii este concentrată în nord-vestul Spaniei, unde se știe că această fregată a fost construită, întărește posibilitatea folosirii metodei în studii viitoare și confirmă utilizarea resurselor forestiere locale.

Chimia fragmentelor din naufragiul Belinho, Ribadeo și Yarmouth s-a corelat mai puternic cu cea a lemnului de *Q. faginea* și *Q. pyrenaica*, indicând, de asemenea, arborii din Peninsula Iberică drept cea mai probabilă sursă. Rezultatele arată că utilizarea tehnicilor FTIR și Py-GC-MS în combinație cu metode statistice multivariate pot fi instrumente promițătoare pentru studiile de proveniență a lemnului istoric și arheologic.

Bibliografie

Akhmetzyanov, L., Buras, A., Sass-Klaassen, U., den Ouden, J., Mohren, F., Groenendijk, P., & García-González, I., 2019. Multi-variable approach pinpoints origin of oak wood with higher precision. *Journal of Biogeography*.

Allan, J.P., 1984. *Medieval and Post-Medieval Finds from Exeter*. Exeter City Council and the University of Exeter, England.

Améglio, T., Ewers, F.W., Cochard, H., Martignac, M., Vandame, M., Bodet, C., Cruziat, P., 2001. Winter stem xylem pressure in walnut trees: effects of carbohydrates, cooling and freezing, *Tree Physiology*. 21, 387–394.

Babst, F., Poulter, B., Trouet, V., Tan, K., Neuwirth, B., Wilson, R., ... & Panayotov, M., 2013. Site-and species-specific responses of forest growth to climate across the European continent. *Global Ecology and Biogeography*, 22(6), 706–717.

Baillie, M.G., & Pilcher, J.R., 1973. A simple crossdating program for tree-ring research.

Baillie, M.G., 2012. *A slice through time: dendrochronology and precision dating*. Routledge, London, 176 p.

Balcaen, L., Moens, L., & Vanhaecke, F., 2010. Determination of isotope ratios of metals (and metalloids) by means of inductively coupled plasma-mass spectrometry for provenancing purposes—A review. *Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy*, 65(9–10), 769–786.

Banner, J.L., 2004. Radiogenic isotopes: systematics and applications to earth surface processes and chemical stratigraphy. *Earth-Science Reviews*, 65(3–4), 141–194.

Barbaroux, C., Bréda, N., 2002. Contrasting distribution and seasonal dynamics of carbohydrate reserves in stem wood of adult ring-porous sessile oak and diffuse-porous beech trees. *Tree Physiology*. 22(17), 1201–1210.

Bauch, J., & Eckstein, D., 1970. Dendrochronological dating of oak panels of Dutch seventeenth-century paintings. *Studies in Conservation*, 15(1), 45–50.

Bazot, S., Barthes, L., Blanot, D., Fresneau, C., 2013. Distribution of non-structural nitrogen and carbohydrate compounds in mature oak trees in a temperate forest at four key phenological stages. *Trees*, 27(4), 1023–1034.

Beck, W., Sanders, T.G., & Pofahl, U., 2013. CLIMTREG: detecting temporal changes in climate–growth reactions—a computer program using intra-annual daily and yearly moving time intervals of variable width. *Dendrochronologia*, 31(3), 232–241.

Bellarosa R., 1989. Oak (*Quercus spp.*). In: Bajaj Y.P.S. (eds) *Trees II. Biotechnology in Agriculture and Forestry*, vol 5. Springer, Berlin, Heidelberg.

Bernabei, M., & Bontadi, J., 2012. Dendrochronological analysis of the timber structure of the Church of the Nativity in Bethlehem. *Journal of Cultural Heritage*, 13(4), e54–e60.

Bernabei, M., Bontadi, J., & Rognoni, G.R., 2010. A dendrochronological investigation of stringed instruments from the collection of the Cherubini Conservatory in Florence, Italy. *Journal of Archaeological Science*, 37(1), 192–200.

Bernabei, M., Quarta, G., Calcagnile, L., & Macchioni, N., 2007. Dating and technological features of wooden panel painting attributed to Cesare da Sesto. *Journal of Cultural Heritage*, 8(2), 202–208.

Bigler, C., & Bugmann, H., 2003. Growth-dependent tree mortality models based on tree rings. *Canadian Journal of Forest Research*, 33(2), 210–221.

Bill, J., Daly, A., Johnsen, Ø., & Dalen, K.S., 2012. Dendro CT–dendrochronology without damage. *Dendrochronologia*, 30(3), 223–230.

Bodoque, J.M., Díez-Herrero, A., Martín-Duque, J.F., Rubiales, J.M., Godfrey, A., Pedraza, J., ... & Sanz, M.A., 2005. Sheet erosion rates determined by using dendrogeomorphological analysis of exposed tree roots: two examples from Central Spain. *Catena*, 64(1), 81–102.

Bollschweiler, M., Stoffel, M., & Schneuwly, D.M., 2008. Dynamics in debris-flow activity on a forested cone—a case study using different dendroecological approaches. *Catena*, 72(1), 67–78.

Bowen, H.J.M., 1966. Trace elements in biochemistry. Trace elements in biochemistry.

Bowman, S., 1990. Radiocarbon dating (Vol. 1). University of California Press.

Bréda, N., & Granier, A., 1996. Intra-and interannual variations of transpiration, leaf area index and radial growth of a sessile oak stand (*Quercus petraea*). In *Annales des sciences forestières*, 53(2-3), 521–536. EDP Sciences.

Bréda, N., Cochard, H., Dreyer, E., & Granier, A., 1993. Field comparison of transpiration, stomatal conductance and vulnerability to cavitation of *Quercus*

petraea and *Quercus robur* under water stress. In *Annales des Sciences Forestières*, 50(6), 571–582. EDP Sciences.

Breitenmoser, P.D., Brönnimann, S., & Frank, D., 2014. Forward modelling of tree-ring width and comparison with a global network of tree-ring chronologies. *Climate of the Past*, 10(2), 437–449.

Brewer, P.W., 2014. Data management in dendroarchaeology using Tellervo. *Radiocarbon*, 56(4), S79–S83.

Brewer, P.W., Sturgeon, K., Madar, L., & Manning, S.W., 2010. A new approach to dendrochronological data management. *Dendrochronologia*, 28(2), 131–134.

Brewer, S., R. Cheddadi, J.L. De Beaulieu, & M., Reille, 2002. The spread of deciduous *Quercus* throughout Europe since the last glacial period. *Forest Ecology and Management* 156(1–3):27–48.

Bridge, M., 2011. Resource exploitation and wood mobility in northern European oak: dendroprovenancing of individual timbers from the Mary Rose (1510/11–1545). *International Journal of Nautical Archaeology*, 40(2), 417–423.

Brock, F., Higham, T., Ditchfield, P., & Ramsey, C.B., 2010. Current pretreatment methods for AMS radiocarbon dating at the Oxford Radiocarbon Accelerator Unit (ORAU). *Radiocarbon*, 52(1), 103–112.

Bukata, A.R., & Kyser, T.K., 2008. Tree-ring elemental concentrations in oak do not necessarily passively record changes in bioavailability. *Science of the total environment*, 390(1), 275–286.

Bunn, A.G., 2008. A dendrochronology program library in R (dplR). *Dendrochronologia*, 26(2), 115–124.

Büntgen, U., Tegel, W., Nicolussi, K., McCormick, M., Frank, D., Trouet, V., ... & Luterbacher, J., 2011b. 2500 years of European climate variability and human susceptibility. *Science*, 331(6017), 578–582.

Büntgen, U., Trouet, V., Frank, D., Leuschner, H.H., Friedrichs, D., Luterbacher, J., & Esper, J., 2010a. Tree-ring indicators of German summer drought over the last millennium. *Quaternary Science Reviews*, 29(7–8), 1005–1016.

Carleton, T.A., & Hsiang, S.M., 2016. Social and economic impacts of climate. *Science*, 353(6304), aad9837.

Cook, E.R., & Kairiukstis, L.A., (Eds.). 2013. *Methods of dendrochronology: applications in the environmental sciences*. Springer Science & Business Media.

Cook, E.R., Kairiukstis, L.A. (Eds.), 1990. *Methods of Dendrochronology - Applications in the Environmental Sciences*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, p 394.

Cook, E.R., Seager, R., Kushnir, Y., Briffa, K.R., Büntgen, U., Frank, D., ... & Baillie, M., 2015. Old World megadroughts and pluvials during the Common Era. *Science Advances*, 1(10), e1500561.

Čufar, K., 2007. Dendrochronology and past human activity—A review of advances since 2000. *Tree-Ring Research*, 63(1), 47–61.

Čufar, K., De Luis, M., Eckstein, D., & Kajfež-Bogataj, L., 2008. Reconstructing dry and wet summers in SE Slovenia from oak tree-ring series. *International Journal of Biometeorology*, 52(7), 607.

Čufar, K., De Luis, M., Zupančič, M., & Eckstein, D., 2008. A 548-year tree-ring chronology of oak (*Quercus spp.*) for southeast Slovenia and its significance as a dating tool and climate archive. *Tree-ring research*, 64(1), 3–16.

Čufar, K., Grabner, M., Morgós, A., Del Castillo, E.M., Merela, M., & De Luis, M., 2014. Common climatic signals affecting oak tree-ring growth in SE Central Europe. *Trees*, 28(5), 1267–1277.

Cunliffe, B., 2004. *Iron Age communities in Britain: an account of England, Scotland and Wales from the seventh century BC until the Roman conquest*. Routledge.

Degryse, P., Shortland, A., De Muynck, D., Van Heghe, L., Scott, R., Neyt, B., & Vanhaecke, F., 2010. Considerations on the provenance determination of plant ash glasses using strontium isotopes. *Journal of Archaeological Science*, 37(12), 3129–3135.

Domínguez, D.P., Bornay, J.M.G., & Juñent, F.A.R., 2018. Dendroarchaeological dating of Renaissance Mudejar artefacts in western Spain. *Journal of Archaeological Science*, 96, 106–116.

Domínguez-Delmás, M., Driessen, M., García-González, I., van Helmond, N., Visser, R., & Jansma, E., 2014. Long-distance oak supply in mid-2nd century AD revealed: the case of a Roman harbour (Voorburg-Arentsburg) in the Netherlands. *Journal of Archaeological Science*, 41, 642–654.

Douglass, A.E., 1941. Crossdating in dendrochronology. *Journal of Forestry*, 39(10), 825–831.

Ducousso, A., & Bordacs, S., 2003. EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for pedunculate and sessile oaks (*Quercus robur/Quercus petraea*).

Dumolin-Lapègue, S., Pemonge, M.H., Gielly, L., Taberlet, P., & Petit, R. J., 1999. Amplification of oak DNA from ancient and modern wood. *Molecular Ecology*, 8(12), 2137–2140.

Durand, S.R., Shelley, P.H., Antweiler, R.C., & Taylor, H.E., 1999. Trees, chemistry, and prehistory in the American Southwest. *Journal of Archaeological Science*, 26(2), 185–203.

Eckstein, D., & Schweingruber, F., 2009. Dendrochronologia—A mirror for 25 years of tree-ring research and a sensor for promising topics. *Dendrochronologia*, 27(1), 7–13.

Eckstein, D., Ważny, T., Bauch, J., & Klein, P., 1986. New evidence for the dendrochronological dating of Netherlandish paintings. *Nature (UK)*, 320(6061), 465–466.

Eissing, T., & Dittmar, C., 2011. Timber transport and dendro-provenancing in Thuringia and Bavaria. In *Tree Rings, Art, Archaeology. Proceedings of an International Conference*, 137–49.

El Sherbiny, H., 2015. *Studies in Dendro-Egyptology: The laboratory of tree-ring research Egyptian wooden collection* (Doctoral dissertation, University of Arizona).

Ellmers, D., 1985. Flößerei in Vorgeschichte, Römerzeit und Mittelalter. *Flößerei in Deutschland*, Stuttgart, 12–33.

English, N.B., Betancourt, J.L., Dean, J.S., & Quade, J., 2001. Strontium isotopes reveal distant sources of architectural timber in Chaco Canyon, New Mexico. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98(21), 11891–11896.

Esper, J., George, S. S., Anchukaitis, K., D'Arrigo, R., Ljungqvist, F.C., Luterbacher, J., ... & Büntgen, U., 2018. Large-scale, millennial-length temperature reconstructions from tree-rings. *Dendrochronologia*, 50, 81–90.

Esteban, L.G., Martín, J.A., de Palacios, P., & Fernández, F.G., 2012. Influence of region of provenance and climate factors on wood anatomical traits of *Pinus nigra* Arn. subsp. *salzmannii*. *European journal of forest research*, 131(3), 633–645.

Evans, J.A., Montgomery, J., Wildman, G., & Boulton, N., 2010. Spatial variations in biosphere $87\text{Sr}/86\text{Sr}$ in Britain. *Journal of the Geological Society*, 167(1), 1–4.

Eyring, V., Bony, S., Meehl, G.A., Senior, C.A., Stevens, B., Stouffer, R.J., & Taylor, K.E., 2016. Overview of the Coupled Model Intercomparison Project Phase 6 (CMIP6) experimental design and organization. *Geoscientific Model Development (Online)*, 9(LLNL-JRNL-736881).

Ferguson, C.W., 1970. *Concepts and techniques of dendrochronology*.

Fichot, R., Laurans, F., Monclus, R., Moreau, A., Pilate, G., Brignolas, F., 2009. Xylem anatomy correlates with gas exchange, water-use efficiency and growth performance under contrasting water regimes: evidence from *Populus deltoides* x *Populus nigra* hybrids, *Tree Physiology*. 29, 1537–1549.

Fletcher, J., (Ed.), 1978. *Dendrochronology in Europe: principles, interpretations and applications to archaeology and history* (No. 4). BAR.

Fonti, P., & García-González, I., 2008. Earlywood vessel size of oak as a potential proxy for spring precipitation in mesic sites. *Journal of Biogeography*, 35(12), 2249–2257.

Fonti, P., von Arx, G., García-González, I., Eilmann, B., Sass-Klaassen, U., Gärtner, H., & Eckstein, D., 2010. Studying global change through investigation of the plastic responses of xylem anatomy in tree rings. *New Phytologist*, 185(1), 42–53.

Friedrich, M., Remmele, S., Kromer, B., Hofmann, J., Spurk, M., Kaiser, K. F., ... & Küppers, M., 2004. The 12,460-year Hohenheim oak and pine tree-ring chronology from central Europe – a unique annual record for radiocarbon calibration and paleoenvironment reconstructions. *Radiocarbon*, 46(3), 1111–1122.

Friedrichs, D.A., Büntgen, U., Frank, D.C., Esper, J., Neuwirth, B., Löffler, J., 2009. Complex climate controls on 20th century oak growth in Central-West Germany. *Tree physiology*. 29(1), 39–51.

Friedrichs, D.A., Trouet, V., Büntgen, U., Frank, D.C., Esper, J., Neuwirth, B., & Löffler, J., 2009. Species-specific climate sensitivity of tree growth in Central-West Germany. *Trees*, 23(4), 729.

Fritts, H.C., 1966. Growth-rings of trees: their correlation with climate. *Science*, 154(3752), 973–979.

Fritts, H.C., 2012. *Tree rings and climate*. Elsevier.

Fritts, H.C., Vaganov, E.A., Sviderskaya, I.V., & Shashkin, A.V., 1991. Climatic variation and tree-ring structure in conifers: empirical and mechanistic models of tree-ring width, number of cells, cell size, cell-wall thickness and wood density. *Climate Research*, 97 A computer program for simulating cambial activity and ring growth 116.

García-González, I., & Fonti, P., 2008. Ensuring a representative sample of earlywood vessels for dendroecological studies: an example from two ring-porous species. *Trees*, 22(2), 237–244.

García-González, I., Souto-Herrero, M., & Campelo, F., 2016. Ring-porosity and earlywood vessels: a review on extracting environmental information through time. *Iawa Journal*, 37(2), 295–314.

García-Suárez, A.M., Butler, C.J., Baillie, M.G.L., 2009. Climate signal in tree-ring chronologies in a temperate climate: a multi-species approach. *Dendrochronologia*, 27(3):183–198.

Geihofer, D., Grabner, M., Gelhart, J., Wimmer, R., & Fuchsberger, H., 2005. New master chronologies from historical and archaeological timber in Eastern Austria. *Proceedings of the EuroDendro*, 50–51.

Giachi, G., Lazzeri, S., Lippi, M.M., Macchioni, N., & Paci, S., 2003. The wood of “C” and “F” Roman ships found in the ancient harbour of Pisa (Tuscany, Italy): the utilisation of different timbers and the probable geographical area which supplied them. *Journal of Cultural Heritage*, 4(4), 269–283.

González, I.G., & Eckstein, D., 2003. Climatic signal of earlywood vessels of oak on a maritime site. *Tree Physiology*, 23(7), 497–504.

González-González, B.D., Rozas, V., & García-González, I., 2014. Earlywood vessels of the sub-Mediterranean oak *Quercus pyrenaica* have greater plasticity and sensitivity than those of the temperate *Q. petraea* at the Atlantic–Mediterranean boundary. *Trees*, 28(1), 237–252.

Gori, Y., Wehrens, R., La Porta, N., & Camin, F., 2015. Oxygen and hydrogen stable isotope ratios of bulk needles reveal the geographic origin of Norway spruce in the European Alps. *PLoS one*, 10(3), e0118941.

Gosz, J.R., & Moore, D.I., 1989. Strontium isotope studies of atmospheric inputs to forested watersheds in New Mexico. *Biogeochemistry*, 8(2), 115–134.

Gosz, J.R., & Moore, D.I., 1989. Strontium isotope studies of atmospheric inputs to forested watersheds in New Mexico. *Biogeochemistry*, 8(2), 115–134.

Grace, J., Berninger, F., & Nagy, L., 2002. Impacts of climate change on the tree line. *Annals of botany*, 90(4), 537–544.

Graustein, W.C., & Armstrong, R.L., 1983. The use of strontium-87/strontium-86 ratios to measure atmospheric transport into forested watersheds. *Science*, 219(4582), 289–292.

Gray B.M., Pilcher J.R., 1983. Testing the significance of summary response functions, *Tree-Ring Bulletin*. 43, 31–38.

Gričar, J., 2013. Influence of Temperature on cambial activity and cell differentiation in *Quercus sessiliflora* and *Acer pseudoplatanus* of. *Drvna industrija*. 64(2), 95–105.

Gričar, J., De Luis, M., Hafner, P., Levanič, T., 2013. Anatomical characteristics and hydrologic signals in tree-rings of oaks (*Quercus robur* L.). *Trees*, 27(6), 1669–1680.

Griggs, C., DeGaetano, A., Kuniholm, P., & Newton, M., 2007. A regional high-frequency reconstruction of May–June precipitation in the north Aegean from oak tree rings, AD 1089–1989. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, 27(8), 1075–1089.

Groves, C., & English Heritage, Portsmouth (United Kingdom). Centre for Archaeology; (2002). *Dendrochronological Analysis of Conifer Timbers from Danson House and Danson Stables, Bexley, Kent*. English Heritage, Centre for Archaeology.

Grynaeus, A., 2000. Dendrochronology and history. *Dating Undated Medieval Charters*, 213–220.

Guin, O., Naveau, P., & Boreux, J.J., 2018. Extracting a Common Signal in Tree Ring Widths with a Semi-parametric Bayesian Hierarchical Model. *Journal of Agricultural, Biological and Environmental Statistics*, 23(4), 550–565.

Hajj, F., Poszwa, A., Bouchez, J., & Guérol, F., 2017. Radiogenic and “stable” strontium isotopes in provenance studies: a review and first results on archaeological wood from shipwrecks. *Journal of Archaeological Science*, 86, 24–49.

Haneca, K., Čufar, K., & Beeckman, H., 2009. Oaks, tree-rings and wooden cultural heritage: a review of the main characteristics and applications of oak dendrochronology in Europe. *Journal of Archaeological Science*, 36(1), 1–11.

Haneca, K., Ważny, T., Van Acker, J., & Beeckman, H., 2005. Provenancing Baltic timber from art historical objects: success and limitations. *Journal of Archaeological Science*, 32(2), 261–271.

Helama, S., Melvin, T.M., & Briffa, K.R., 2017. Regional curve standardization: State of the art. *The Holocene*, 27(1), 172–177.

Hollstein, E., 1980. *Mitteleuropäische Eichenchronologie: Trierer dendrochronologische Forschungen zur Archäologie und Kunstgeschichte (Vol. 11)*. P. von Zabern.

Holmes, R.L., 1983. Computer-assisted quality control in tree-ring dating and measurement.

Horacek, M., 2012. Christmas tree production in Europe: Control of declared geographical origin by stable isotope analysis—a pilot study. *Die Bodenkultur*, 35(63), 1.

Horacek, M., Jakusch, M., & Krehan, H., 2009. Control of origin of larch wood: discrimination between European (Austrian) and Siberian origin by stable isotope analysis. *Rapid Communications in Mass Spectrometry: An International Journal Devoted to the Rapid Dissemination of Up-to-the-Minute Research in Mass Spectrometry*, 23(23), 3688–3692.

Howard, R.A., & Wilson, B.F., 1972. A stochastic model for cambial activity. *Botanical Gazette*, 133(4), 410–414.

Hsiang, S.M., Burke, M., & Miguel, E., 2013. Quantifying the influence of climate on human conflict. *Science*, 341(6151), 1235367.

Hughes, M.K., Kuniholm, P. I., Eischeid, J.K., Garfin, G., Griggs, C.B., & Latini, C., 2001. Aegean tree-ring signature years explained.

Jansma, E., 1992. Dendrochronological methods to determine the origin of oak timber: A case study on wood from 's-Hertogenbosch. *Helinium*, 32(1-2), 195-214.

Jansma, E., Haneca, K., & Kosian, M., 2014. A dendrochronological reassessment of three Roman boats from Utrecht (the Netherlands): evidence of inland navigation between the lower-Scheldt region in Gallia Belgica and the limes of Germania inferior. *Journal of Archaeological Science*, 50, 484-496.

Jansma, E., van Lanen, R.J., Brewer, P.W., & Kramer, R., 2012. The DCCD: a digital data infrastructure for tree-ring research. *Dendrochronologia*, 30(4), 249-251.

Jansma, E., van Lanen, R.J., Sturgeon, K., Mohlke, S., & Brewer, P.W., 2012. TRiDaBASE: A stand-alone database for storage, analysis and exchange of dendrochronological metadata. *Dendrochronologia*, 30(3), 209-211.

Jevšenak, J., & Levanič, T., 2018. dendroTools: R package for studying linear and nonlinear responses between tree-rings and daily environmental data. *Dendrochronologia*, 48, 32-39.

Jungclaus, J., Bard, E., Baroni, M., Braconnot, P., Cao, J., Chini, L., ... & Hurtt, G., 2017. The PMIP4 contribution to CMIP6-Part 3: The last millennium, scientific objective, and experimental design for the PMIP4 past1000 simulations. *Geoscientific Model Development Discussions*, 10(11), 4005-4033.

Kadas, M., 2016. Greyscale-density calibration of an industrial CT scanner for wood microdensitometry (Doctoral dissertation, Stellenbosch: Stellenbosch University).

Kaennel, M., Schweingruber, F.H., 1995. *Multilingual Glossary of Dendrochronology. Terms and Definitions in English, German, French, Spanish, Italian, Portuguese, and Russian*, Paul Haupt, Birmensdorf.

Kagawa, A., & Leavitt, S.W., 2010. Stable carbon isotopes of tree rings as a tool to pinpoint the geographic origin of timber. *Journal of wood science*, 56(3), 175-183.

Kalicki, T., & Krąpiec, M., 1995. Problems of dating alluvium using buried subfossil tree trunks: lessons from the 'black oaks' of the Vistula Valley, Central Europe. *The Holocene*, 5(2), 243-250.

Kanatjev, A.G., Shumilov, O.I., & Kasatkina, E.A., 2014. Software for dendrochronological measurements. *Instruments and Experimental Techniques*, 57(2), 214-217.

Kern, Z., & Popa, I., 2016. Dendrochronological and radiocarbon analyses of subfossil oaks from the foothills of the Romanian Carpathians. *Geochronometria*, 43(1), 113–120.

Kern, Z., Grynaeus, A., & Morgós, A., 2009. Reconstructed precipitation for southern Bakony Mountains (Transdanubia, Hungary) back to 1746 AD based on ring widths of oak trees. *Időjárás*, 113(4), 299–314.

Klein, T., 2014. The variability of stomatal sensitivity to leaf water potential across tree species indicates a continuum between isohydric and anisohydric behaviours. *Functional Ecology*, 28(6), 1313–1320.

Klesse, S., Weigt, R., Treydte, K., Saurer, M., Schmid, L., Siegwolf, R.T., & Frank, D.C., 2018. Oxygen isotopes in tree rings are less sensitive to changes in tree size and relative canopy position than carbon isotopes. *Plant, cell & environment*, 41(12), 2899–2914.

Kolář, T., Kyncl, T., & Rybníček, M., 2012. Oak chronology development in the Czech Republic and its teleconnection on a European scale. *Dendrochronologia*, 30(3), 243–248.

Köse, N., Aydın, A., Akkemik, Ü., Yurtseven, H., & Güner, T., 2010. Using tree-ring signals and numerical model to identify the snow avalanche tracks in Kastamonu, Turkey. *Natural Hazards*, 54(2), 435–449.

Kulakowski, D., Rixen, C., & Bebi, P., 2006. Changes in forest structure and in the relative importance of climatic stress as a result of suppression of avalanche disturbances. *Forest Ecology and Management*, 223(1–3), 66–74.

Kuniholm, P.I., 2001. *Dendrochronology and other applications of tree-ring studies in archaeology*. J. Wiley & Sons.

Lacointe, A., Deleens, E., Améglio, T., Saint-Joanis, B., Lelarge, C., Vandame, M., Song, G.C., Daudet, F.A., 2004. Testing the branch autonomy theory: A $^{13}\text{C}/^{14}\text{C}$ double-labelling experiment on differentially shaded branches. *Plant Cell Environment*. 27, 1159–1168.

Larsson, L.A., & Larsson, P.O., 2006. *Cybis. Se: Technical Writing, Software Development, Dendrochronology*.

Lebourgeois, F., Cousseau, G., Ducos, Y., 2004. Climate-tree-growth relationships of *Quercus petraea* Mill. Stand in the Forest of Bercé (“Futaie des Clos”, Sarthe, France). *Ann For Sci*, 61(4):361–372.

Levanič, T., 2007. ATRICS—a new system for image acquisition in dendrochronology. *Tree-Ring Research*, 63(2), 117–123.

Li, G., Harrison, S.P., & Prentice, I.C., 2018. A new theoretical approach to isolating the climate record from tree rings. In *EGU General Assembly Conference Abstracts*, 20:3998.

- Liang, W., Heinrich, I., Simard, S., Helle, G., Liñán, I.D., & Heinken, T., 2013. Climate signals derived from cell anatomy of Scots pine in NE Germany. *Tree physiology*, 33(8), 833–844.
- Libby, W.F., & Johnson, F., 1955. Radiocarbon dating (Vol. 2). Chicago: University of Chicago Press.
- Liese, W., & Bauch, J., 1965. Das Alter der Bremer Kogge. *Bremisches Jahrbuch*, 50(1).
- Longin, R., 1971. New method of collagen extraction for radiocarbon dating. *Nature*, 230(5291), 241.
- Luterbacher, J., Werner, J.P., Smerdon, J.E., Fernández-Donado, L., González-Rouco, F.J., Barriopedro, D., ... & Esper, J., 2016. European summer temperatures since Roman times. *Environmental research letters*, 11(2), 024001.
- M. Mina, D., Martin-Benito, H., Bugmann, M., Forward, C., 2016. modeling of tree-ring width improves simulation of forest growth responses to drought *Agric. For. Meteorol.*, 221:13–33.
- Malik, I., 2008. Dating of small gully formation and establishing erosion rates in old gullies under forest by means of anatomical changes in exposed tree roots (Southern Poland). *Geomorphology*, 93(3–4), 421–436.
- Manning, K., Timpson, A., Colledge, S., Crema, E., Edinborough, K., Kerig, T., & Shennan, S., 2014. The chronology of culture: a comparative assessment of European Neolithic dating approaches. *Antiquity*, 88(342), 1065–1080.
- Manning, S.W., Dee, M.W., Wild, E.M., Ramsey, C.B., Bandy, K., Creasman, P.P., ... & Steier, P., 2014. High-precision dendro-14C dating of two cedar wood sequences from First Intermediate Period and Middle Kingdom Egypt and a small regional climate-related 14C divergence. *Journal of Archaeological Science*, 46, 401–416.
- Martínez-Sancho, E., Dorado-Liñán, I., Gutiérrez Merino, E., Matiu, M., Helle, G., Heinrich, I., & Menzel, A., 2018. Increased water-use efficiency translates into contrasting growth patterns of Scots pine and sessile oak at their southern distribution limits. *Global change biology*, 24(3), 1012–1028.
- McCarroll, D., & Loader, N.J., 2004. Stable isotopes in tree rings. *Quaternary Science Reviews*, 23(7–8), 771–801.
- McDonald, L., Chivall, D., Miles, D., & Ramsey, C.B., 2019. Seasonal variations in the 14 C Content of Tree Rings: Influences on Radiocarbon Calibration and Single-Year Curve Construction. *Radiocarbon*, 61(1), 185–194.
- Meehl, G.A., Stocker, T.F., Collins, W.D., Friedlingstein, P., Gaye, T., Gregory, J.M., & Raper, S.C., 2007. Global climate projections.

Melvin, T.M., & Briffa, K.R., 2008. A “signal-free” approach to dendroclimatic standardisation. *Dendrochronologia*, 26(2), 71–86.

Miles, D.W.H., 2002. The tree-ring dating of the roof carpentry of the eastern chapels, north nave triforium, and north porch, Salisbury Cathedral, Wiltshire. English Heritage.

Miles, D.W.H., 2002. The tree-ring dating of the thirteenth-century nave doors at Salisbury Cathedral, Wiltshire. English Heritage.

Nagavciuc, V., Ionita, M., Perşoiu, A., Popa, I., Loader, N.J., & McCarroll, D., 2019. Stable oxygen isotopes in Romanian oak tree rings record summer droughts and associated large-scale circulation patterns over Europe. *Climate Dynamics*, 52(11), 6557–6568.

Nash, S.E., 1999. *Time, Trees, and Prehistory: Tree-Ring Dating and the Development of North American Archaeology, 1914-1950*. University of Utah Press.

Nechita, C., Čufar, 2019. Best climate dataset for dendroclimatological studies of oaks in the South Carpathians. (in press)

Nechita, C., Popa, I., & Eggertsson, Ó., 2017. Climate response of oak (*Quercus spp.*), an evidence of a bioclimatic boundary induced by the Carpathians. *Science of the Total Environment*, 599, 1598–1607.

Netsvetov, M., Prokopuk, Y., Puchałka, R., Koprowski, M., Klisz, M., & Romenskyy, M. (2019). River Regulation Causes Rapid Changes in Relationships Between Floodplain Oak Growth and Environmental Variables. *Frontiers in plant science*, 10.

Nixon, K.C., 2008. An overview of *Quercus*: classification and phylogenetics with comments on differences in wood anatomy. In *The proceedings of the 2nd national oak wilt symposium*. International Society of Arboriculture–Texas Chapter (pp. 13–25).

Ostapchuk, V., Bennett, J., Bilyayeva, S., Fialko, O., Finkel, C., Haddlesey, R., & Ważny, T., 2009. Historical-archaeological investigations at Akkerman (Bilhorod-Dnistrovsky) fortress, Ukraine 2009. *Anatolian Archaeology*, 15, 6–7.

Pearson, C.L., Griggs, C.B., Kuniholm, P.I., Brewer, P.W., Ważny, T., & Canady, L., 2012. Dendroarchaeology of the mid-first millennium AD in Constantinople. *Journal of Archaeological Science*, 39(11), 3402–3414.

Pérez-de-Lis, G., Rozas, V., Vázquez-Ruiz, R.A., & García-González, I., 2018. Do ring-porous oaks prioritize earlywood vessel efficiency over safety? Environmental effects on vessel diameter and tyloses formation. *Agricultural and forest meteorology*, 248, 205–214.

Perone, A., Coccozza, C., Cherubini, P., Bachmann, O., Guillong, M., Lasserre, B., ... & Tognetti, R., 2018. Oak tree-rings record spatial-temporal pollution trends

from different sources in Terni (Central Italy). *Environmental Pollution*, 233, 278–289.

Petit, R.J., Brewer, S., Bordacs, S., Burg, K., Cheddadi, R., Coart, E., & Cottrell, J., 2002. Range wide distribution of chloroplast DNA diversity and pollen deposits in European white oaks: inferences about colonisation routes and management of oak genetic resources. *Forest Ecology and Management*, 156, 49–74.

Pilcher, J.R., & Gray, B., 1982. The relationships between oak tree growth and climate in Britain. *The journal of ecology*, 297–304.

Pilcher, J.R., Baillie, M.G., Schmidt, B., & Becker, B., 1984. A 7,272-year tree-ring chronology for western Europe. *Nature*, 312(5990), 150.

Pollard, A.M., 2011. Isotopes and impact: a cautionary tale. *Antiquity*, 85(328), 631–638.

Poszwa, A., Ferry, B., Dambrine, E., Pollier, B., Wickman, T., Loubet, M., & Bishop, K., 2004. Variations of bioavailable Sr concentration and 87 Sr/86 Sr ratio in boreal forest ecosystems. *Biogeochemistry*, 67(1), 1–20.

Pouzet, P., Robin, M., Decaulne, A., Gruchet, B., & Maanan, M., 2018. Sedimentological and dendrochronological indicators of coastal storm risk in western France. *Ecological Indicators*, 90, 401–415.

Prokop, O., Kolář, T., Büntgen, U., Kyncl, J., Kyncl, T., Bošela, M., ... & Rybníček, M., 2016. On the palaeoclimatic potential of a millennium-long oak ring width chronology from Slovakia. *Dendrochronologia*, 40, 93–101.

Pukienė, R., & Ožalas, E., 2007. Medieval oak chronology from the Vilnius Lower Castle. *Dendrochronologia*, 24(2–3), 137–143.

Rădoane, M., Nechita, C., Chiriloaei, F., Rădoane, N., Popa, I., Roibu, C., & Robu, D., 2015. Late Holocene fluvial activity and correlations with dendrochronology of subfossil trunks: Case studies of northeastern Romania. *Geomorphology*, 239, 142–159.

Rathgeber, C.B.K., Rossi, S., and Bontemps, J.D., 2011. Cambial activity related to tree size in a mature silver-fir plantation. *Annals of Botany*. 108, 429–438.

Reynolds, A.C., Betancourt, J.L., Quade, J., Patchett, P.J., Dean, J.S., & Stein, J., 2005. 87Sr/86Sr sourcing of ponderosa pine used in Anasazi great house construction at Chaco Canyon, New Mexico. *Journal of Archaeological Science*, 32(7), 1061–1075.

Rich, S., Manning, S. W., Degryse, P., Vanhaecke, F., Latruwe, K., & Van Lerberghe, K., 2016. To put a cedar ship in a bottle: Dendroprovenancing three ancient East Mediterranean watercraft with the 87Sr/86Sr isotope ratio. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 9, 514–521.

Rich, S., Manning, S.W., Degryse, P., Vanhaecke, F., Latruwe, K., & Van Lerberghe, K., 2016. To put a cedar ship in a bottle: Dendroprovenancing three ancient East Mediterranean watercraft with the $87\text{Sr}/86\text{Sr}$ isotope ratio. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 9, 514–521.

Rinn, F., 2003. TSAP-Win professional, Time series analysis and presentation for dendrochronology and related applications. Version 0.3, Quick reference.

Roberts, N., 2013. *The Holocene: an environmental history*. John Wiley & Sons.

Rozas, V., 2005. Dendrochronology of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) in an old-growth pollarded woodland in northern Spain: tree-ring growth responses to climate. *Annals of forest Science*. 62(3), 209–218.

Šamonil, P., Antolík, L., Svoboda, M., & Adam, D., 2009. Dynamics of windthrow events in a natural fir-beech forest in the Carpathian Mountains. *Forest Ecology and Management*, 257(3), 1148–1156.

Scharnweber, T., Hevia, A., Buras, A., van der Maaten, E., & Wilmking, M., 2016. Common trends in elements? Within-and between-tree variations of wood-chemistry measured by X-ray fluorescence—A dendrochemical study. *Science of the Total Environment*, 566, 1245–1253.

Schaub, M., Büntgen, U., Kaiser, K.F., Kromer, B., Talamo, S., Andersen, K.K., & Rasmussen, S.O., 2008. Lateglacial environmental variability from Swiss tree rings. *Quaternary Science Reviews*, 27(1–2), 29–41.

Schenk, W., 1996. *Waldnutzung, Waldzustand und regionale Entwicklung in vorindustrieller Zeit im mittleren Deutschland: historisch-geographische Beiträge zur Erforschung von Kulturlandschaften in Mainfranken und Nordhessen (Vol. 117)*. F. Steiner.

Schweingruber, F.H., 1996. *Tree rings and environment: dendroecology*. Paul Haupt AG Bern.

Schweingruber, F.H., 2012. *Tree rings: basics and applications of dendrochronology*. Springer Science & Business Media.

Sigl, M., Winstrup, M., McConnell, J.R., Welten, K.C., Plunkett, G., Ludlow, F., ... & Fischer, H., 2015. Timing and climate forcing of volcanic eruptions for the past 2,500 years. *Nature*, 523(7562), 543.

Slovak, N.M., & Paytan, A., 2012. Applications of Sr isotopes in archaeology. In *Handbook of environmental isotope geochemistry* (pp. 743–768). Springer, Berlin, Heidelberg.

Souto-Herrero, M., Rozas, V., & García-González, I., 2018. Earlywood vessels and latewood width explain the role of climate on wood formation of *Quercus*

pyrenaica Willd. across the Atlantic-Mediterranean boundary in NW Iberia. *Forest Ecology and Management*, 425, 126–137.

Speer, J.H., 2010. *Fundamentals of tree-ring research*. Tucson, AZ: University of Arizona Press.

Speirs, A.K., McConnachie, G., & Lowe, A., 2009. Chloroplast DNA from 16th century waterlogged oak in a marine environment: initial steps in sourcing the Mary Rose timbers. *Archaeological science under a microscope: studies in residue and ancient DNA analysis in honour of Thomas H. Loy*. *Terra Australis*, 30, 175–189.

St George, S., & Esper, J., 2018. The need for new theory in global dendroclimatology. In *EGU General Assembly Conference Abstracts*, 20, 3043.

Stevens, D.W., 1975. A computer program for simulating cambial activity and ring growth.

Stoffel, M., 2010. Magnitude–frequency relationships of debris flows—A case study based on field surveys and tree-ring records. *Geomorphology*, 116(1–2), 67–76.

Stojanović, D.B., Levanič, T., Matović, B., & Orlović, S., 2015. Growth decrease and mortality of oak floodplain forests as a response to change of water regime and climate. *European Journal of Forest Research*, 134(3), 555–567.

Stokes, M.A., 1996. *An introduction to tree-ring dating*. University of Arizona Press.

Stuiver, M., & Pearson, G.W., 1986. High-precision calibration of the radiocarbon time scale, AD 1950–500 BC. *Radiocarbon*, 28(2B), 805–838.

Stuiver, M., Reimer, P.J., Bard, E., Beck, J.W., Burr, G.S., Hughen, K.A., ... & Spurk, M., 1998. INTCAL98 radiocarbon age calibration, 24,000–0 cal BP. *Radiocarbon*, 40(3), 1041–1083.

Tantau, I., Reille, M., de Beaulieu, J.L., Farcas, S., Goslar, T., & Paterne, M., 2003. Vegetation history in the eastern Romanian Carpathians: pollen analysis of two sequences from the Mohoș crater. *Vegetation History and Archaeobotany*, 12(2), 113–125.

Taylor, R.E., & Bar-Yosef, O., 2016. *Radiocarbon dating: an archaeological perspective*. Routledge.

Tech, R., 2010. *TSAP-Win: Time Series Analysis and Presentation for Dendrochronology and Related Applications, Version 0*. Heidelberg, Germany.

Thompson, J.D., 2005. *Plant evolution in the Mediterranean*. Oxford University Press on Demand.

Tolwinski-Ward, S.E., Evans, M.N., Hughes, M.K., & Anchukaitis, K.J., 2011. An efficient forward model of the climate controls on interannual variation in tree-ring width. *Climate Dynamics*, 36(11-12), 2419–2439.

Topham, J., & McCormick, D. (2000). FOCUS: A dendrochronological investigation of stringed instruments of the Cremonese School (1666–1757) including “The Messiah” violin attributed to Antonio Stradivari. *Journal of Archaeological Science*, 27(3), 183–192.

Traoré, M., Kaal, J., & Cortizas, A.M., 2018. Chemometric tools for identification of wood from different oak species and their potential for provenancing of Iberian shipwrecks (16th-18th centuries AD). *Journal of Archaeological Science*, 100, 62–73.

Trouillier, M., van der Maaten-Theunissen, M., Scharnweber, T., Würth, D., Burger, A., Schnittler, M., & Wilmking, M., 2019. Size matters – a comparison of three methods to assess age-and size-dependent climate sensitivity of trees. *Trees*. 33(1), 183–192.

Tutin, T.G., Heywood, V.H., Burges, N.A., Valentine, D.H., Walters, S.M. & Webb, D.A., 1964. *Flora Europaea*. Cambridge University Press, Cambridge.

Vaganov, E.A., Hughes, M.K., & Shashkin, A.V., 2006. Growth dynamics of conifer tree rings: images of past and future environments (Vol. 183). Springer Science & Business Media.

van der Maaten, E., Bouriaud, O., van der Maaten-Theunissen, M., Mayer, H., Spiecker, H., 2013. Meteorological forcing of day-to-day stem radius variations of beech is highly synchronic on opposing aspects of a valley. *Agricultural and Forest Meteorology*. 181, 85–93.

Vanhaecke, F., Balcaen, L., & Malinovsky, D., 2009. Use of single-collector and multi-collector ICP-mass spectrometry for isotopic analysis. *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*, 24(7), 863–886.

Vašíčková, I., Šamonil, P., Král, K., Ubilla, A.E.F., Daněk, P., & Adam, D., 2019. Driving factors of the growth response of *Fagus sylvatica* L. to disturbances: A comprehensive study from Central-European old-growth forests. *Forest Ecology and Management*, 444, 96–106.

Vasiliev, S.S., & Dergachev, V.A., 2018. Approximately 2400-Year Cycle in the Concentration of Cosmogenic Radionuclides: Sources of Variations. *Physics of Atomic Nuclei*, 81(3), 409–416.

Wagner, D.M., Klunk, J., Harbeck, M., Devault, A., Waglechner, N., Sahl, J.W., ... & Poinar, D., 2014. *Yersinia pestis* and the Plague of Justinian 541–543 AD: a genomic analysis. *The Lancet infectious diseases*, 14(4), 319–326.

Ważny, T., 2002. Baltic timber in Western Europe—an exciting dendrochronological question. *Dendrochronologia*, 20(3), 313–320.

Ważny, T., 2005. The Origin, Assortment, and Transport of Baltic Timber. van de Velde u. a.

Weitz, A., Charruadas, P., Fraiture, P., & Hoffsummer, P., 2016. Roof Frames in the Built Heritage of Brussels (Belgium): The contribution of dendrochronology and written sources. *Tree Rings in Archaeology, Climatology and Ecology*, 14.

Wigley, T.M.L., Jones, P.D., & Briffa, K.R., 1987. Cross-dating methods in dendrochronology. *Journal of Archaeological Science*, 14(1), 51–64.

Wilson, B.F., & Howard, R.A., 1968. A computer model for cambial activity. *Forest Science*, 14(1), 77–90.

Wilson, R., Anchukaitis, K., Briffa, K.R., Büntgen, U., Cook, E., D'arrigo, R., ... & Hegerl, G., 2016. Last millennium northern hemisphere summer temperatures from tree rings: Part I: The long-term context. *Quaternary Science Reviews*, 134, 1–18.

Wimmer, R., & Grabner, M., 1998. Standardchronologien in Österreich als Basis für die dendrochronologische Datierung. *Archäologie Österreichs*, 9(2), 79–85.

Zanetto, A., Roussel, G., & Kremer, A., 1994. Geographic variation of inter-specific differentiation between *Quercus robur* L. and *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. *Forest Genetics*, 1(2), 111–123.

Zunde, M., 1999. Timber export from old Riga and its impact on dendrochronological dating in Europe. *Dendrochronologia*, 16(17), 119–130.

II. Crearea seriei de referință pentru stejar (*Quercus* spp.) în Maramureș

Cele aproximativ 100 de biserici din lemn construite în Maramureș înainte de anii 1850, reprezintă o parte integrantă a patrimoniului cultural național și universal (Babos, 1996). Doar unele dintre acestea au fost investigate dendrocronologic cu scopul de a stabili data precisă a edificării lor. Informații precise cu privire la perioada în care au fost construite sau resurse folosite nu sunt disponibile, în cele mai multe cazuri. Dendrocronologia reprezintă cel mai util instrument pentru identificarea perioadei și contextului istoric din care fac parte, datorită accesibilității metodei și a existenței prezentei cronologii de referință pentru specia stejar în Maramureș.

În majoritatea cazurilor, lemnul folosit pentru construcții aparține speciilor de stejar, brad sau molid. Speciile genului *Quercus* spp. reprezintă cea mai importantă sursă de lemn arheologic din Europa și implicit din România. Un număr mare de clădiri – monument au fost construite într-un spațiu geografic relativ redus din specii lemnoase existente din abundență în zonă, acest fapt indicând proveniența locală a materiei prime. Prezența rezervelor de stejar în zonele de deal și văilor intramontane, a permis utilizarea acestuia ca primă resursă naturală în domeniul construcțiilor, încă din cele mai vechi timpuri.

Procesul de datare dendrocronologică în Maramureș s-a început încă din anii 1997, prin eforturile depuse de Ólafur Eggertsson și Alexandru Dumitru Baboș. Aceștia au colectat probe de la 20 de biserici și 5 case, reprezentând 417 carote. Un număr de 10 carote de la arbori vii au fost de asemenea prelevate cu acoperire temporală între 1718 și 1995. Probele de lemn viu au fost corelate cu o cronologie din sud estul Poloniei (aproximativ 300 km la nord de Maramureș, Kosobudy), pentru a testa poziționarea în timp a seriilor individuale incluse în cronologia medie pentru Maramureș.

Rezultatele au indicat asemănare între cele două serii dendrocronologice, $t_{\text{value}}=6.02$. Cronologia medie construită de Ólafur Eggertsson și Alexandru Dumitru

Baboș în Maramureș ce acoperă temporal perioada cuprinsă între 1406 și 1995 (589 de ani), de asemenea a fost testată folosindu-se două cronologii din Polonia (Ważny și Eckstein, 1991). Valorile testului t_{value} comparativ cu cronologia standard din sudul Poloniei (regiunea Cracovia) și Silezia (regiunea Wroclaw) sunt bune ($t_{\text{value}}=6,9 / t_{\text{value}}=6,4$).

Specificul cronologiei inițiale este dat de faptul că parte din probele prelevate au fost date, după cum este cazul bisericilor din Ferești, Hotieni, Bârsana, Breb, Cornești, Hărnicești, Rona de Sus, Sârbi Susani, Strâmtura. Unele edificii, mai precis șase dintre cele care au fost supuse analizei, nu s-au datat dendrocronologic, indicându-se o poziționare probabilă între anumite secole. Autorii au explicat imposibilitatea datării prin variabilitatea mare a creșterii la stejari în zona de studiu. Rezultatele obținute de predecesorii noștri au reprezentat motivarea prezentei lucrării. Astfel, noi am preluat parte din probele existente și am contribuit cu informații noi referitoare la acoperirea spațială și temporală a cronologiei. Perioadele critice reprezentate și replicația redusă a seriilor componente de arbori vii s-au îmbunătățit de la 10 serii dendrocronologice individuale la 395 de serii.

Un alt punct slab al cronologiei inițiale a fost acoperirea și reprezentativitatea în perioada 1700-1800. Astfel, pentru lemnul viu s-a utilizat un număr redus de arbori vii a căror vârstă de 278 de ani a permis alungirea cronologiei cu serii de inele de creștere până în apropierea anilor 1700. Suprapunerea celor două cronologii de lemn istoric s-a realizat în mare parte peste lemnul juvenil al arborilor vii, care prezintă condiții de creștere diferite de cele ale lemnului matur. Rezultatul îl reprezintă scăderea valorilor parametrilor statistici care definesc credibilitatea cronologiei. Mai mult, prin studiul nostru am reușit extinderea în timp a cronologiei pentru perioada 1236-2016 (Nechita și al., 2018).

O atenție deosebită am acordat formării cronologiei medii ca urmare a faptului că din 395 de serii pentru arborii vii, doar 271 au fost integrate în cronologia medie regională rezultantă. Peste 30% dintre serii nu au îndeplinit criteriile de reprezentativitate, motiv pentru care au fost excluse, deși în analizele

locale au indicat valori statistice mari ale coeficienților de corelație. Astfel, am evaluat detaliat răspunsul arborilor la factorii de mediu pentru a estima reprezentativitatea cronologiei medii regionale atât pentru zona Maramureșului cât și pentru zonele adiacente.

Prezența unor arborete cu vârste înaintate, a permis realizarea unei rețele de serii dendrocronologice care corespunde principiilor dendrocronologiei, cu aplicabilitate în dendroecologie, dendroclimatologie și dendroarheologie. Din lemnul viu s-au prelevat probe aparținând speciilor de stejar pedunculat (*Quercus robur* L.) și gorun [*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.], provenite din ecosisteme forestiere cu caracteristici staționale reprezentative. Am colectat probe separat de la cele două specii, luând în calcul și variabilitatea inter-specifică ca potențială cauză în imposibilitatea efectuării procesului de datare. Un număr de 12 suprafețe de probă incluzând Depresiunea Maramureșului și zonele adiacente Câmpiei Someșului au fost investigate (Fig. 2.1).

Rețeaua nou formată de serii dendrocronologice locale se află într-o dinamică continuă, atât în ceea ce privește lemnul provenit de la arborii vii, cât și pentru lemnul istoric. Considerăm necesară extinderea cronologiei medii în timp, care se poate realiza prin prelevarea unui număr mare de probe de lemn istoric. Râurile din zonă (Iza, Someș) pot reprezenta o sursă de lemn subfosil, pentru alungirea cronologiei în timp.

Materialul folosit în prezentul studiu provine dintr-o rețea de suprafețe de probă distribuită spațial în depresiunea Maramureșului și zonele adiacente, astfel încât au fost surprinse în mare parte toate condițiile ecosistemice naturale locale și regionale. Pentru a stabili aria de reprezentativitate a cronologiei de referință pentru stejar, din Maramureș, s-au investigat și zone din vecinătate care indică condiții relativ asemănătoare, reprezentate de Câmpia inferioară a Someșului. Suprafețele de probă s-au localizat la altitudini cuprinse între 119 m.a.s.l. (Satu Mare – Rezervația Naturală Pădurea Noroieni) și 669 m.a.s.l. (Rona de Sus, rezervație de semințe).

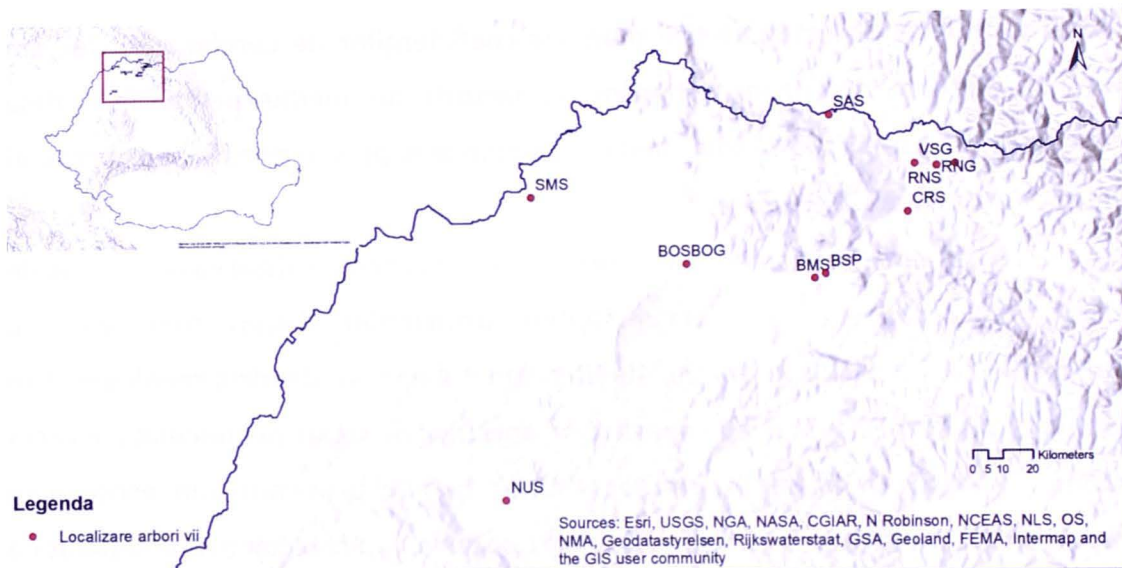


Fig. 2.1. Poziționarea geografică a suprafețelor de probă din care au fost prelevate carote de creștere radială de la arborii vii.

2.1. Materialul și metodologia elaborării cronologiei medii regionale

Pentru a obține o cronologie de referință pentru arborii vii cu acoperire cât mai mare în timp s-au prelevat, preponderent, probe din exemplarele localizate în arii protejate (Fig. 2.1). Astfel, s-a extras câte o singură carotă de la fiecare arbore inventariat, pentru a evita deprecierea fiziologică a exemplarelor deja afectate de declin datorat vârstei și condițiilor staționale locale. Un număr de 395 de carote de creștere s-au prelevat cu burghiul Pressler de la înălțimea de 1,30 m de la sol. Pentru fiecare suprafață de probă s-a realizat o cronologie medie locală.

Probele au fost prelucrate conform metodologiei clasice dendrocronologie (Speer, 2010). La birou acestea au fost scanate la rezoluție mare (până la 2,400 pixeli), cu ajutorul scannerului Epson Expression A3 11000XL Pro folosind programul SilverFast Ai v.8.7. Imaginile au fost folosite pentru vectorizarea limitelor intra-anuale ale inelelor de creștere, folosindu-se programul informatic CooRecorder v.9.0 (Larsson și Larsson, 2017) și a rutinelor Windows. Seriile de timp aferente fiecărei probe au fost interdate vizual și statistic folosind rutinele

informatice CDendro și COFECHA (Holmes, 1983). Pentru fiecare inel de creștere s-au stabilit limitele lemnului timpuriu (EW) și lemnului târziu (LW). Valorile rezultate pentru EW și LW aferente aceluiași an s-au însumat, rezultând o valoare unitară atribuită inelului anual (RW).

Pentru fiecare suprafață de probă din care s-au prelevat probe de arbori vii se va prezenta o serie de parametri statistici reprezentativi (Fritts, 1976; Cook și Kairiukstis, 1990). Dintre aceștia menționăm: lungimea seriilor dendrocronologice (valoare minimă, medie și maximă) (TS), perioada de timp acoperită de seria dendrocronologică având o replicare mai mare de 10 serii individuale (n10), numărul total de serii individuale (N), creșterea radială medie (\bar{r}), abaterea standard medie a indicilor de creștere reziduali (SD), sensibilitatea medie (MS), corelația medie a seriilor de indici individuali cu seria dendrocronologică medie, corelația medie și abaterea standard calculată între seriile individuale (R_{bar}).

Seriile dendrocronologice (RW) au fost folosite pentru identificarea anilor extremi, respectiv a inelelor sau grupurilor de inele care determină un patern de creștere specific. Identificarea anilor caracteristici ca indicatori ecologici care înregistrează reacția arborilor la factorii limitativi de mediu au fost calculați folosind metodologia propusă de Cropper (1979), Schweingruber (1996), Neuwirt și al. (2007), respectiv metoda schimbărilor relative (RGCM). Au fost aplicate praguri pentru interpretarea influenței climatice extreme la apariția unor deviații extreme pozitive și negative ($|C| > 1.28$). Deviația de creștere "puternică" a fost definită atunci când cel puțin 75% din numărul de arbori care compun seria temporală au indicat un an eveniment cu creștere pozitivă (anul pozitiv) sau o scădere (anul indicatorului negativ) de cel puțin 60% raportată la ultimii patru ani.

Eliminarea efectelor vârstei, proceselor de competiție dintre indivizi sau a influențelor antropice s-a realizat prin intermediul standardizării. S-a adoptat ca metodă de standardizare o funcție spline cu lungime echivalentă de 67% din lungimea totală a seriei individuale. Procesul de standardizare s-a realizat cu ajutorul programului informatic ARSTAN (Cook și Kairiukstis, 1990). Un model

autoregresiv a fost aplicat pentru eliminarea autocorelației aferente inelului anual de creștere al anului precedent (Akaike, 1979). Cronologia medie a fost construită prin medierea valorilor anuale ale indicilor (Cook, 1985). Seria de indici rezultată a fost modelată în continuare folosind un model autoregresiv (Cook, 1985), pentru ca în final să obținem cronologiile medii.

Cronologiile reziduale rezultate au fost folosite în analizele relației de creștere/climă. Calitatea statistică a cronologiilor a fost evaluată prin intermediul statisticilor de bază standard în dendrocronologie (Briffa și Jones, 1990). Pentru măsurarea fiabilității cronologiei au fost utilizați doi parametri adesea utilizați, respectiv "semnalul populațional" (EPS) și corelația medie dintre serii (R_{bar}). S-a considerat valoarea $EPS > 0,85$ drept prag de încredere, stabilit de către Wigley și al. (1984). R_{bar} este independent de dimensiunea eșantionului și oferă informații despre puterea semnalului din cronologie (varianță comună).

Seriile reziduale rezultante s-au comparat cu indicii climatici reprezentați de valorile medii lunare ale intervalului temperaturilor diurne (DTR) și indicele standardizat al precipitațiilor/evapotranspirației cumulat pentru 3 luni (SPEI3). DTR reprezintă diferența dintre valorile maxime și minime zilnice ale temperaturilor. Intervalul temperaturilor diurne este un indicator indirect pentru oscilațiile în acoperirea cu nori, încălzirea urbană, modificări ale regimului de folosință al terenului, aerosoli, vaporii de apă și gaze cu efect de seră. SPEI este un indicator al deficitului hidric, principalul factor limitativ al creșterii la stejari. Indicii climatici au fost extrași din baza de date climatică CRU TS4.03 (Harris și al., 2014) pentru perioada 1901 - 2016. Corelațiile climat/creștere au fost caracterizate folosind coeficientul de corelație Pearson și s-au calculat cu programul informatic DendroClim 2002 (Biondi și Waikul, 2004).

S-au urmărit procesele de dependență dintre factorii climatici enumerați și indicii de creștere reziduali începând cu luna august a anului precedent până în luna august a anului curent. Stabilitatea în timp a coeficienților de corelare a fost calculată utilizând o fereastră mobilă de 26 de ani. Semnificația statistică a

corelației dintre creștere și climat a fost testată utilizând o procedură bootstrap și un număr minim de 1000 de replicații. Pentru fiecare zonă de studiu cuprinzând probe prelevate din arborii vii s-au prezentat în cele ce urmează, sintetic, informațiile aferente cronologiei, prezența anilor extremi și răspunsul arborilor la factorii climatici prezentați.

Analiza comparativă a datelor în vederea stabilirii diferențelor semnificative între seriile de creștere s-a realizat prin intermediul identificării componentelor principale (PCA). Gruparea spațială este adesea folosită în ecologie pentru a identifica similitudini sau pentru a stabili diferențe dintre două sau mai multe șiruri de date. Variabilele folosite pentru analiza spațială au fost reprezentate de coeficienții de corelație calculați pentru fiecare suprafață de probă, respectiv seriile de timp reprezentate de valorile anuale ale creșterii radiale. Astfel, folosind această abordare am stabilit tipare de creștere și tipare de răspuns la factorii climatici locali. Gruparea seriilor în cronologia medie a fost condiționată de rezultatele obținute.

2.2. Particularitățile seriilor dendrocronologice medii locale componente ale cronologiei medii regionale pentru stejar din Maramureș

Valorile coeficienților de corelație dintre indicii de creștere ai arborilor vii (reprezențați de lemnul timpuriu și lemnul târziu) și valorile medii lunare ale intervalului temperaturilor diurne, respectiv indicele standardizat al precipitațiilor/evapotranspirației cumulat pentru 3 luni au fost analizate comparativ (Fig. 2.2; Fig. 2.3). Cele două reprezentări grafice reflectă deosebiri în răspunsul arborilor la acțiunea factorilor de mediu. Astfel, arborii de stejar și gorun de la Borlești, Valea Stejarului, Săpânța, și Coștui sunt sensibili la factorii de climă asociați cu raportul temperaturilor diurne.

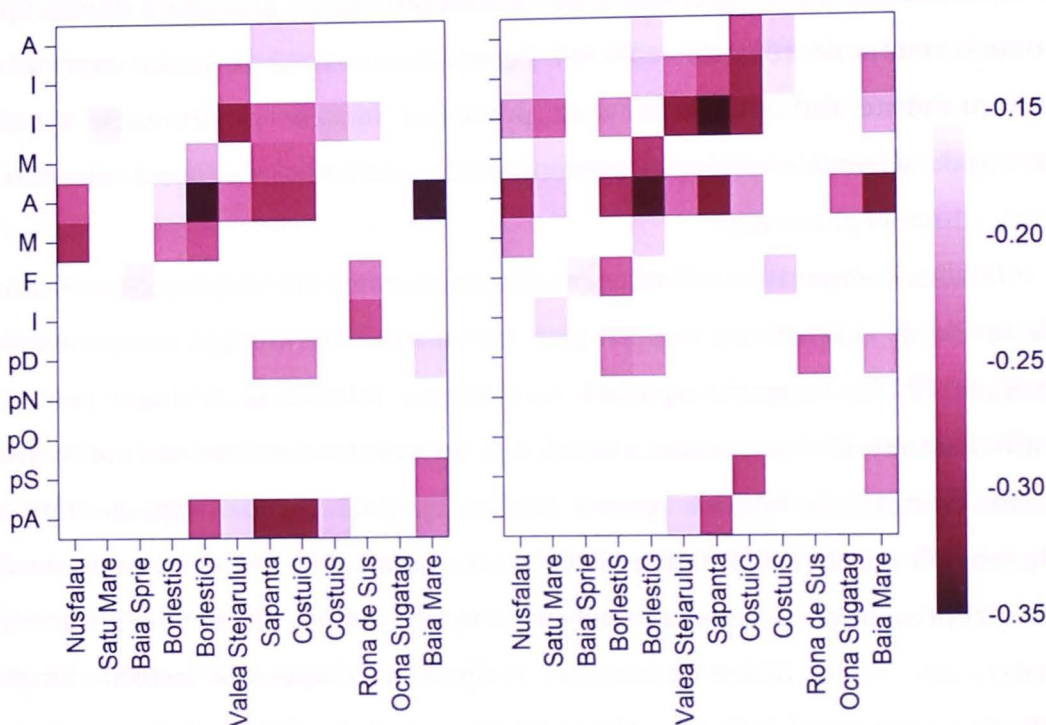


Fig. 2.2. Reprezentarea grafică a coeficienților de corelație dintre valorile medii lunare ale intervalului temperaturilor diurne (DTR) și indicii de creștere ai arborilor vii pentru cele 12 zone de studiu. În stânga sunt prezentați coeficienții de corelație pentru seria de indici ai lemnului timpuriu (EW), iar în dreapta pentru seria de indici ai lemnului târziu (LW).

Seriile dendrocronologice de la Nușfălău, Satu Mare, Baia Sprie, Rona de Sus și Baia Mare indică valori la limita semnificației corelației. Cele mai frecvente valori ale coeficienților semnificativi pentru lemnul timpuriu s-au calculat în lunile aprilie, mai și iunie. În aceste perioade lemnul de primăvară (lemnul timpuriu) se formează condiționat în mare parte și de condițiile de mediu locale. Studii de specialitate indică un complex de factori care determină formarea lemnului timpuriu, aceștia fiind atribuiți condițiilor climatice ale sezonului de vegetație al anului precedent (Gray și Pilcher, 1983; Rozas, 2005).

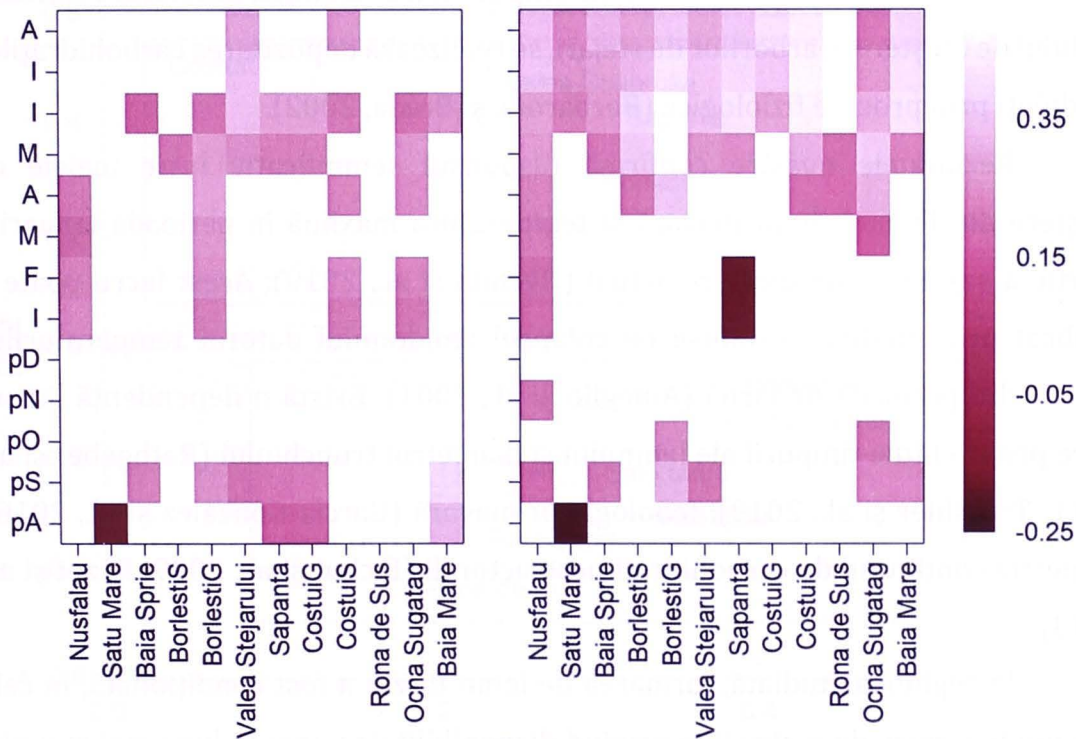


Fig. 2.3. Reprezentarea grafică a coeficienților de corelație dintre valorile medii lunare ale indicele standardizat al precipitațiilor/evapotranspirației cumulat pentru 3 luni și indicii de creștere ai arborilor vii pentru cele 12 zone de studiu. În stânga sunt prezentați coeficienții de corelație pentru seria de indici ai lemnului timpuriu (EW), iar în dreapta pentru seria de indici ai lemnului târziu (LW).

Temperaturile extreme din iarnă au fost identificate în centrul Europei și Peninsula Iberică ca principali factori în formarea lemnului timpuriu (Friedrichs și al., 2009; Souto-Herrero și al., 2018). Conform raportărilor din literatură, formarea vaselor conducătoare care alcătuiesc lemnul de primăvară se realizează cu aproximativ 2-6 săptămâni înaintea înmuguririi arborilor (Pérez-de-Lis și al., 2018). Acest fapt indică influențele majore, cumulate, ale factorilor interni și externi în formarea acestui tip de lemn (Gričar și al., 2013; Fonti și García-González, 2008). Formarea și anatomia lemnului timpuriu sunt principalii factori care interferează cu formarea lemnului târziu, prin transportul carbohidraților

nestructurali (Lacointe și al., 2004). În timpul verii și toamnei anterioare formării inelului de creștere al arborilor de stejari, se realizează depozitarea carbohidraților modulați prin procese fiziologice (Barbaroux și Bréda, 2002).

Rezultatele noastre confirmă răspunsul semnificativ între inelele de creștere din lemnul de primăvară și temperatura maximă în perioada ianuarie-martie a sezonului de creștere actual (Nechita și al., 2019). Acest lucru poate fi explicat prin modificări induse de colapsul amidonului datorat temperaturilor reduse din perioada de iarnă (Améglio și al., 2001). Există o dependență liniară între proprietățile timpurii ale lemnului și diametrul trunchiului (Rathgeber și al., 2011; Trouillier și al., 2019), fenologia primăvară (García-González și al., 2016), respectiv conținutul de carbohidrați nestructurali (Fichot și al., 2009; Bazot și al., 2013).

În regiunea studiată, formarea de lemn târziu a fost condiționată, în cele mai multe cazuri, de restricțiile privind disponibilitatea apei în luna mai și iunie. Perioadele de secetă asociate cu temperaturi mai ridicate au efecte limitative asupra creșterii arborilor; totuși, aceste evenimente au fost surprinse în mod diferit pentru fiecare suprafață de probă analizată (Fig. 2.3).

Pentru perioada comună, cuprinsă între anii 1898 și 2011 am putut separa două subgrupe, reprezentate prin cadranele punctate dreptunghiulare din figura 2.4. Paternul de creștere al arborilor din grupa Costui, Valea Stejarului, Săpânța, Borlești (gorun), Crăiasa indică o tipologie distinctă de cea de-a doua unde au fost integrate seriile dendrocronologice de la Rona de Sus, Baia Sprie, Nușfălău, Satu Mare, Baia Mare, Borlești (stejar).

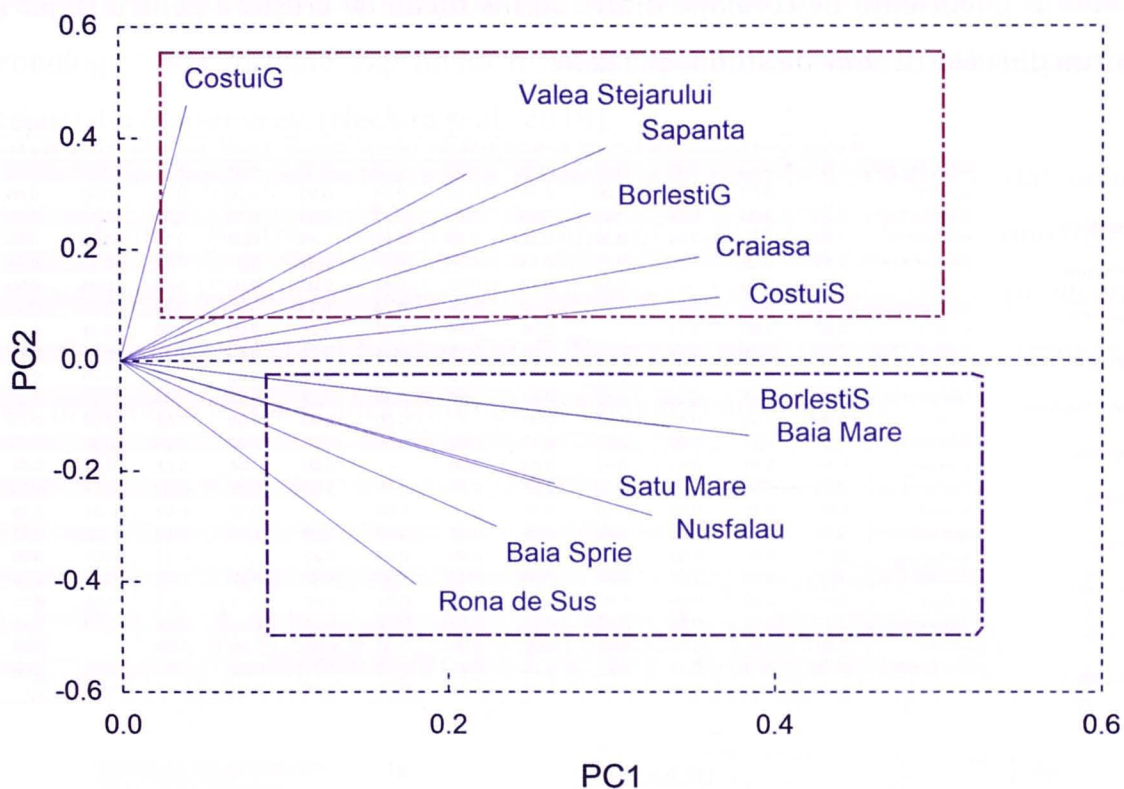


Fig. 2.4. Analiza în componente principale descrisă de seriile de creștere radiale medii locale aferente celor 12 suprafețe de probă analizate.

Seriile dendrocronologice au fost analizate statistic prin intermediul coeficienților de corelație Pearson pentru a evidenția paternul comun (Tabel 1). Au fost identificate similitudini clare între seriile de la Rona de Sus și Baia Sprie, urmată de Coștui stejar versus Borlești gorun, Satu Mare versus Nușfalău. O corelație negativă, asimilată cu o distinctă nepotrivire, s-a calculat între seriile dendrocronologice de gorun de la Rona de Sus și Coștui.

Distanța dintre cele două suprafețe de probă relativ redusă (>10 km) indică origini diferite ale provenienței semințelor din care s-au format actualele trupuri de pădure. Considerăm arboretul de la Coștui ca fiind cel în care se regăsește proveniența locală deoarece vârsta este de peste 245 de ani, comparativ cu cea de la Rona de sus unde am măsurat un număr maxim de 118 ani. În seria rezultată nu au fost integrate probe cu corelații negative sau valori ale coeficientului $t_{value} < 0.3$.

Tabel 1. Coeficienții de corelație dintre seriile medii de creștere pentru stejar și gorun din cele 12 zone de studiu analizate.

		Nusfalau	Satu Mare	Baia Sprie	BorlestiS	BorlestiG	Giea Stejaru	Sapanta	CostuiG	CostuiS	Rona de Sus	Craiasa	Baia Mare
Nusfalau	Pearson Corr.	1.00	0.53	0.45	0.51	-0.01	0.01	0.04	-0.31	0.35	0.47	0.41	0.63
	p-value	--	0.00	0.00	0.00	0.93	0.96	0.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Satu Mare	Pearson Corr.	0.53	1.00	0.29	0.63	-0.09	0.05	0.17	-0.11	0.18	0.39	0.13	0.45
	p-value	0.00	--	0.00	0.00	0.33	0.56	0.07	0.24	0.05	0.00	0.18	0.00
Baia Sprie	Pearson Corr.	0.45	0.29	1.00	0.15	0.13	-0.04	-0.07	-0.32	0.21	0.72	0.19	0.44
	p-value	0.00	0.00	--	0.11	0.17	0.65	0.47	0.00	0.02	0.00	0.04	0.00
BorlestiS	Pearson Corr.	0.51	0.63	0.15	1.00	0.30	0.19	0.22	-0.13	0.39	0.29	0.25	0.55
	p-value	0.00	0.00	0.11	--	0.00	0.04	0.02	0.18	0.00	0.00	0.01	0.00
BorlestiG	Pearson Corr.	-0.01	-0.09	0.13	0.30	1.00	0.63	0.35	0.22	0.65	-0.08	0.54	0.27
	p-value	0.93	0.33	0.17	0.00	--	0.00	0.00	0.02	0.00	0.41	0.00	0.00
Valea Stejarului	Pearson Corr.	0.01	0.05	-0.04	0.19	0.63	1.00	0.56	0.59	0.59	-0.16	0.69	0.25
	p-value	0.96	0.56	0.65	0.04	0.00	--	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.01
Sapanta	Pearson Corr.	0.04	0.17	-0.07	0.22	0.35	0.56	1.00	0.69	0.20	-0.25	0.38	0.23
	p-value	0.64	0.07	0.47	0.02	0.00	0.00	--	0.00	0.04	0.01	0.00	0.01
CostuiG	Pearson Corr.	-0.31	-0.11	-0.32	-0.13	0.22	0.59	0.69	1.00	0.09	-0.47	0.24	-0.11
	p-value	0.00	0.24	0.00	0.18	0.02	0.00	0.00	--	0.32	0.00	0.01	0.25
CostuiS	Pearson Corr.	0.35	0.18	0.21	0.39	0.65	0.59	0.20	0.09	1.00	0.10	0.51	0.49
	p-value	0.00	0.05	0.02	0.00	0.00	0.00	0.04	0.32	--	0.29	0.00	0.00
Rona de Sus	Pearson Corr.	0.47	0.39	0.72	0.29	-0.08	-0.16	-0.25	-0.47	0.10	1.00	0.04	0.36
	p-value	0.00	0.00	0.00	0.00	0.41	0.08	0.01	0.00	0.29	--	0.68	0.00
Craiasa	Pearson Corr.	0.41	0.13	0.19	0.25	0.54	0.69	0.38	0.24	0.51	0.04	1.00	0.41
	p-value	0.00	0.18	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.68	--	0.00
Baia Mare	Pearson Corr.	0.63	0.45	0.44	0.55	0.27	0.25	0.23	-0.11	0.49	0.36	0.41	1.00
	p-value	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.25	0.00	0.00	0.00	--

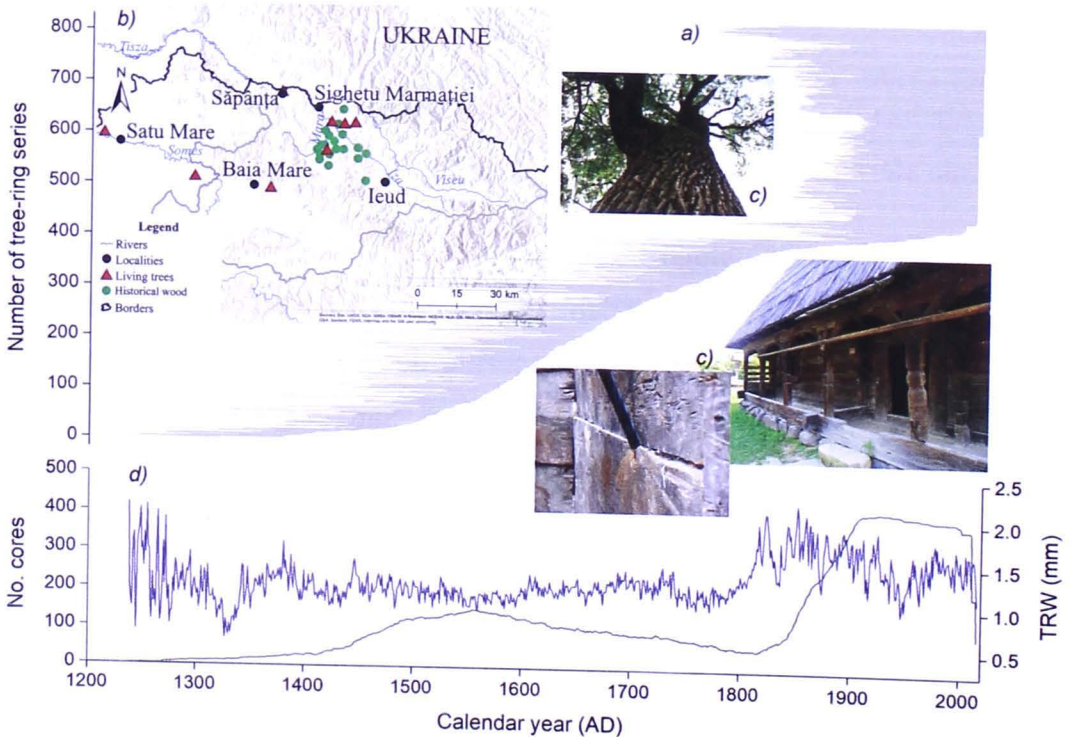


Fig. 2.6 (a) Distribuția temporală a probelor de lemn viu și istoric; (b) poziția geografică a zonei de studiu; Exemple de lemn viu, istoric și metodologia de

prelevare a probelor din clădirile istorice; baza de date completă aferentă cronologiei nou formate exprimată în valori medii ale creșterii radiale pentru stejarii din Maramureș. (Nechita și al., 2018).

Cronologia nou formată este prezentată în figurile 2.5, 2.6, 2.7. Datele au fost oferite pentru validare comunității științifice dendrocronologice internațională. Vizibilitatea proiectului întreprins s-a realizat prin câteva publicații în reviste cotate ISI (Nechita și al., 2017, Nechita și al., 2018). În cele ce urmează este prezentată forma grafică sintetică a cronologiei nou formate.

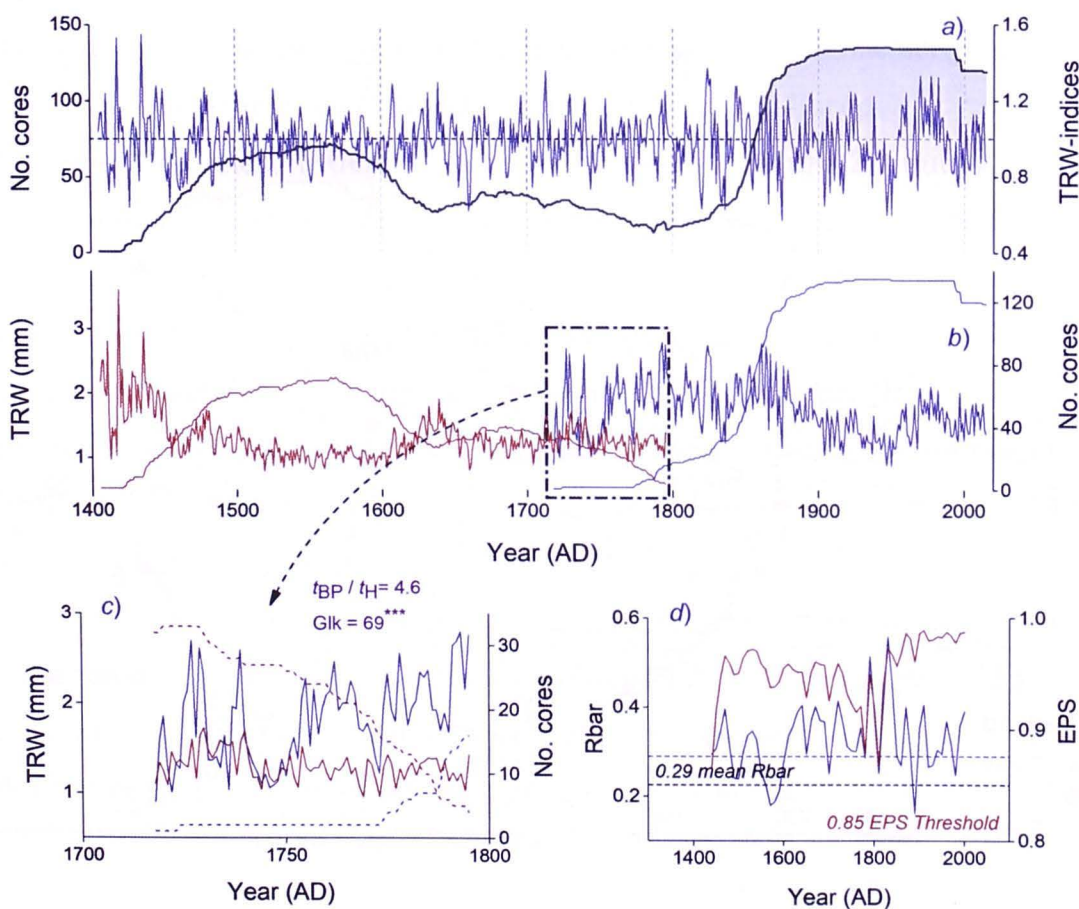


Fig. 2.5 (a) Setul de date cuprinzând indici de creștere (TRW – indices) albastru și numărul de probe folosite an de an în formarea cronologiei (negru); (b) linie albastră -TRW reprezintă valorile medii anuale ale creșterii radiale ale arborilor

vii; linia roșie reflectă valorile creșterii radiale ale lemnului provenit din clădiri istorice; chenarul negru evidențiază perioada cu reprezentativitatea cea mai scăzută a cronologiei (14 serii); (c) perioada comună a cronologiilor de lemn viu și istoric, respectiv secolul al XVIII-lea pentru care sunt oferite valorile testelor statistice; valorile medii ale creșterii radiale sunt reprezentate prin linie continuă, iar numărul de probe este reprezentat cu linie punctată; (d) linia roșie indică semnalul populațional comun (EPS); linia albastră arată corelația dintre serii, Rbar; indicatorii statistici EPS și Rbar au fost calculați prin iterații pe perioade mobile de 20 ani cu acoperire de 10 ani (Nechita și al., 2018).

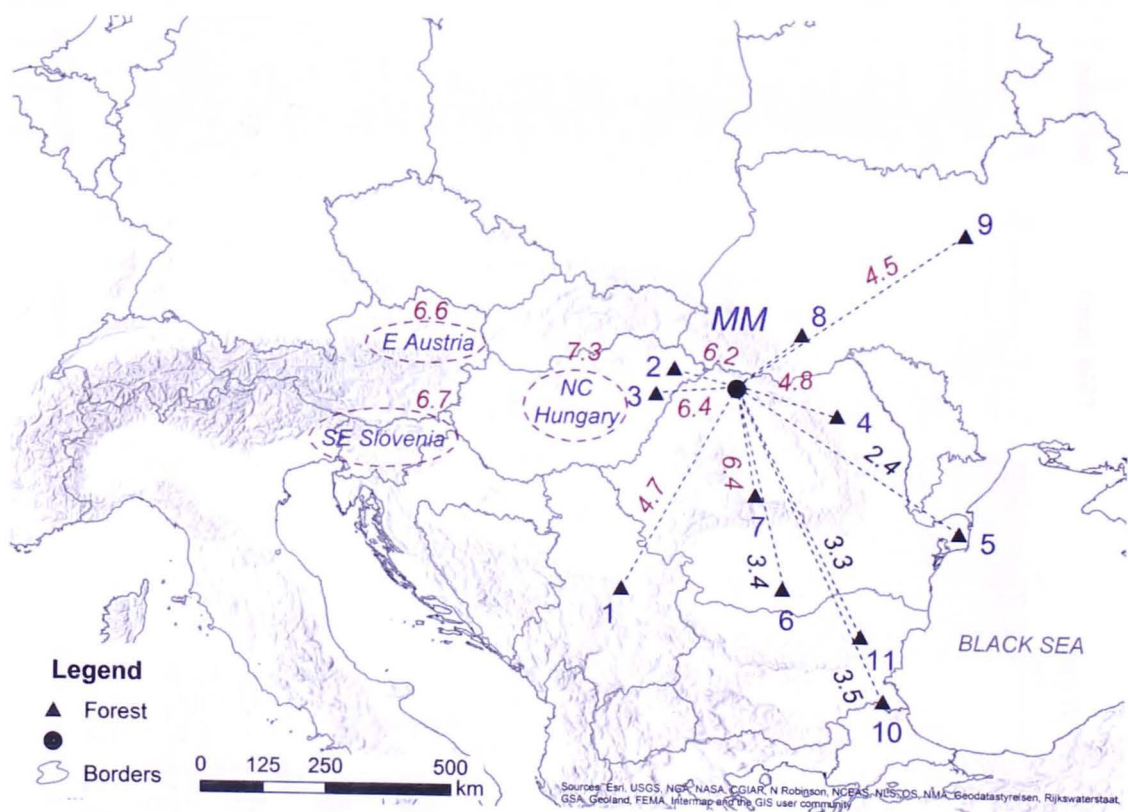


Fig. 2.7. Reprezentarea grafică a legăturii corelative dintre cronologia regională pentru stejar din Maramureș și trei cronologii de lungimi apropiate (Estul Austriei, sud estul Sloveniei, nordul și centrul Ungariei), respectiv dintre seria

dendrocronologică medie de arbori vii din Maramureș și alte serii asemănătoare din regiunea sud estică a Europei.

Un aspect care trebuie menționat este reprezentat de replicația scăzută în perioada 1700-1800, care se menține și în prezent, cu specificația că valorile parametrilor statistici care definesc credibilitatea cronologiei indică sustenabilitatea sa. Pentru această perioadă nu s-au identificat în zonă construcții din lemn. Probele integrate în cronologia medie rezultată au fost atent selectate și comparate cu cronologii pentru stejar din Europa. Rezultatele indică corelații semnificative cu zonele centrale și sudice ale Europei (t_{value} cuprinse între 6.6 și 7.3). Prin urmare, în scopul datării dendrocronologice cu precizie aceasta poate fi utilizată în zonele menționate și mai puțin în estul și sudul Europei.

Analizând teleconexiunile reprezentate grafic în figura 2.7 putem observa reprezentativitatea seriei nou formate pentru zona Maramureșului și parte din nordul acestei zone. Corelații reduse s-au obținut cu seriile dendrocronologice din estul și sudul lanțului Carpatic. Astfel, putem defini aria de reprezentativitate în scopul datării dendrocronologice a cronologiei nou formate preponderent pentru zona nord vestică a României. Mai mult din analizele statistice ale arborilor vii menționăm variabilitatea ridicată a creșterii radiale și implicit a semnalului inelului de creștere la factorii de mediu.

Continuarea prelevării de probe în zonă este necesară pentru a se realiza o datare precisă a materialului lemnos existent în clădirile de patrimoniu din Maramureș și din proximitate. În cele ce urmează sunt prezentate sintetic informațiile specifice seriilor dendrocronologice ale arborilor vii din zonele studiate.

2.3. Serii dendrocronologice pentru arborii vii

1. Cod: Nușfalău (47°12'30", 22°42'56")

Specia: *Quercus robur* L. (stejar pedunculat)

Tabel 2. Parametrii statistici pentru seriile dendrocronologice de creștere radială și standardizată, Nușfalău

Parametrul statistic	Seria de creștere radială (RW) / seria de indici
Lungimea medie / maximă (ani)	162
Perioada acoperită	1855 - 2016
>10 serii	1912 - 2016
Număr de arbori	10
Creștere radială medie (mm)	3,01
Sensibilitatea medie	0,26
Corelația cu seria medie	0,71
Rbar mediu	0,56
SNR	11,58

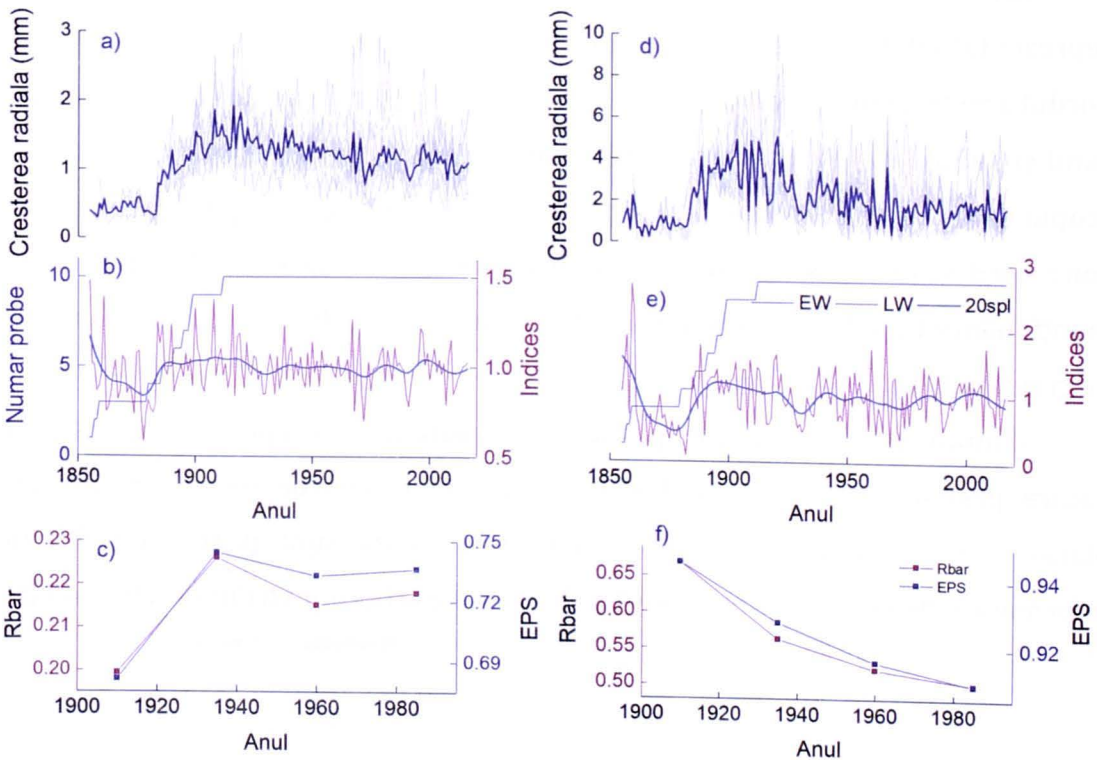


Fig. 2.8. Reprezentarea grafică a seriilor dendrocronologice de lemn timpuriu și târziu pentru stejar de la Nușfalău; a), b), c) valori calculate pentru indicii de creștere ai lemnului timpuriu; d), e), f) valori calculate pentru indicii de creștere ai lemnului târziu.

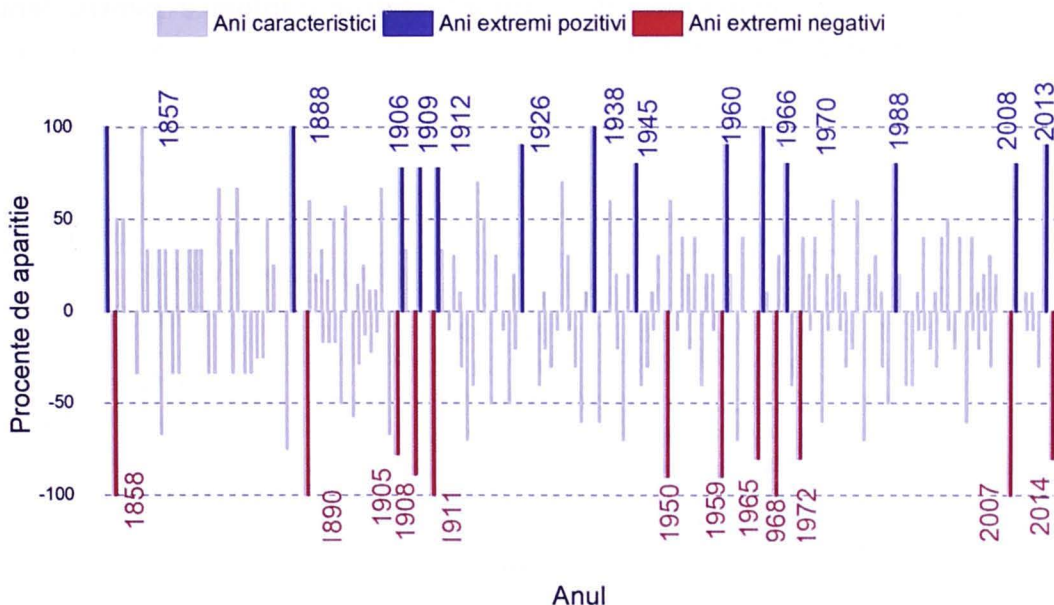


Fig. 2.9. Anii eveniment pentru seria dendrocronologică de stejar de la Nușfalău.

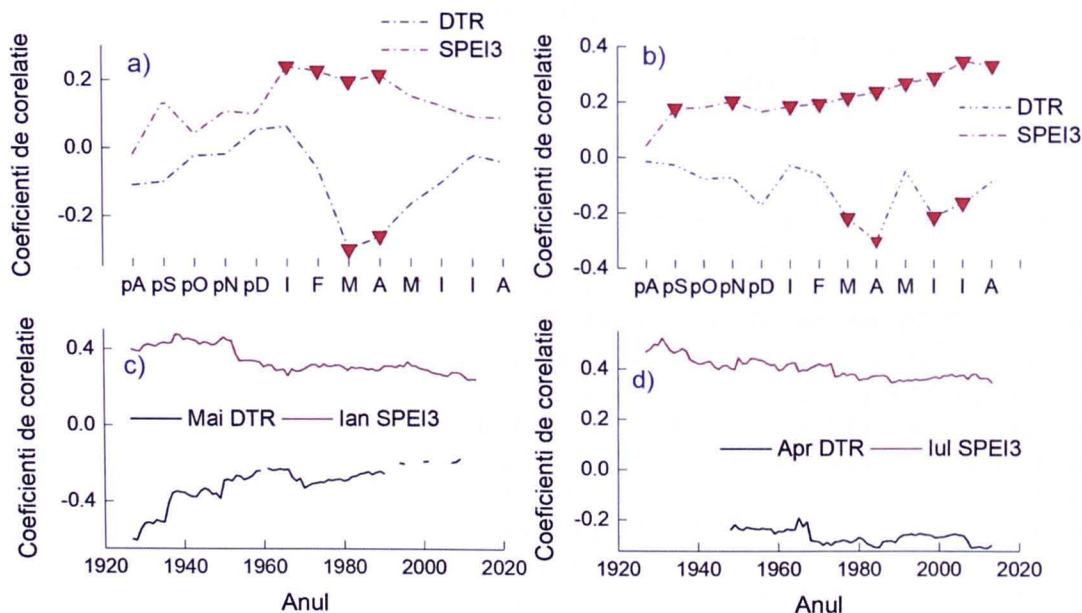


Fig. 2.10. Corelația dintre intervalul de temperatură diurnă (DTR) și indicele standardizat al precipitațiilor / evapotranspirației cumulat pentru 3 luni (SPEI3); a), c) valori calculate pentru indicii de creștere ai lemnului timpuriu; b), d) valori calculate pentru indicii de creștere ai lemnului târziu.

Valorile numerice standardizate ale seriilor dendrocronologice pentru lemnul timpuriu și lemnul târziu, Nușfalău.

EW

Date	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1856						101	79	109	90	
1860	109	137	74	77	84	94	105	82	85	105
1870	104	85	88	82	74	107	108	78	58	73
1880	90	75	73	78	123	107	126	89	101	103
1890	121	89	91	96	100	77	108	94	101	91
1900	126	100	100	90	86	101	103	101	170	92
1910	103	135	90	101	96	98	137	81	167	125
1920	97	88	116	93	99	100	156	91	96	84
1930	84	91	106	93	83	108	89	94	123	94
1940	103	124	98	121	97	106	94	88	108	88
1950	115	99	127	83	115	96	108	103	107	90
1960	99	171	96	90	92	104	98	170	72	99
1970	129	80	68	86	105	87	95	92	145	161
1980	117	96	116	109	91	117	101	101	108	97
1990	83	72	99	95	106	97	127	115	110	104
2000	92	133	116	93	175	94	117	80	158	166
2010	82	83	92	106	98	105	139			

LW

Date	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1858							28	105		
1860	147	83	91	81	85	82	48	90	63	78
1870	80	134	69	64	56	70	91	60	68	75
1880	64	55	50	86	100	194	114	69	161	85
1890	41	135	114	124	118	129	95	169	83	112
1900	93	112	182	141	65	58	141	127	37	160
1910	106	49	155	124	94	105	51	57	78	164
1920	159	95	127	87	80	97	119	80	78	60
1930	69	58	170	117	94	75	74	118	149	66
1940	106	127	107	90	150	114	54	77	68	174
1950	45	145	81	145	90	121	92	89	101	51
1960	178	77	46	91	72	58	227	75	32	115
1970	122	50	46	109	62	174	52	120	122	92
1980	86	87	151	55	142	111	105	93	129	106
1990	51	68	86	100	90	95	121	141	100	121
2000	76	125	86	116	101	110	110	48	146	89
2010	82	78	72	162	51	96	100			

2. Cod: Satu Mare (47°49'28", 22°47'48")
 Specia: *Quercus robur* L. (stejar pedunculat)

Tabel 3. Parametrii statistici pentru seriile dendrocronologice de creștere radială și standardizată, Satu Mare.

Parametrul statistic	Seria de creștere radială (RW) / seria de indici
Lungimea medie / maximă (ani)	129
Perioada acoperită	1883 - 2011
>10 serii	1889 - 2011
Număr de arbori	33
Creștere radială medie (mm)	2,25
Sensibilitatea medie	0,24
Corelația cu seria medie	0,69
Rbar mediu	0,43
SNR	29,28

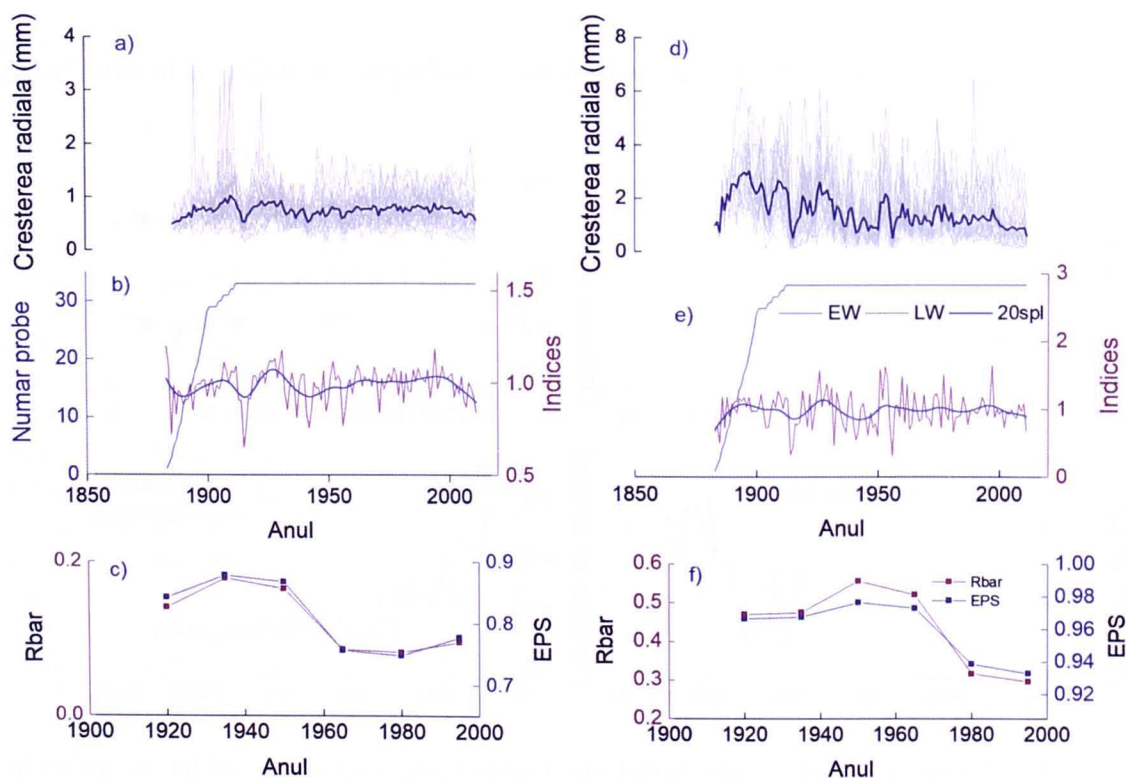


Fig. 2.11. Reprezentarea grafică a seriilor dendrocronologice de lemn timpuriu și târziu pentru stejar de la Satu Mare; a), b), c) valori calculate pentru indicii de creștere ai lemnului timpuriu; d), e), f) valori calculate pentru indicii de creștere ai lemnului târziu.

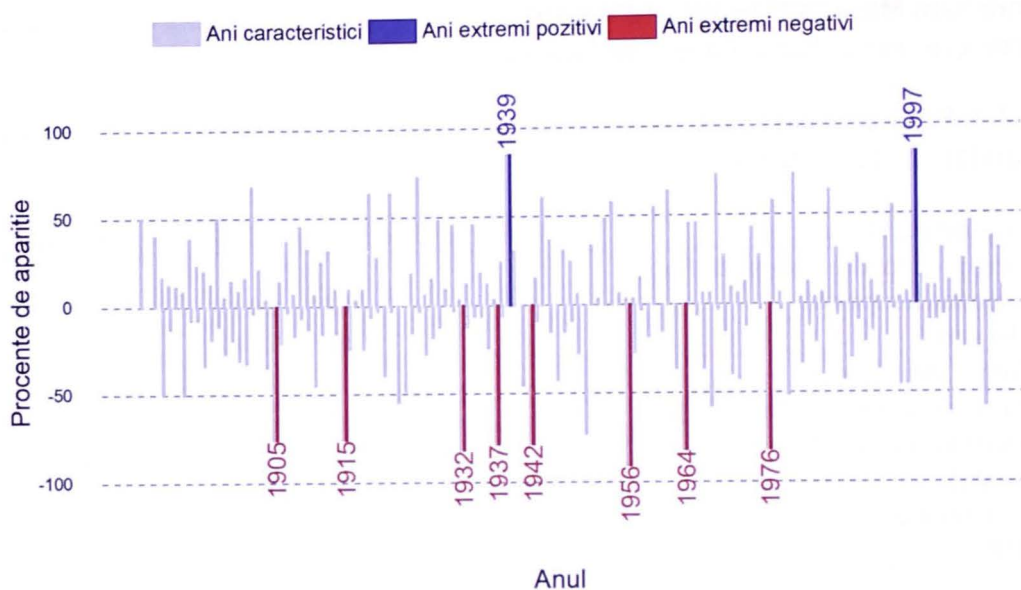


Fig. 2.12. Anii eveniment pentru seria dendrocronologică de stejar de la Satu Mare.

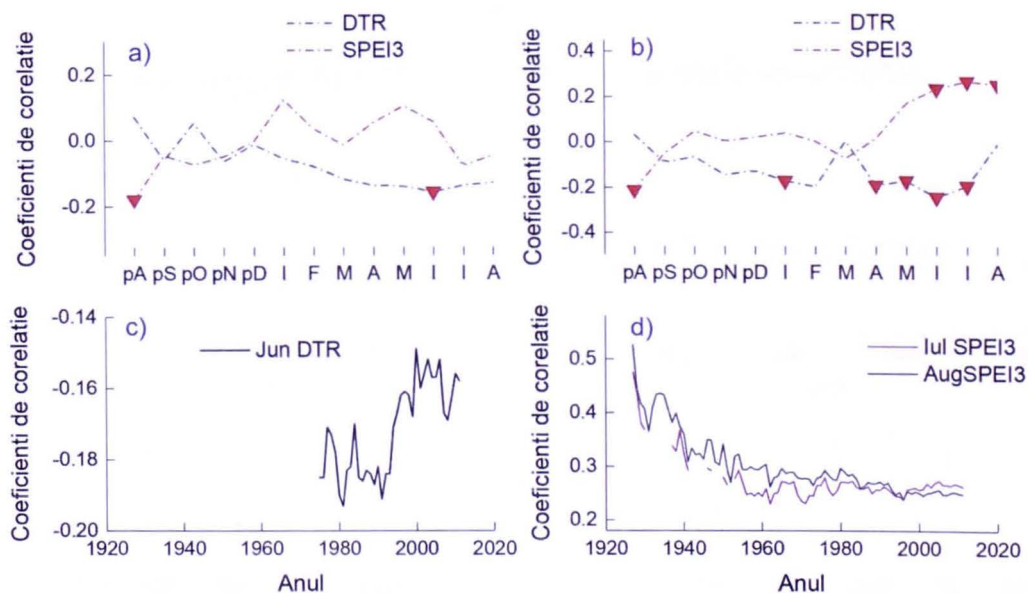


Fig. 2.13. Corelația dintre intervalul de temperatură diurnă (DTR) și indicele standardizat al precipitațiilor / evapotranspirației cumulat pentru 3 luni (SPEI3); a), c) valori calculate pentru indicii de creștere ai lemnului timpuriu; b), d) valori calculate pentru indicii de creștere ai lemnului târziu.

Valorile numerice standardizate ale seriilor dendrocronologice pentru lemnul timpuriu și lemnul târziu, Satu Mare.

EW

Date	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1885					115	71	95	105	83	
1890	95	97	96	105	82	106	103	101	99	105
1900	93	101	102	92	102	98	103	112	107	94
1910	103	102	107	84	92	71	88	105	98	102
1920	109	98	105	105	98	103	191	167	107	96
1930	106	113	85	86	109	171	98	81	109	106
1940	101	80	80	95	108	97	95	91	191	81
1950	95	108	109	96	102	99	71	90	10	128
1960	94	105	102	109	97	105	109	103	97	109
1970	107	83	106	90	131	161	102	101	102	91
1980	112	80	195	91	97	115	99	107	104	109
1990	99	107	89	135	119	93	105	101	98	101
2000	104	103	89	99	94	107	80	87	103	960
2010	92	85								

LW

Date	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1887						80	94	92		
1890	111	106	134	118	130	134	116	84	91	109
1900	109	92	132	107	95	68	69	101	96	87
1910	118	98	105	118	43	36	76	95	81	86
1920	155	68	111	49	93	153	164	100	123	190
1930	140	116	43	119	88	88	67	97	109	110
1940	62	38	84	113	107	99	55	124	59	104
1950	40	160	95	123	126	94	32	190	92	77
1960	111	80	185	84	73	100	94	75	67	107
1970	77	86	64	148	133	138	56	140	100	66
1980	137	59	80	78	109	135	172	78	74	144
1990	91	90	137	127	111	91	95	152	103	92
2000	76	89	85	80	97	94	161	89	104	94
2010	84	88								

3. Cod: Baia Sprie (47°39'39", 23°41'19")
 Specia: *Quercus robur* L. (stejar pedunculat)

Tabel 4. Parametrii statistici pentru seriile dendrocronologice de creștere radială și standardizată, Baia Sprie.

Parametrul statistic	Seria de creștere radială (RW) / seria de indici
Lungimea medie / maximă (ani)	168
Perioada acoperită	1851 - 2018
>10 serii	1854 - 2018
Număr de arbori	38
Creștere radială medie (mm)	1,62
Sensibilitatea medie	0,22
Corelația cu seria medie	0,59
Rbar mediu	0,55
SNR	30,91

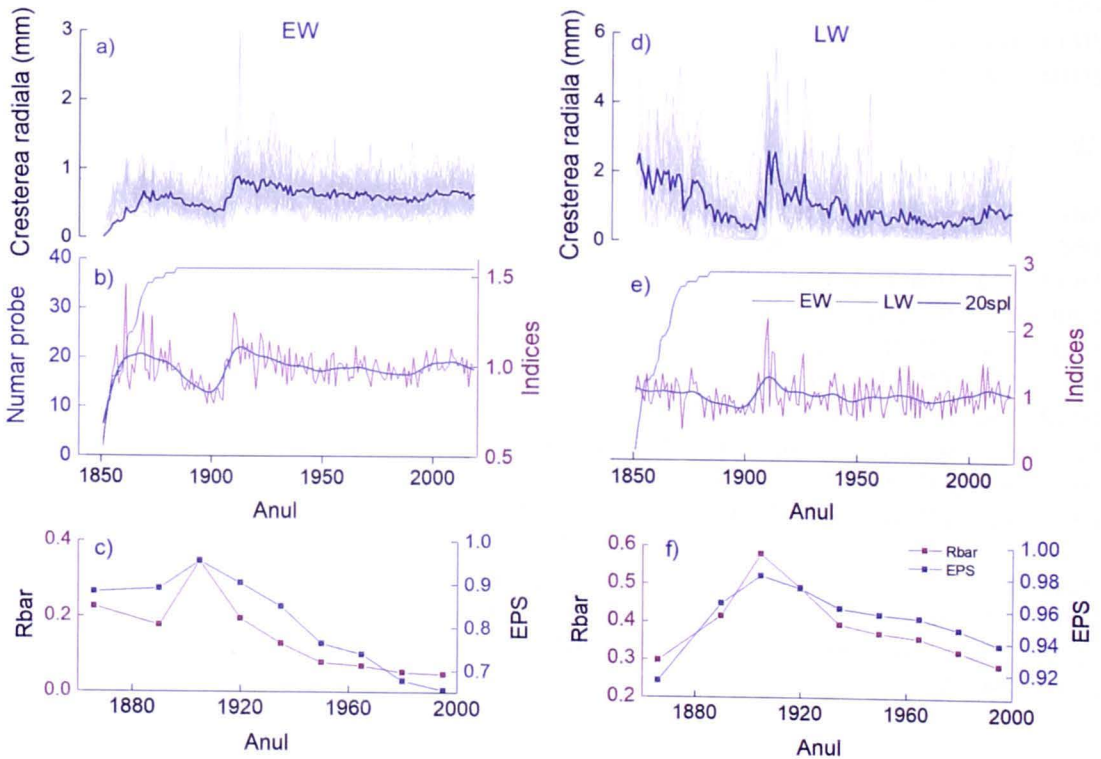


Fig. 2.14. Reprezentarea grafică a seriilor dendrocronologice de lemn timpuriu și târziu pentru stejar de la Baia Sprie; a), b), c) valori calculate pentru indicii de creștere ai lemnului timpuriu; d), e), f) valori calculate pentru indicii de creștere ai lemnului târziu.

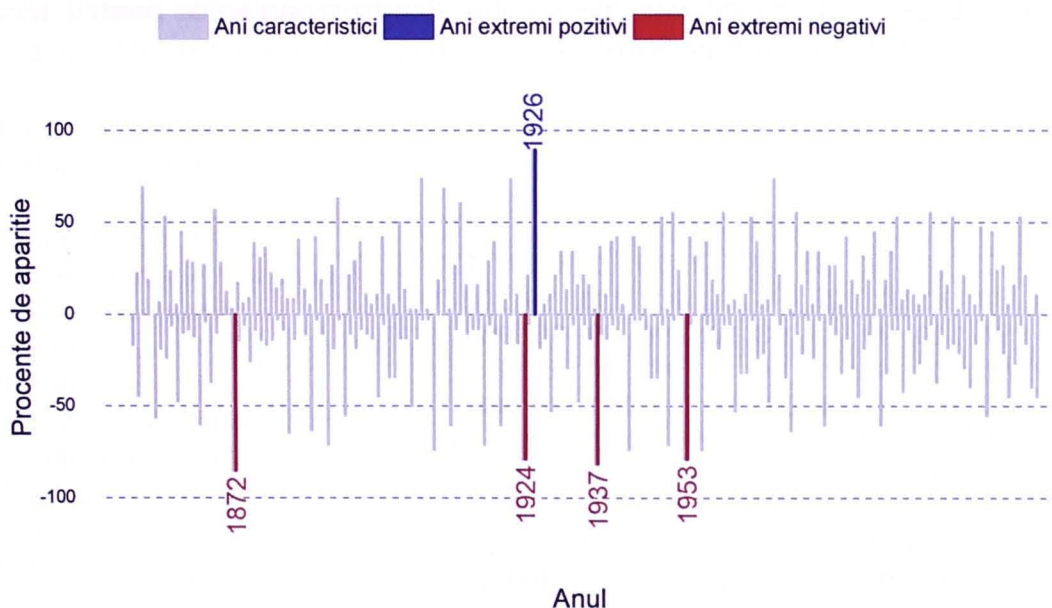


Fig. 2.15. Anii eveniment pentru seria dendrocronologică de stejar de la Baia Sprie.

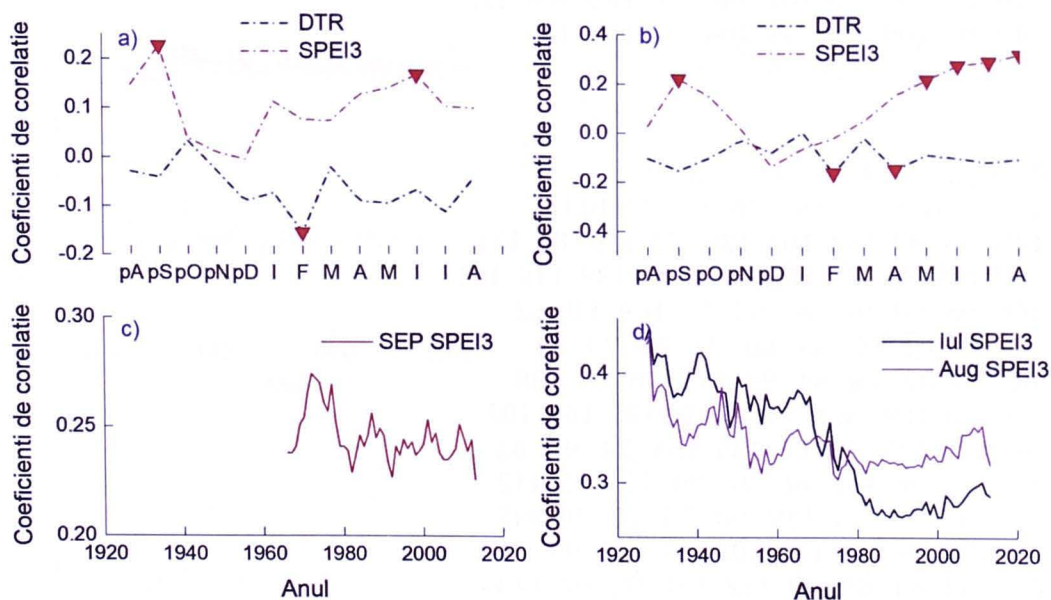


Fig. 2.16. Corelația dintre intervalul de temperatură diurnă (DTR) și indicele standardizat al precipitațiilor / evapotranspirației cumulat pentru 3 luni (SPEI3); a), c) valori calculate pentru indicii de creștere ai lemnului timpuriu; b), d) valori calculate pentru indicii de creștere ai lemnului târziu.

Valorile numerice standardizate ale seriilor dendrocronologice pentru lemnul timpuriu și lemnul târziu, Baia Sprie.

EW

Date	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1855					104	101	119	87	96	
1860	105	140	83	81	108	96	107	118	109	127
1870	88	92	92	128	85	92	102	111	99	108
1880	94	110	99	95	98	106	90	89	88	98
1890	90	103	84	93	96	93	93	86	88	98
1900	87	85	98	94	88	87	110	101	98	108
1910	128	117	109	93	113	98	109	99	117	80
1920	84	102	117	110	93	99	110	90	98	94
1930	112	109	90	103	81	115	99	95	100	98
1940	105	105	92	95	100	102	93	94	92	125
1950	97	92	106	90	106	106	64	107	103	100
1960	92	105	92	96	96	110	98	103	99	167
1970	91	93	90	108	104	103	90	96	96	95
1980	154	99	106	93	94	97	96	102	89	100
1990	92	108	96	89	101	98	109	106	95	100
2000	100	109	96	98	101	98	100	120	108	125
2010	109	99	109	104	99	104	82	109	120	

LW

Date	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1853					189	95	89	176	83	77
1860	125	96	90	132	101	138	72	119	84	121
1870	118	105	49	89	105	109	133	139	116	101
1880	106	93	60	90	96	83	57	169	80	62
1890	92	95	61	92	84	80	75	74	73	83
1900	66	76	82	75	64	99	131	98	69	188
1910	216	75	169	162	95	87	94	70	165	107
1920	90	111	124	87	87	135	164	74	97	83
1930	94	106	96	103	86	97	98	75	125	112
1940	130	102	91	71	119	98	78	78	70	195
1950	60	129	94	61	120	107	75	125	99	107
1960	117	83	64	89	98	152	101	92	92	143
1970	96	73	74	143	77	117	68	118	60	113
1980	83	82	94	73	84	102	95	103	69	101
1990	103	102	73	103	74	98	102	126	86	105
2000	90	107	75	95	77	138	145	80	146	108
2010	112	90	109	127	98	75	93	92	111	

4. Cod: Borlești (47°41'5", 23°16'3")
 Specia: *Quercus robur* L. (stejar pedunculat)

Tabel 5. Parametrii statistici pentru seriile dendrocronologice de creștere radială și standardizată, stejar Borlești.

Parametrul statistic	Seria de creștere radială (RW) / seria de indici
Lungimea medie / maximă (ani)	153
Perioada acoperită	1859 - 2011
>10 serii	1879 - 2011
Număr de arbori	39
Creștere radială medie (mm)	2,00
Sensibilitatea medie	0,22
Corelația cu seria medie	0,64
Rbar mediu	0,41
SNR	18,23

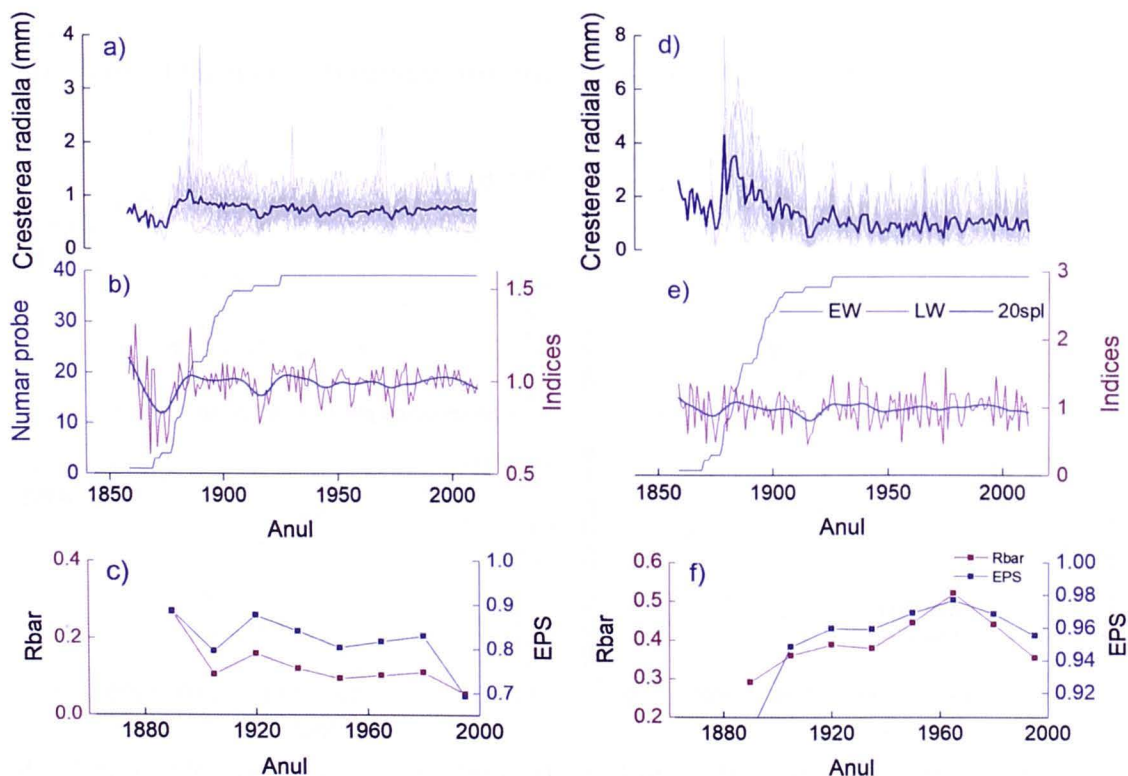


Fig. 2.17. Reprezentarea grafică a seriilor dendrocronologice de lemn timpuriu și târziu pentru stejar de la Borlești; a), b), c) valori calculate pentru indicii de creștere ai lemnului timpuriu; d), e), f) valori calculate pentru indicii de creștere ai lemnului târziu.

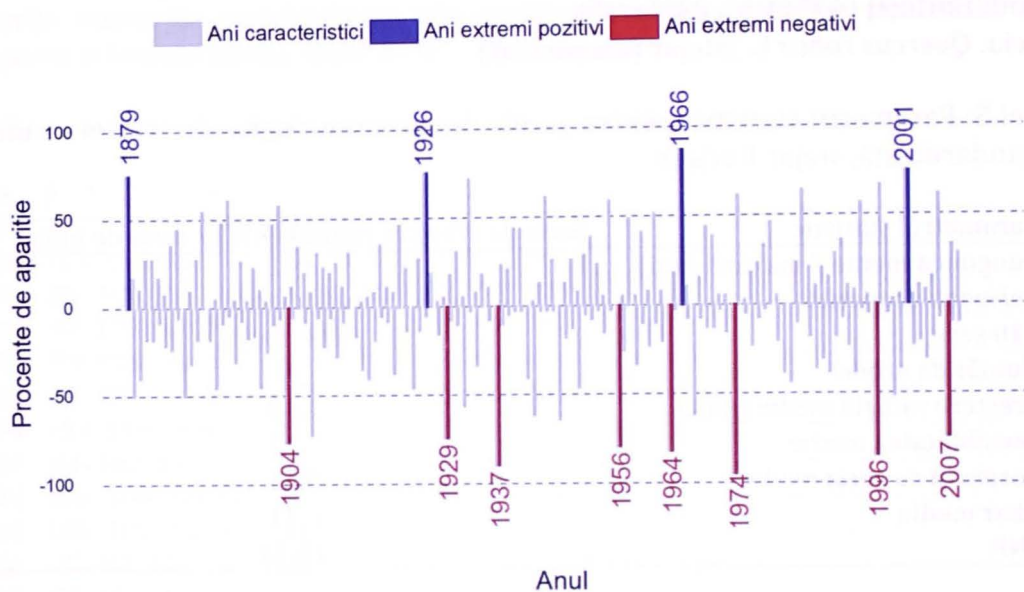


Fig. 2.18. Anii eveniment pentru seria dendrocronologică de stejar de la Borlești.

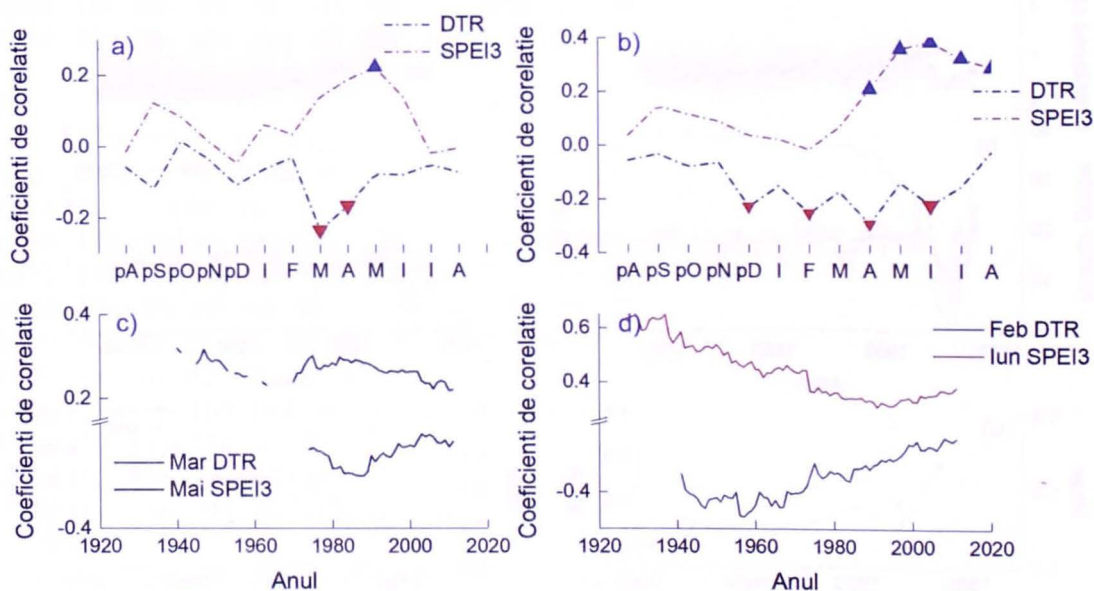


Fig. 2.19. Corelația dintre intervalul de temperatură diurnă (DTR) și indicele standardizat al precipitațiilor / evapotranspirației cumulat pentru 3 luni (SPEI3); a), c) valori calculate pentru indicii de creștere ai lemnului timpuriu; b), d) valori calculate pentru indicii de creștere ai lemnului târziu.

Valorile numerice standardizate ale seriilor dendrocronologice pentru lemnul timpuriu și lemnul târziu, Borlești (stejar).

EW

Date	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1861		99	138	80	79	101	95	115	51	115
1870	122	71	75	111	89	70	85	102	115	92
1880	97	114	175	90	90	106	169	96	85	105
1890	93	103	109	100	97	102	96	105	96	94
1900	113	88	114	95	102	101	91	118	108	170
1910	101	101	91	93	105	93	79	88	94	102
1920	99	98	112	107	107	101	102	103	108	92
1930	101	105	90	165	84	117	99	95	106	105
1940	108	95	93	83	99	100	96	95	100	93
1950	105	104	103	102	99	102	88	94	138	102
1960	104	100	106	102	92	108	98	161	90	107
1970	109	86	95	96	80	135	100	90	104	104
1980	103	86	92	98	106	106	103	92	87	95
1990	109	109	109	91	109	98	94	110	96	97
2000	98	101	99	104	97	96	101	93	108	99
2010	97	101								

LW

Date	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1860	102	95	100	61	135	125	69	131	98	82
1870	115	40	122	88	81	44	76	93	100	124
1880	58	107	137	118	129	90	99	116	66	93
1890	106	141	81	98	118	116	86	103	86	95
1900	67	96	116	128	55	112	111	106	70	112
1910	99	105	93	96	91	46	52	64	81	90
1920	98	86	150	100	95	124	145	105	92	79
1930	106	108	88	137	84	109	89	65	128	137
1940	121	134	64	76	91	121	94	60	82	95
1950	70	118	106	119	85	121	50	96	121	88
1960	125	90	118	86	66	123	151	94	70	103
1970	101	109	73	87	48	157	70	120	118	117
1980	107	78	70	84	114	129	97	95	105	98
1990	125	113	95	99	117	95	72	144	102	84
2000	91	131	66	88	86	95	122	62	114	117
2010	104	72								

5. Cod: Borlești (47°41'5", 23°16'3")
 Specia: *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. (gorun)

Tabel 6. Parametrii statistici pentru seriile dendrocronologice de creștere radială și standardizată, gorun Borlești.

Parametrul statistic	Seria de creștere radială (RW) / seria de indici
Lungimea medie / maximă (ani)	172
Perioada acoperită	1840 - 2011
>10 serii	1849 - 2011
Număr de arbori	33
Creștere radială medie (mm)	1,40
Sensibilitatea medie	0,18
Corelația cu seria medie	0,69
Rbar mediu	0,39
SNR	22,59

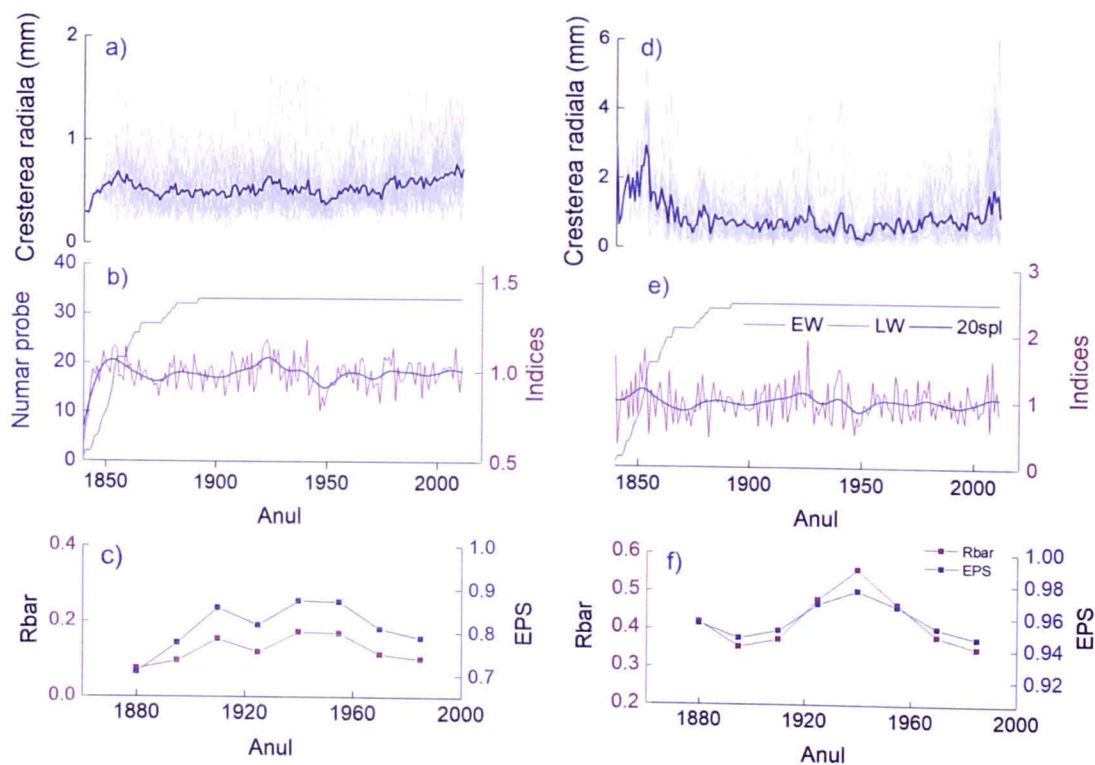


Fig. 2.20. Reprezentarea grafică a seriilor dendrocronologice de lemn timpuriu și târziu pentru gorun de la Borlești; a), b), c) valori calculate pentru indicii de creștere ai lemnului timpuriu; d), e), f) valori calculate pentru indicii de creștere ai lemnului târziu.

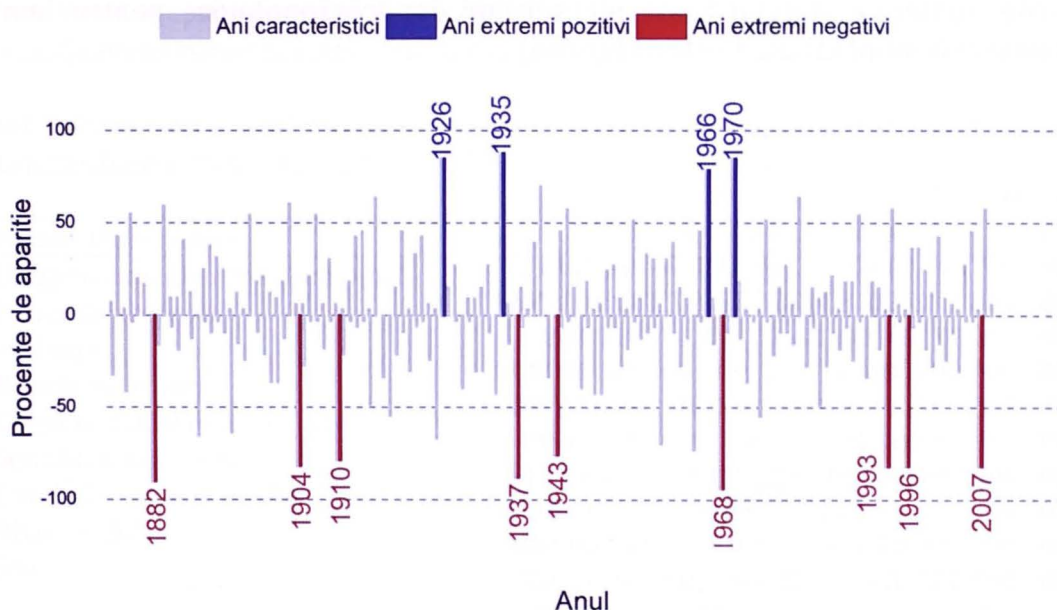


Fig. 2.21. Anii eveniment pentru seria dendrocronologică de gorun de la Borlești.

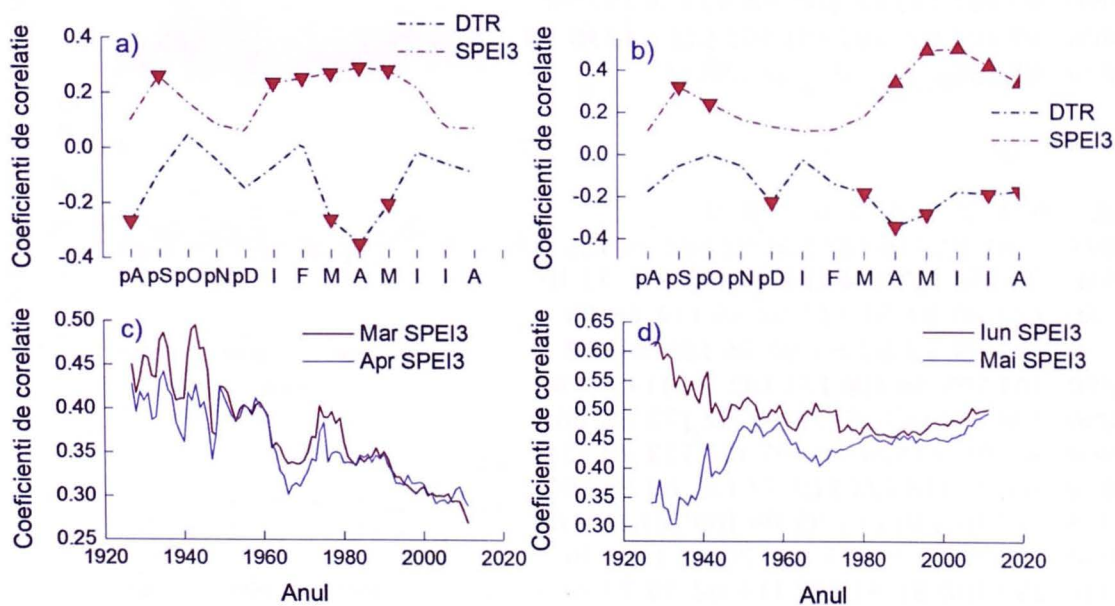


Fig. 2.22. Corelația dintre intervalul de temperatură diurnă (DTR) și indicele standardizat al precipitațiilor/evapotranspirației cumulat pentru 3 luni (SPEI3); a), c) valori calculate pentru indicii de creștere ai lemnului timpuriu; b), d) valori calculate pentru indicii de creștere ai lemnului târziu.

Valorile numerice standardizate ale seriilor dendrocronologice pentru lemnul timpuriu și lemnul târziu, Borlești (gorun).

EW

Date	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1843			150	107	93	104	99	114	110	
1850	87	137	111	134	110	168	94	92	90	117
1860	108	121	90	83	95	173	97	100	101	98
1870	94	97	93	93	88	97	91	115	91	109
1880	104	101	86	97	108	99	100	108	98	90
1890	115	120	96	98	84	103	99	103	105	96
1900	89	92	102	104	83	99	97	114	109	99
1910	86	106	195	106	103	91	113	83	92	104
1920	102	113	117	117	178	95	117	129	105	92
1930	92	104	85	106	92	119	96	94	109	100
1940	101	117	83	91	98	106	104	78	89	87
1950	93	97	97	91	91	106	99	103	107	95
1960	100	98	93	108	80	102	178	107	86	96
1970	109	91	95	94	87	104	118	102	103	116
1980	112	86	101	95	95	99	100	167	145	94
1990	93	102	109	80	100	98	91	108	107	94
2000	97	102	100	103	101	102	123	98	118	98
2010	83	161								

LW

Date	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1841		61	81	116	127	138	92	102	74	125
1850	79	150	123	184	114	71	195	151	72	107
1860	127	80	82	51	137	93	68	114	66	73
1870	107	99	72	82	65	90	86	135	86	142
1880	104	105	46	106	131	102	99	114	90	80
1890	100	103	143	35	77	92	52	172	88	86
1900	83	91	93	124	60	107	114	123	78	124
1910	66	97	118	123	119	77	136	68	84	109
1920	142	87	140	115	95	89	188	107	111	64
1930	89	79	89	99	75	129	76	62	126	136
1940	152	107	51	61	127	114	82	48	73	66
1950	69	96	94	82	91	126	99	125	195	85
1960	116	104	99	83	75	140	121	82	65	114
1970	124	84	74	86	74	177	79	111	124	109
1980	133	80	97	73	100	103	91	103	94	119
1990	80	97	83	70	107	80	68	126	113	90
2000	88	109	87	87	88	164	183	56	165	96
2010	113	86								

6. Cod: Valea Stejarului (47°53'10", 23°57'23")

Specia: *Quercus robur* L. (stejar pedunculat)

Tabel 7. Parametrii statistici pentru seriile dendrocronologice de creștere radială și standardizată, stejar Valea Stejarului.

Parametrul statistic	Seria de creștere radială (RW) / seria de indici
Lungimea medie / maximă (ani)	182
Perioada acoperită	1836 - 2016
>10 serii	1844 - 2016
Număr de arbori	31
Creștere radială medie (mm)	1,35
Sensibilitatea medie	0,17
Corelația cu seria medie	0,66
Rbar mediu	0,37
SNR	16,48

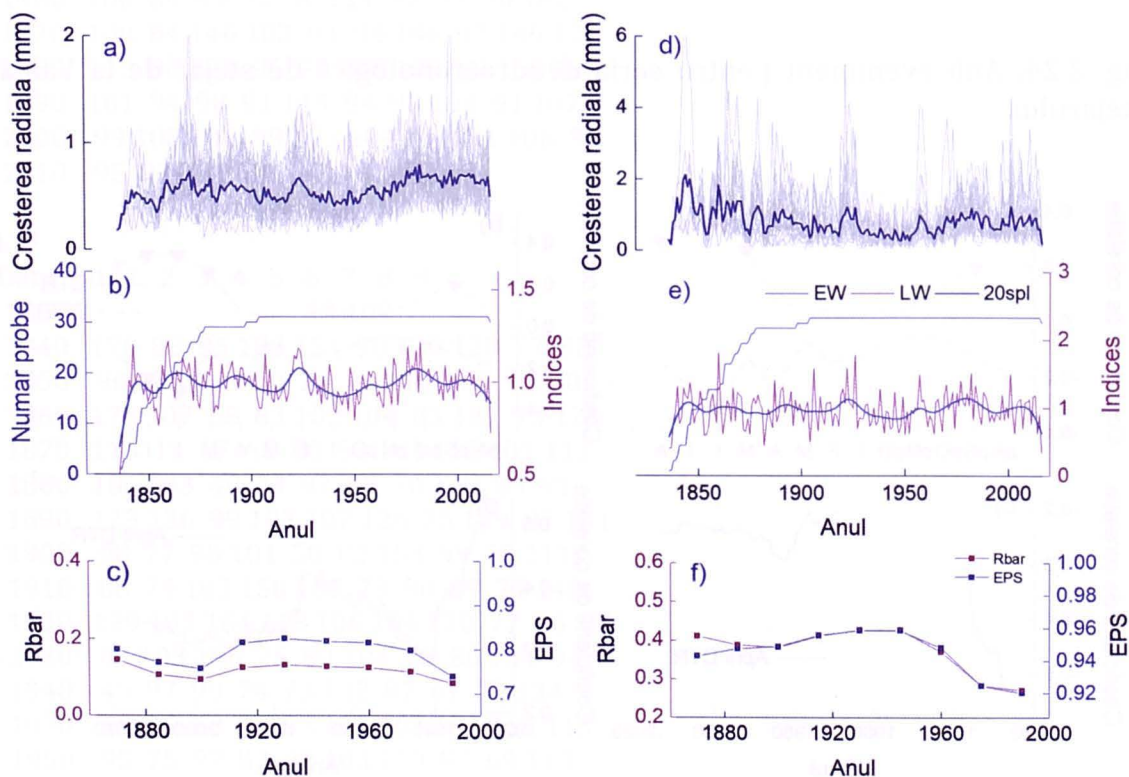


Fig. 2.23. Reprezentarea grafică a seriilor dendrocronologice de lemn timpuriu și târziu pentru stejar de la Valea Stejarului; a), b), c) valori calculate pentru indicii de creștere ai lemnului timpuriu; d), e), f) valori calculate pentru indicii de creștere ai lemnului târziu.

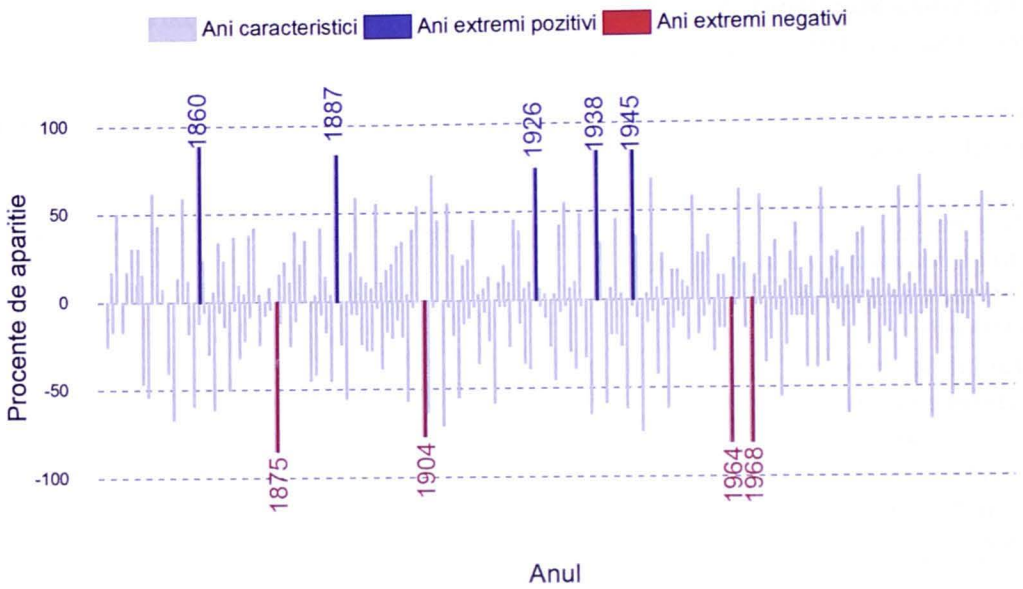


Fig. 2.24. Anii eveniment pentru seria dendrocronologică de stejar de la Valea Stejarului.

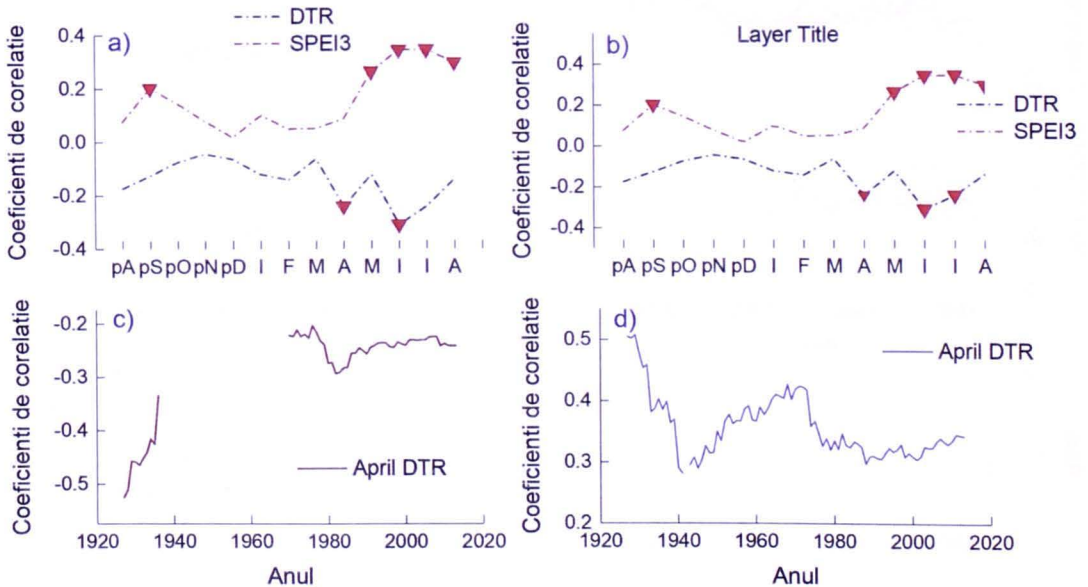


Fig. 2.25. Corelația dintre intervalul de temperatură diurnă (DTR) și indicele standardizat al precipitațiilor / evapotranspirației cumulat pentru 3 luni (SPEI3); a), c) valori calculate pentru indicii de creștere ai lemnului timpuriu; b), d) valori calculate pentru indicii de creștere ai lemnului târziu.

Valorile numerice standardizate ale seriilor dendrocronologice pentru lemnul timpuriu și lemnul târziu, Valea Stejarului (stejar).

EW

Date	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1839								97		
1840	142	101	113	121	83	91	95	105	81	111
1850	86	89	101	90	89	79	97	125	106	124
1860	119	105	96	88	194	132	100	144	183	95
1870	104	91	83	182	85	82	100	110	96	108
1880	107	114	77	80	90	149	111	90	92	104
1890	167	194	96	97	94	101	157	40	73	114
1900	99	95	104	87	89	98	104	115	90	105
1910	91	89	101	91	90	97	93	99	98	105
1920	120	111	105	179	147	93	93	94	99	83
1930	94	105	91	97	89	102	92	95	115	99
1940	88	86	107	99	92	96	96	80	195	119
1950	76	98	94	96	173	92	97	106	100	102
1960	100	89	99	92	90	114	98	99	90	162
1970	108	84	146	103	91	94	186	97	146	127
1980	112	88	124	95	99	108	106	98	108	108
1990	101	94	98	91	115	94	98	104	91	107
2000	99	108	106	99	103	104	154	71	106	96
2010	95	97	151	105	87	100	75	93		

LW

Date	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1838								43	109	
1840	176	88	95	180	151	90	130	128	77	88
1850	90	123	103	60	59	46	119	115	93	80
1860	173	107	68	83	102	104	83	121	73	120
1870	116	11	67	65	80	58	163	113	101	112
1880	106	103	48	73	97	80	70	140	89	91
1890	123	136	99	107	107	126	75	129	97	101
1900	98	77	98	101	50	82	153	99	65	111
1910	88	74	103	150	180	73	90	89	71	148
1920	129	103	164	118	106	104	170	77	86	85
1930	85	103	186	75	80	104	78	80	134	94
1940	45	97	90	74	73	132	87	61	72	134
1950	65	95	68	98	93	133	107	141	115	113
1960	95	75	97	82	62	103	110	87	69	113
1970	131	96	104	121	61	113	99	139	106	94
1980	115	103	148	86	146	116	85	75	110	115
1990	101	78	81	78	86	83	80	118	89	95
2000	84	143	98	64	103	118	110	72	113	126
2010	122	85	126	126	63	95	30	48		

7. Cod: Sapaņa (47°59'10", 23°42'27")
 Specia: *Quercus robur* L. (stejar pedunculat)

Tabel 8. Parametrii statistici pentru seriile dendrocronologice de creștere radială și standardizată, stejar Săpâņa.

Parametrul statistic	Seria de creștere radială (RW) / seria de indici
Lungimea medie / maximă (ani)	171
Perioada acoperită	1845 - 2015
>10 serii	1849 - 2015
Număr de arbori	51
Creștere radială medie (mm)	1,72
Sensibilitatea medie	0,28
Corelația cu seria medie	0,64
Rbar mediu	0,46
SNR	4,29

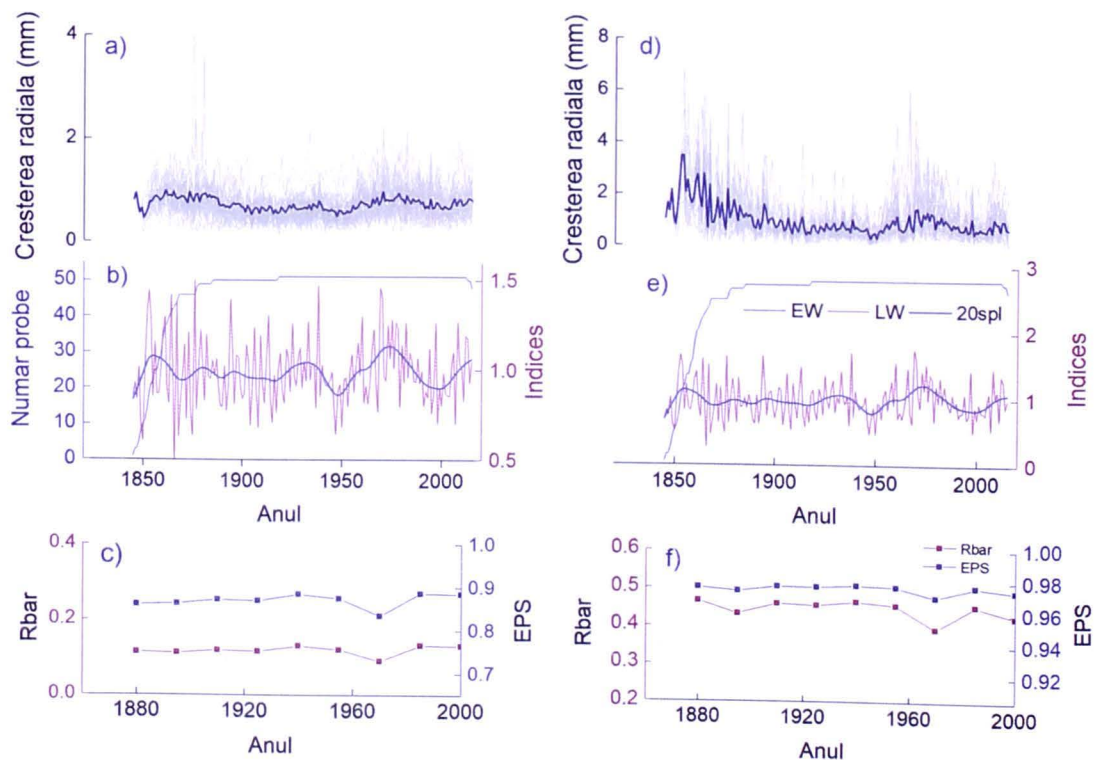


Fig. 2.26. Reprezentarea grafică a seriilor dendrocronologice de lemn timpuriu și târziu pentru stejar de la Săpâņa; a), b), c) valori calculate pentru indicii de creștere ai lemnului timpuriu; d), e), f) valori calculate pentru indicii de creștere ai lemnului târziu.

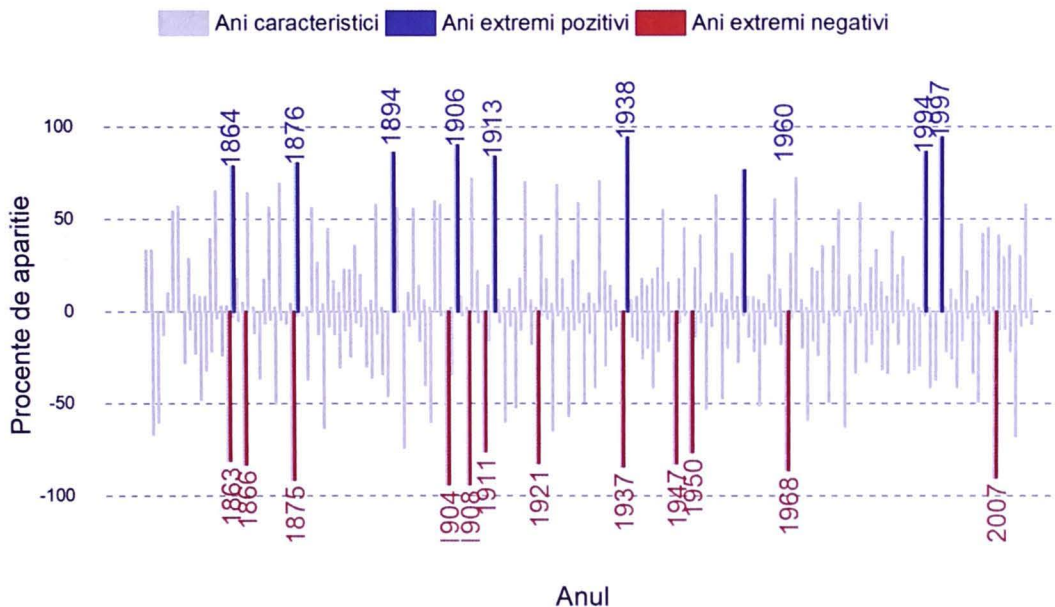


Fig. 2.27. Anii eveniment pentru seria dendrocronologică de stejar de la Săpânța.

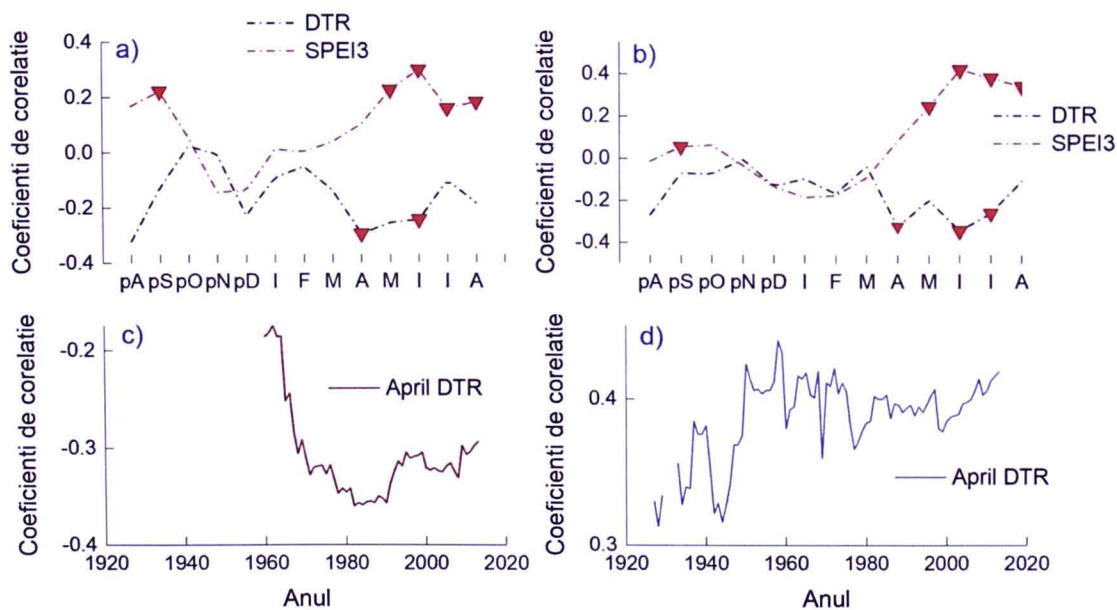


Fig. 2.28. Corelația dintre intervalul de temperatură diurnă (DTR) și indicele standardizat al precipitațiilor / evapotranspirației cumulat pentru 3 luni (SPEI3); a), c) valori calculate pentru indicii de creștere ai lemnului timpuriu; b), d) valori calculate pentru indicii de creștere ai lemnului târziu.

Valorile numerice standardizate ale seriilor dendrocronologice pentru lemnul timpuriu și lemnul târziu, Săpânța (stejar).

EW

Date	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1849										111
1850	86	115	100	117	102	103	108	97	93	99
1860	112	119	98	95	92	114	92	96	98	105
1870	107	90	86	116	97	82	112	197	91	176
1880	100	115	96	108	92	105	96	108	83	98
1890	100	99	104	95	104	107	93	102	92	90
1900	93	86	108	94	84	99	102	128	81	101
1910	96	95	94	102	95	86	93	88	97	105
1920	99	92	99	101	92	107	82	97	95	90
1930	100	112	98	102	95	111	98	98	119	99
1940	88	88	92	93	102	95	95	82	137	99
1950	92	91	93	94	9	125	106	98	105	114
1960	106	95	96	81	103	115	116	117	82	191
1970	129	95	95	94	108	106	191	111	111	97
1980	99	88	119	97	94	108	68	104	123	99
1990	101	82	96	82	122	82	98	104	104	94
2000	86	104	98	96	98	117	117	91	107	103
2010	92	98	100	175	19	103				

LW

Date	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1847										89 100 91
1850	77	111	176	104	143	83	100	71	78	93
1860	128	138	81	66	159	100	24	150	43	68
1870	96	130	71	128	76	51	184	73	118	147
1880	109	69	130	81	95	100	86	112	102	77
1890	65	112	69	96	177	130	77	105	107	92
1900	73	89	116	110	69	82	130	89	59	115
1910	89	73	101	141	78	50	83	68	107	114
1920	83	71	111	106	77	127	97	81	104	111
1930	76	93	86	128	90	86	96	57	159	72
1940	107	85	79	83	87	101	70	52	74	97
1950	53	102	100	77	117	198	86	110	131	91
1960	153	69	71	64	85	112	102	52	63	183
1970	166	108	77	134	105	156	95	135	137	57
1980	117	90	137	93	118	105	89	76	107	90
1990	104	77	89	82	117	74	80	151	57	97
2000	72	100	86	83	80	100	111	58	161	107
2010	116	64	134	120	80	100				

8. Cod: Coștui (47°52'41", 24°10'22")
 Specia: *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. (gorun)

Tabel 9. Parametrii statistici pentru seriile dendrocronologice de creștere radială și standardizată, gorun Coștui.

Parametrul statistic	Seria de creștere radială (RW) / seria de indici
Lungimea medie / maximă (ani)	245
Perioada acoperită	1772 - 2016
>10 serii	1786 - 2016
Număr de arbori	23
Creștere radială medie (mm)	1,67
Sensibilitatea medie	0,22
Corelația cu seria medie	0,57
Rbar mediu	0,43
SNR	6,99

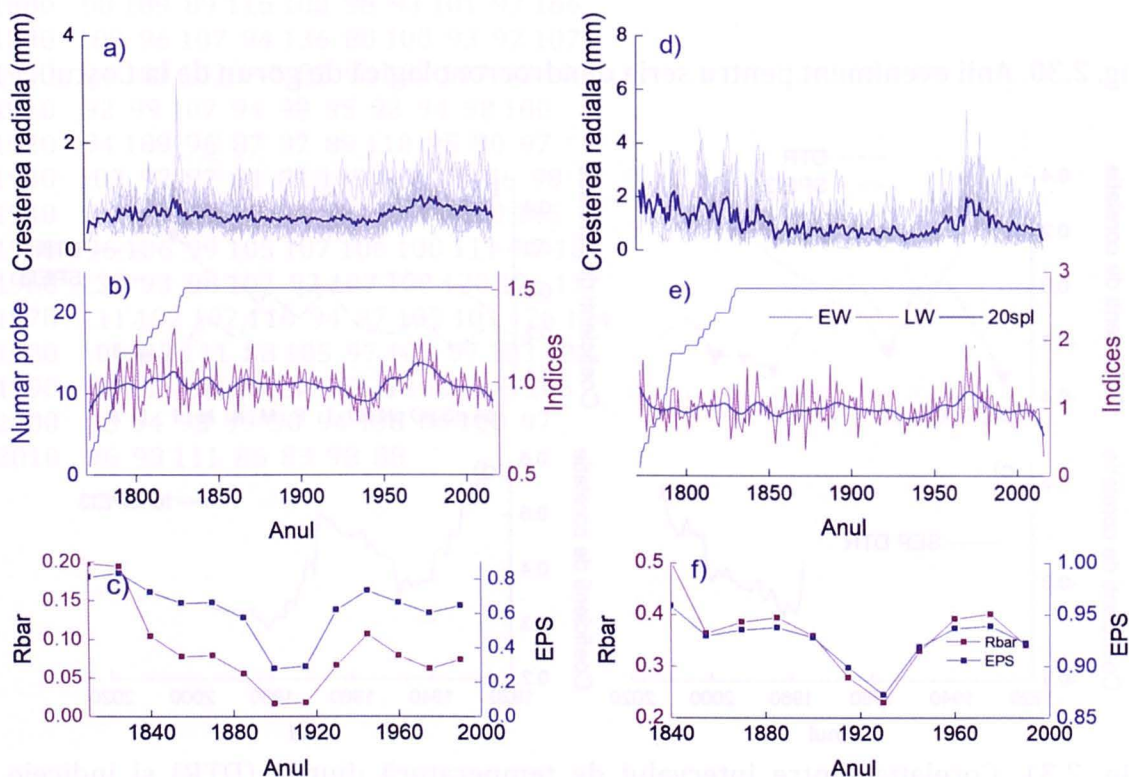


Fig. 2.29. Reprezentarea grafică a seriilor dendrocronologice de lemn timpuriu și târziu pentru gorun de la Coștui; a), b), c) valori calculate pentru indicii de creștere ai lemnului timpuriu; d), e), f) valori calculate pentru indicii de creștere ai lemnului târziu.

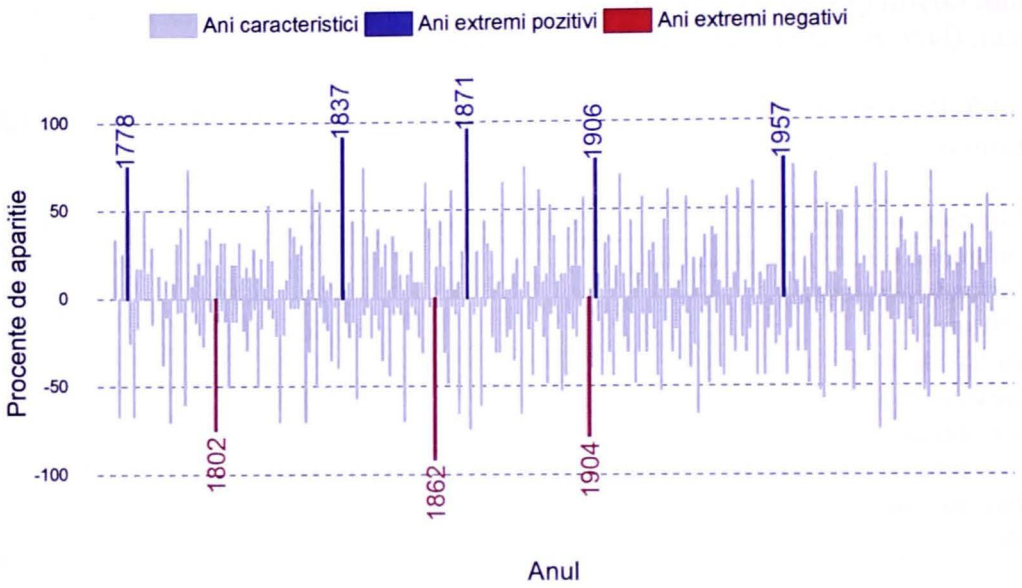


Fig. 2.30. Anii eveniment pentru seria dendrocronologică de gorun de la Coștui.

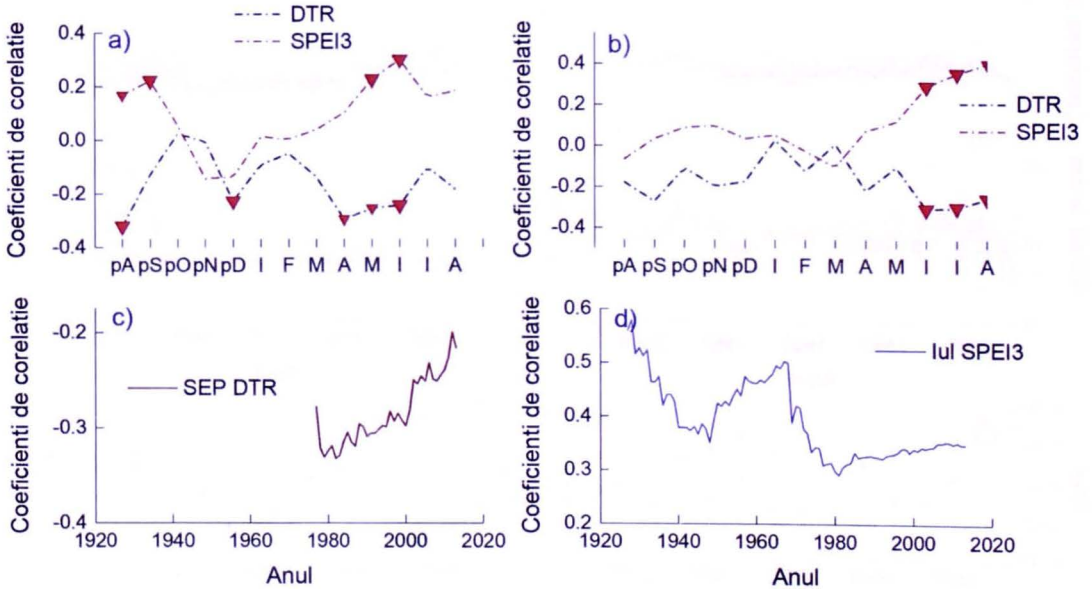


Fig. 2.31. Corelația dintre intervalul de temperatură diurnă (DTR) și indicele standardizat al precipitațiilor / evapotranspirației cumulat pentru 3 luni (SPEI3); a), c) valori calculate pentru indicii de creștere ai lemnului timpuriu; b), d) valori calculate pentru indicii de creștere ai lemnului târziu.

Valorile numerice standardizate ale seriilor dendrocronologice pentru lemnul timpuriu și lemnul târziu, Coștui (gorun).

EW

Date	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1777						72	112	100		
1780	101	95	92	96	115	94	85	89	108	95
1790	99	114	94	83	99	114	103	98	111	73
1800	99	125	88	81	90	92	102	111	103	108
1810	96	105	111	107	86	92	93	116	92	97
1820	86	100	111	127	129	94	103	76	116	89
1830	92	100	82	96	100	102	97	108	101	83
1840	101	93	111	106	116	105	89	97	91	114
1850	92	94	98	96	88	81	97	109	97	102
1860	112	102	86	105	100	94	102	104	106	91
1870	105	118	81	91	81	91	109	193	100	106
1880	98	109	89	116	100	98	93	101	97	166
1890	109	96	107	94	136	80	100	93	92	107
1900	94	109	102	143	82	94	107	107	93	101
1910	92	99	107	94	99	95	98	94	98	100
1920	94	109	96	87	97	89	110	95	90	97
1930	103	92	87	91	81	109	85	97	106	98
1940	89	84	109	92	90	98	90	91	100	145
1950	96	106	99	105	107	106	100	111	97	109
1960	132	93	98	107	92	107	108	120	176	117
1970	111	102	102	116	94	87	105	101	126	104
1980	101	92	111	88	105	97	105	97	103	102
1990	92	103	94	98	107	83	98	190	95	106
2000	98	94	98	99	90	94	198	86	100	97
2010	96	98	111	86	83	98	88			

LW

Date	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1774				103	173	98	115	124	93	
1780	74	103	101	126	90	110	80	94	61	101
1790	72	119	169	128	72	129	85	87	88	91
1800	94	82	69	113	97	104	79	108	116	133
1810	90	104	107	95	88	110	90	136	93	75
1820	72	108	129	163	126	120	115	54	71	139
1830	65	134	83	60	69	85	75	157	78	93
1840	108	86	142	154	123	90	110	113	89	109
1850	85	114	98	73	47	83	97	16	95	94
1860	133	103	57	108	102	91	77	171	77	81
1870	122	141	38	74	109	73	146	101	111	62
1880	105	122	80	89	86	117	66	168	81	80
1890	128	137	104	100	109	116	73	78	89	119
1900	101	116	98	111	54	93	147	83	82	102
1910	97	89	138	127	82	78	97	77	99	129
1920	91	99	99	83	91	124	152	84	83	83
1930	89	101	61	83	75	85	105	74	92	56
1940	79	84	100	73	86	104	63	83	82	132
1950	77	108	89	112	104	179	111	114	88	102
1960	136	69	82	85	73	168	169	46	92	189
1970	151	120	154	159	71	108	88	103	183	128
1980	96	98	134	32	174	119	93	75	111	105
1990	95	91	90	98	99	83	73	117	96	90
2000	73	104	98	88	83	111	107	88	191	86
2010	105	95	99	105	76	75	25			

9. Cod: Coștui (47°52'41", 24°10'22")
 Specia: *Quercus robur* L. (stejar pedunculat)

Tabel 10. Parametrii statistici pentru seriile dendrocronologice de creștere radială și standardizată, stejar Coștui.

Parametrul statistic	Seria de creștere radială (RW) / seria de indici
Lungimea medie / maximă (ani)	191
Perioada acoperită	1826 - 2016
>10 serii	1854 - 2016
Număr de arbori	19
Creștere radială medie (mm)	1,51
Sensibilitatea medie	0,22
Corelația cu seria medie	0,60
Rbar mediu	0,36
SNR	18,25

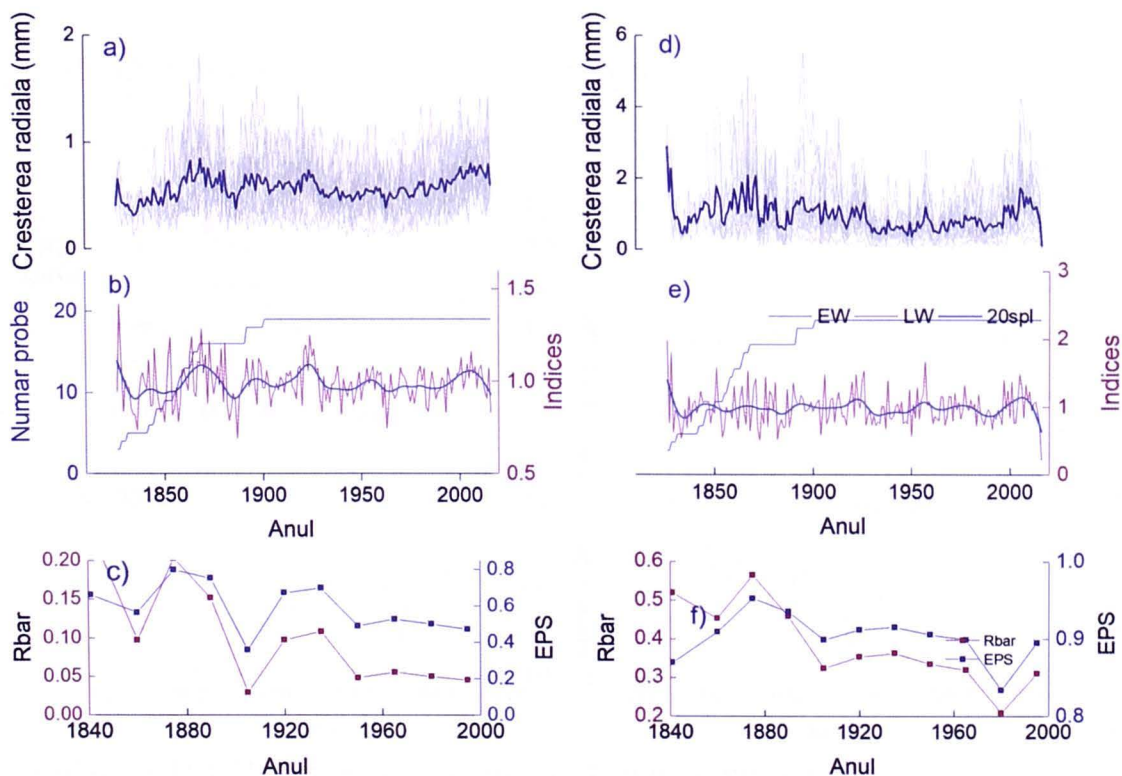


Fig. 2.32. Reprezentarea grafică a seriilor dendrocronologice de lemn timpuriu și târziu pentru stejar de la Coștui; a), b), c) valori calculate pentru indicii de creștere ai lemnului timpuriu; d), e), f) valori calculate pentru indicii de creștere ai lemnului târziu.

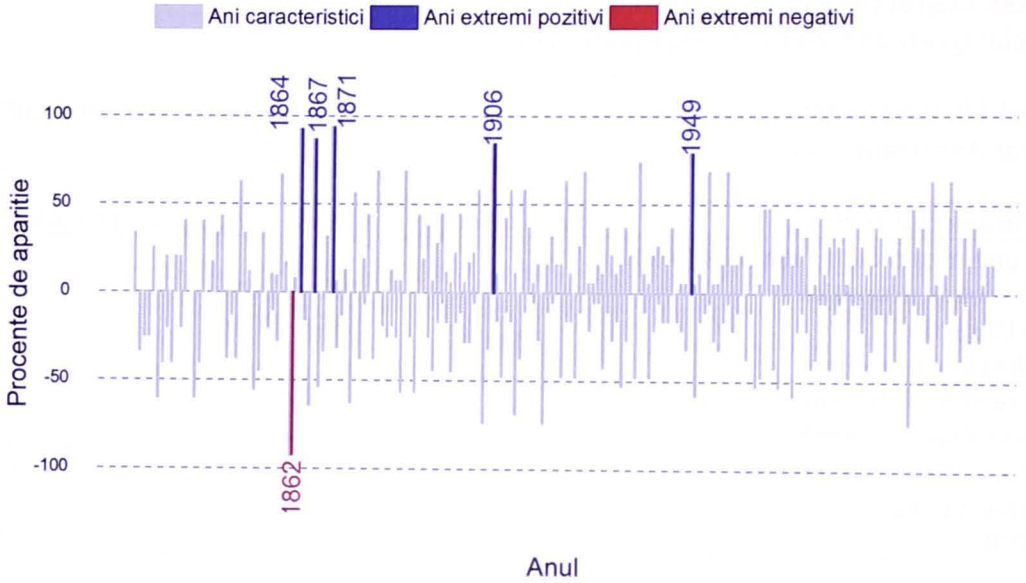


Fig. 2.33. Anii eveniment pentru seria dendrocronologică de stejar de la Coștui.

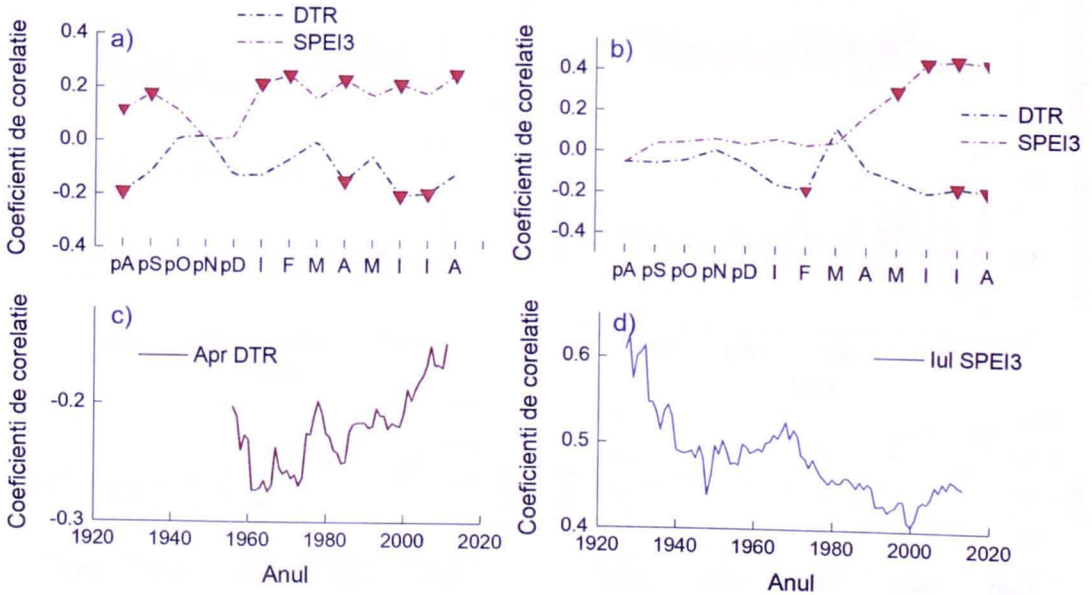


Fig. 2.34. Corelația dintre intervalul de temperatură diurnă (DTR) și indicele standardizat al precipitațiilor / evapotranspirației cumulat pentru 3 luni (SPEI3); a), c) valori calculate pentru indicii de creștere ai lemnului timpuriu; b), d) valori calculate pentru indicii de creștere ai lemnului târziu.

Valorile numerice standardizate ale seriilor dendrocronologice pentru lemnul timpuriu și lemnul târziu, Coștui (stejar).

EW

Date	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1829								72		
1830	94	93	102	84	86	86	80	99	106	101
1840	97	92	113	86	88	125	94	80	85	138
1850	76	107	118	111	77	82	92	81	93	102
1860	113	105	92	115	121	88	96	116	107	125
1870	96	102	83	121	108	89	98	108	95	115
1880	84	126	89	80	94	90	92	70	96	99
1890	108	109	114	95	97	111	92	87	113	106
1900	94	95	102	109	84	98	99	109	95	109
1910	100	93	105	102	104	90	97	93	107	187
1920	87	118	116	104	122	109	112	95	107	87
1930	85	105	89	93	95	101	100	119	109	95
1940	84	108	97	94	101	111	76	95	99	101
1950	81	98	96	100	97	100	103	93	100	103
1960	104	86	102	75	93	108	93	97	94	100
1970	107	109	101	90	93	90	97	93	100	103
1980	104	98	106	82	89	101	103	97	91	93
1990	97	109	108	82	109	91	98	109	117	139
2000	145	114	92	99	109	98	117	107	100	94
2010	109	102	98	93	91	110	82			

LW

Date	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1827						81	134	93		
1830	72	82	77	51	74	90	71	115	85	111
1840	167	87	99	124	108	107	111	102	76	96
1850	88	158	106	94	56	72	91	96	92	83
1860	136	91	69	104	130	90	61	159	67	87
1870	137	142	69	46	91	78	141	77	137	118
1880	95	130	51	68	86	70	74	124	75	85
1890	130	115	104	107	158	116	93	91	94	108
1900	92	98	104	116	56	91	148	75	88	109
1910	114	78	106	142	129	80	83	72	136	193
1920	173	88	141	102	96	141	125	71	83	91
1930	71	89	73	75	71	101	131	70	179	81
1940	89	85	93	104	91	108	75	79	70	121
1950	58	107	82	188	85	108	199	189	140	149
1960	93	71	84	81	79	116	185	73	82	177
1970	111	79	119	98	105	83	90	134	136	68
1980	197	105	108	79	111	97	89	74	87	97
1990	95	68	82	58	95	90	75	149	111	166
2000	82	136	74	76	109	156	128	84	126	172
2010	112	92	102	106	99	74	22			

10. Cod: Rona de Sus (47°52'57", 24°4'42")
 Specia: *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. (gorun)

Tabel 11. Parametrii statistici pentru seriile dendrocronologice de creștere radială și standardizată, gorun Rona de Sus.

Parametrul statistic	Seria de creștere radială (RW) / seria de indici
Lungimea medie / maximă (ani)	118
Perioada acoperită	1898- 2015
>10 serii	1905 - 2015
Număr de arbori	28
Creștere radială medie (mm)	2,01
Sensibilitatea medie	0,20
Corelația cu seria medie	0,56
Rbar mediu	0,43
SNR	12,92

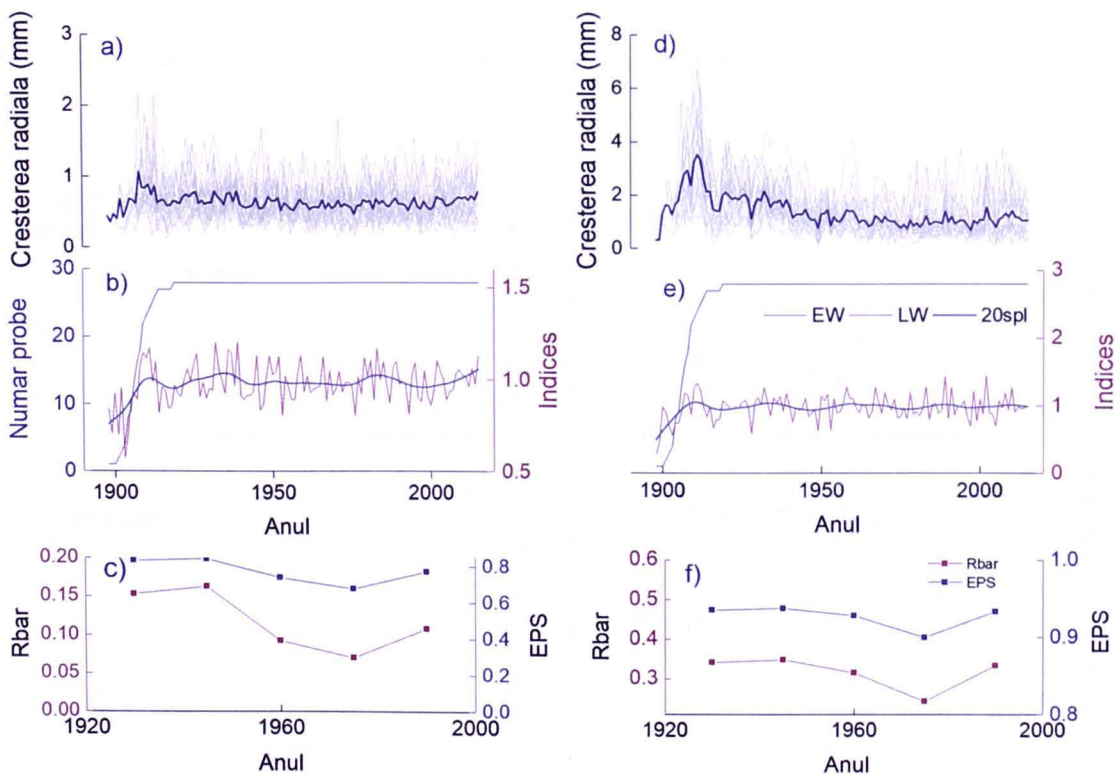


Fig. 2.35. Reprezentarea grafică a seriilor dendrocronologice de lemn timpuriu și târziu pentru gorun de la Rona de Sus; a), b), c) valori calculate pentru indicii de creștere ai lemnului timpuriu; d), e), f) valori calculate pentru indicii de creștere ai lemnului târziu.

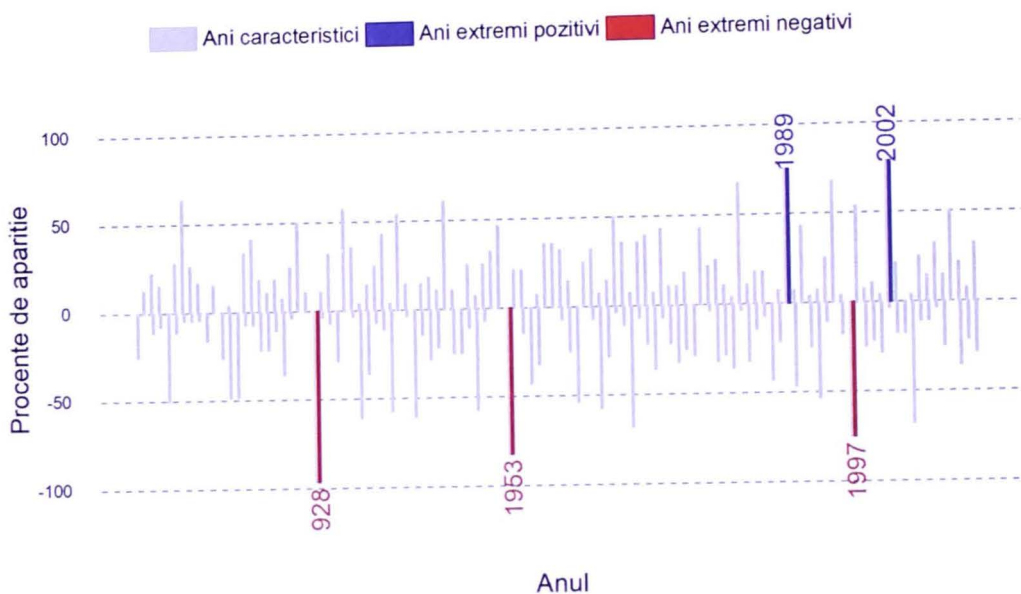


Fig. 2.36. Anii eveniment pentru seria dendrocronologică de gorun de la Rona de Sus.

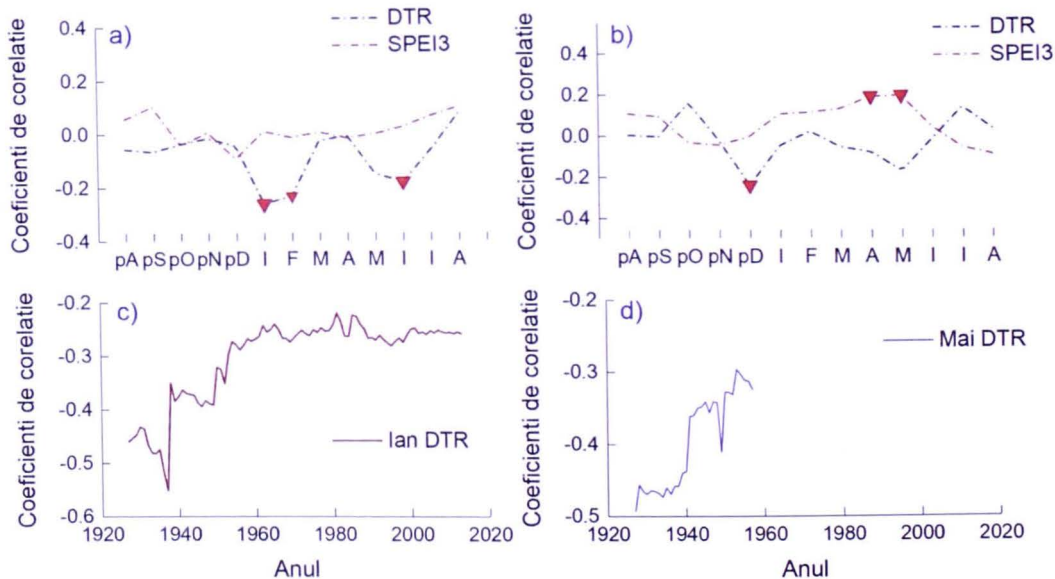


Fig. 2.37. Corelația dintre intervalul de temperatură diurnă (DTR) și indicele standardizat al precipitațiilor / evapotranspirației cumulat pentru 3 luni (SPEI3); a), c) valori calculate pentru indicii de creștere ai lemnului timpuriu; b), d) valori calculate pentru indicii de creștere ai lemnului târziu.

Valorile numerice standardizate ale seriilor dendrocronologice pentru lemnul timpuriu și lemnul târziu, Rona de Sus (gorun).

EW

Date	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1900	94	55	67	63	74	90	90	84	106	116
1910	116	117	96	118	81	95	99	81	80	95
1920	92	91	101	105	97	102	116	96	90	88
1930	97	94	119	101	91	93	162	151	91	127
1940	92	86	91	91	93	112	89	88	107	112
1950	103	105	118	81	103	92	86	82	106	113
1960	96	100	94	90	98	94	112	88	104	99
1970	96	109	92	94	92	99	81	104	97	119
1980	103	114	80	172	113	107	95	89	100	110
1990	97	99	96	85	123	108	91	87	108	90
2000	89	94	118	106	104	89	94	94	106	155
2010	102	102	95	103	94	112				

LW

Date	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1899										46
1900	98	43	65	56	78	68	87	112	147	80
1910	128	135	118	96	80	99	64	74	84	108
1920	102	99	96	95	92	158	100	94	58	103
1930	111	101	126	105	82	111	107	113	92	113
1940	99	74	97	92	96	112	83	89	99	61
1950	118	106	110	68	116	87	97	167	122	111
1960	127	95	81	104	99	81	99	126	103	87
1970	198	105	94	102	82	82	64	84	111	88
1980	97	82	95	130	81	109	103	90	94	145
1990	82	122	87	95	98	101	39	64	124	78
2000	109	90	140	91	85	79	108	97	114	93
2010	127	91	96	96	98	106				

11. Cod: Ocna Șugatag (47°47'89", 23°56'69")
 Specia: *Quercus robur* L. (stejar pedunculat)

Tabel 12. Parametrii statistici pentru seriile dendrocronologice de creștere radială și standardizată, stejar Ocna Șugatag.

Parametrul statistic	Seria de creștere radială (RW) / seria de indici
Lungimea medie / maximă (ani)	208
Perioada acoperită	1809 - 2016
>10 serii	1822 - 2016
Număr de arbori	40
Creștere radială medie (mm)	1,85
Sensibilitatea medie	0,26
Corelația cu seria medie	0,62
Rbar mediu	0,40
SNR	23,18

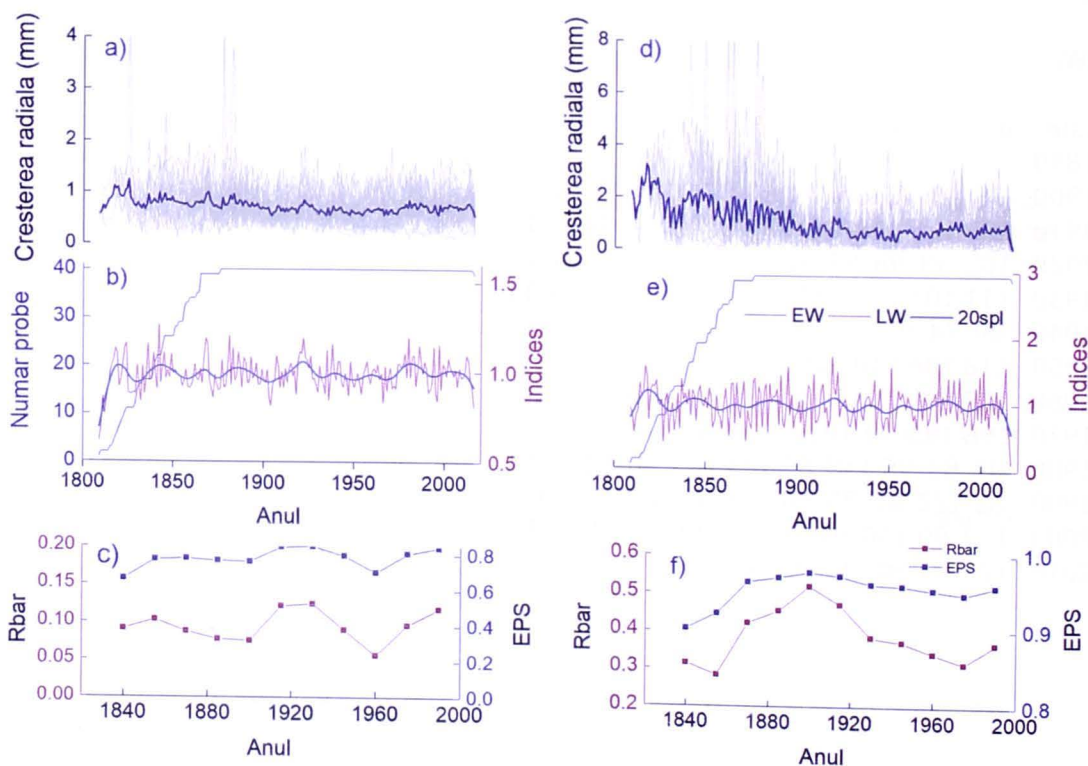


Fig. 2.38. Reprezentarea grafică a seriilor dendrocronologice de lemn timpuriu și târziu pentru stejar de la Ocna Șugatag; a), b), c) valori calculate pentru indicii de creștere ai lemnului timpuriu; d), e), f) valori calculate pentru indicii de creștere ai lemnului târziu.

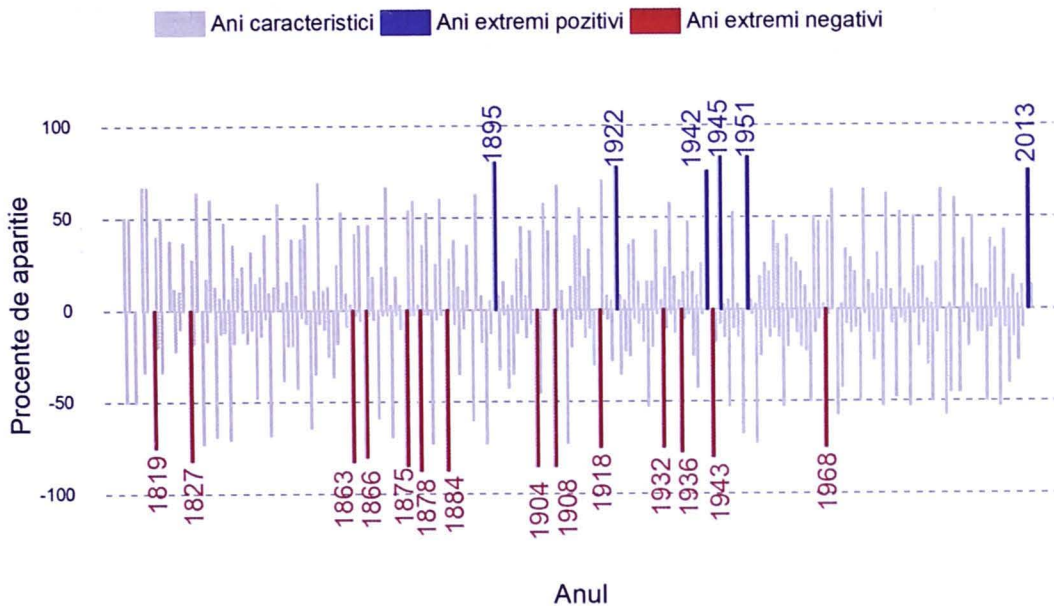


Fig. 2.39. Anii eveniment pentru seria dendrocronologică de stejar de la Ocna Sugatag.

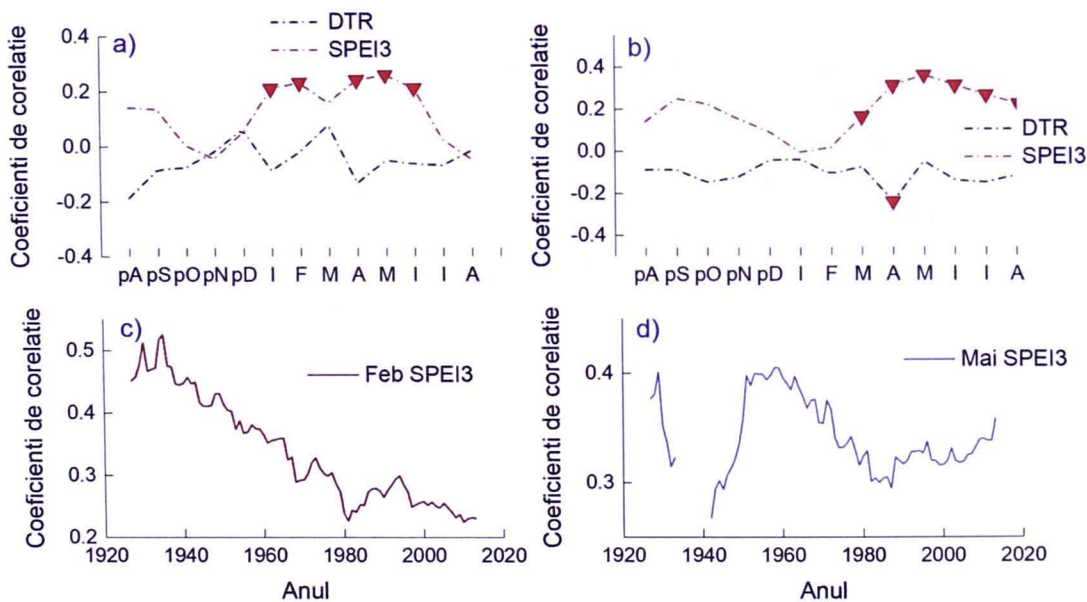


Fig. 2.40. Corelația dintre intervalul de temperatură diurnă (DTR) și indicele standardizat al precipitațiilor / evapotranspirației cumulat pentru 3 luni (SPEI3); a), c) valori calculate pentru indicii de creștere ai lemnului timpuriu; b), d) valori calculate pentru indicii de creștere ai lemnului târziu.

Valorile numerice standardizate ale seriilor dendrocronologice pentru lemnul timpuriu și lemnul târziu, Ocna Șugatag (stejar).

EW

Date	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1813			92	92	82	91	109	100	115	
1820	85	96	103	117	122	86	87	87	90	91
1830	105	91	88	100	88	100	114	93	97	112
1840	99	95	127	91	102	112	90	115	94	114
1850	96	101	102	100	97	93	95	109	92	91
1860	93	97	106	95	98	104	95	109	118	110
1870	94	98	85	100	93	96	94	181	90	93
1880	117	120	91	114	93	97	115	133	92	103
1890	104	99	97	103	95	106	107	96	93	106
1900	52	95	100	86	81	94	97	119	103	91
1910	101	91	103	97	103	105	94	106	86	109
1920	110	107	111	106	101	108	103	94	97	96
1930	90	104	96	95	86	113	84	101	113	98
1940	96	156	159	93	96	99	95	83	105	94
1950	99	96	98	94	81	100	104	106	98	95
1960	101	107	100	104	92	106	86	103	80	98
1970	104	91	98	91	106	106	138	108	110	96
1980	119	92	114	101	94	102	114	106	93	105
1990	110	88	90	97	114	86	85	111	89	101
2000	104	92	178	122	100	99	103	94	131	93
2010	97	90	111	101	97	93	81			

LW

Date	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1813			95	129	94	110	144	128	60	
1820	125	123	119	179	100	99	96	58	91	104
1830	73	86	92	68	81	116	81	121	153	137
1840	108	115	91	108	110	87	107	118	95	90
1850	103	93	117	105	72	83	172	82	76	76
1860	94	111	99	65	120	124	74	125	105	88
1870	109	119	58	92	81	79	115	126	63	114
1880	112	89	103	128	72	118	115	172	103	117
1890	83	124	83	73	99	136	89	108	72	93
1900	93	102	88	96	65	86	111	165	77	126
1910	87	78	94	108	117	95	98	86	79	147
1920	120	192	168	91	108	133	184	92	85	80
1930	89	96	71	99	102	98	74	106	111	107
1940	97	106	121	74	94	117	86	74	92	88
1950	76	175	85	72	93	112	103	117	103	92
1960	107	108	96	93	90	88	107	101	81	104
1970	104	80	86	101	106	198	89	136	102	106
1980	111	90	127	108	96	123	103	99	125	93
1990	98	81	84	94	115	75	78	125	85	123
2000	94	140	95	96	81	102	100	86	114	89
2010	104	97	105	147	88	70	42			

12. Cod: Baia Mare (47°39'80", 23°39'18")
 Specia: *Quercus robur* L. (stejar pedunculat)

Tabel 13. Parametrii statistici pentru seriile dendrocronologice de creștere radială și standardizată, stejar Baia Mare.

Parametrul statistic	Seria de creștere radială (RW) / seria de indici
Lungimea medie / maximă (ani)	182
Perioada acoperită	1830 - 2011
>10 serii	1867 - 2011
Număr de arbori	33
Creștere radială medie (mm)	1,35
Sensibilitatea medie	0,27
Corelația cu seria medie	0,60
Rbar mediu	0,29
SNR	23,09

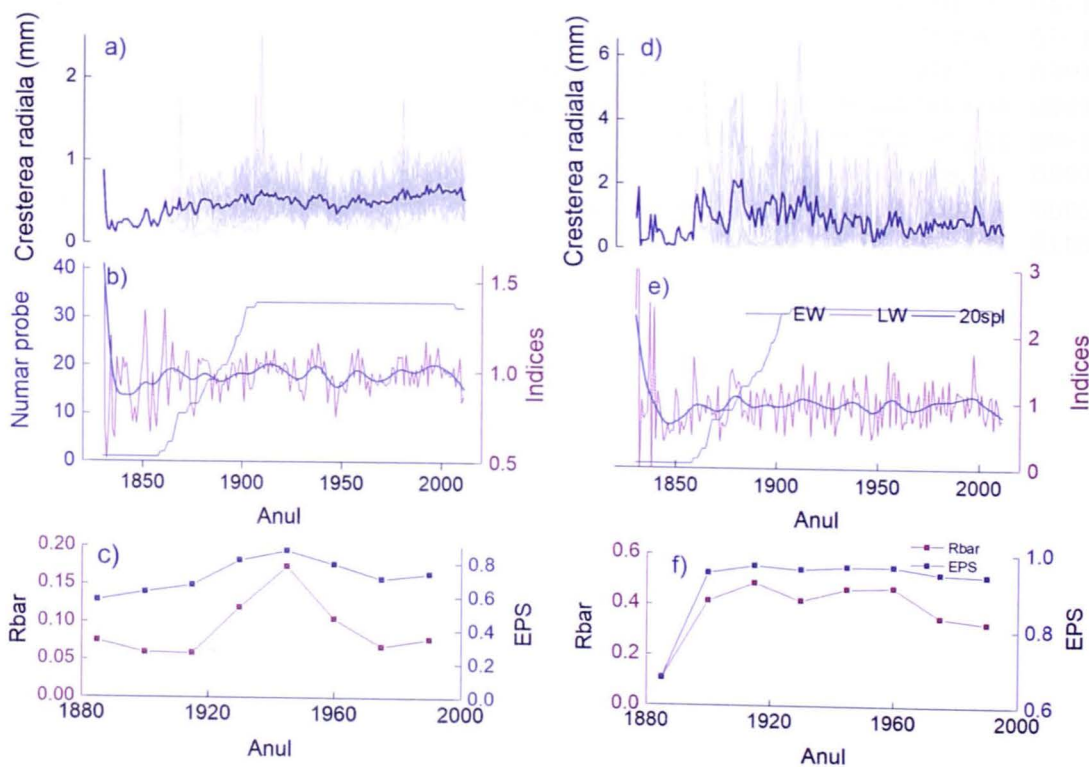


Fig. 2.41. Reprezentarea grafică a seriilor dendrocronologice de lemn timpuriu și târziu pentru stejar de la Baia Mare; a), b), c) valori calculate pentru indicii de creștere ai lemnului timpuriu; d), e), f) valori calculate pentru indicii de creștere ai lemnului târziu.

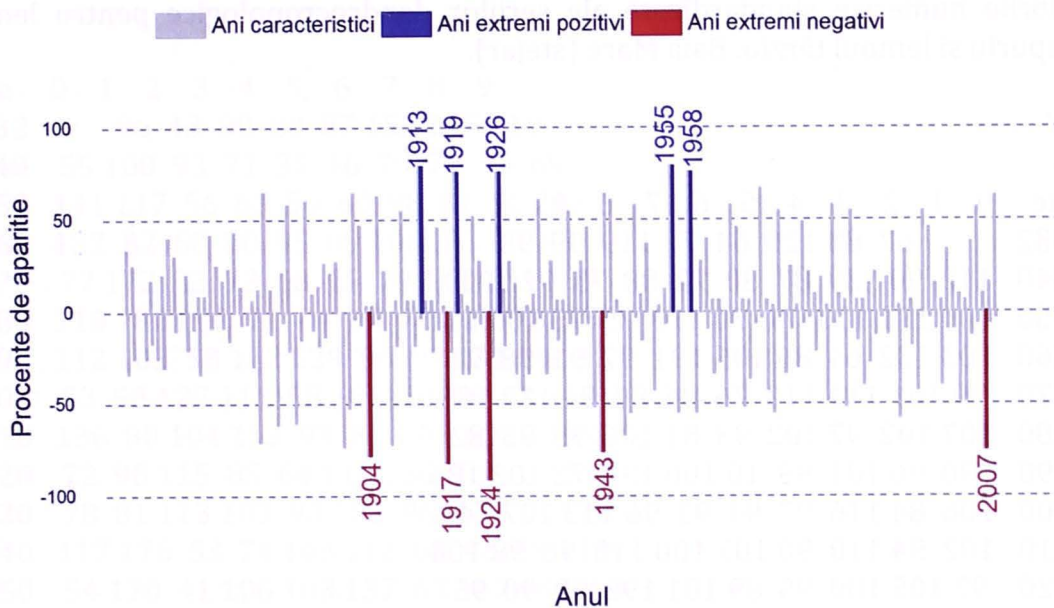


Fig. 2.42. Anii eveniment pentru seria dendrocronologică de stejar de la Baia Mare.

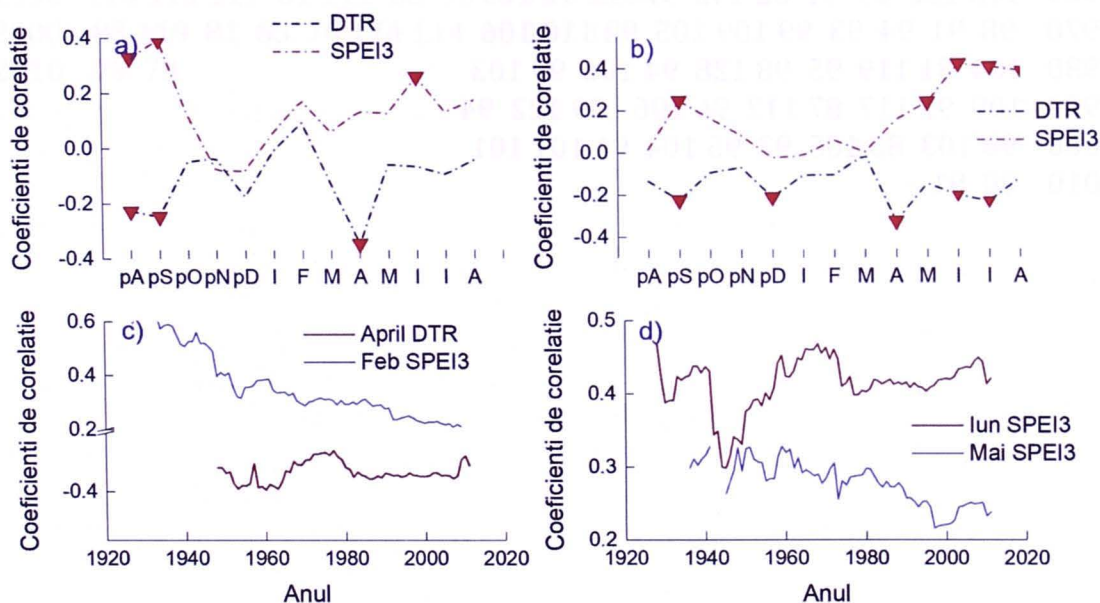


Fig. 2.43. Corelația dintre intervalul de temperatură diurnă (DTR) și indicele standardizat al precipitațiilor / evapotranspirației cumulat pentru 3 luni (SPEI3); a), c) valori calculate pentru indicii de creștere ai lemnului timpuriu; b), d) valori calculate pentru indicii de creștere ai lemnului târziu.

Valorile numerice standardizate ale seriilor dendrocronologice pentru lemnul timpuriu și lemnul târziu, Baia Mare (stejar).

EW

Date	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1832			67	88	129	64	73	119	99	93
1840	112	90	139	87	80	72	88	75	92	101
1850	100	131	103	71	70	110	75	75	100	111
1860	103	132	64	86	105	191	97	91	98	91
1870	99	101	111	110	76	86	80	94	112	108
1880	107	102	97	102	93	81	106	95	93	82
1890	990	96	101	99	10	100	134	72	103	186
1900	106	84	116	97	94	93	96	113	107	144
1910	102	94	110	90	107	100	115	96	98	104
1920	97	105	100	95	89	101	192	90	90	95
1930	92	88	94	115	101	122	111	107	118	100
1940	94	108	91	83	98	107	97	76	93	100
1950	92	92	92	99	102	117	92	105	113	81
1960	108	100	89	91	82	142	97	95	94	109
1970	98	91	94	93	99	109	105	92	110	106
1980	104	81	119	95	98	128	94	106	99	103
1990	109	97	117	87	112	96	106	109	122	94
2000	96	103	88	105	92	95	104	91	101	101
2010	80	91								

LW

Date	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1832		96	43	80	80	87	155	115	119	
1840	55	100	93	71	35	46	79	74	58	69
1850	141	117	56	63	59	60	98	81	50	247
1860	137	82	60	80	95	89	106	76	80	89
1870	77	172	33	73	68	65	79	142	104	189
1880	110	182	102	71	84	85	70	123	73	65
1890	112	103	58	112	129	96	97	131	94	92
1900	53	90	127	111	58	95	119	96	62	119
1910	136	80	104	153	93	81	170	50	119	142
1920	72	90	115	85	64	110	136	70	112	51
1930	78	81	113	103	93	108	96	72	139	118
1940	117	176	53	74	148	112	68	46	59	119
1950	54	170	41	106	103	137	63	117	147	68
1960	139	91	68	72	71	115	93	73	82	108
1970	118	65	70	135	68	127	75	131	149	94
1980	137	86	120	97	38	136	77	98	96	120
1990	114	111	117	81	111	88	93	174	101	184
2000	83	119	81	65	70	174	114	63	107	100
2010	79	78								

Bibliografie

Akaike, H., 1979. A Bayesian extension of the minimum AIC procedure of autoregressive model fitting. *Biometrika*, 66(2), 237–242.

Améglio, T., Ewers, F.W., Cochard, H., Martignac, M., Vandame, M., Bodet, C., Cruziat, P., 2001. Winter stem xylem pressure in walnut trees: effects of carbohydrates, cooling and freezing, *Tree Physiology*. 21, 387–394.

Babos, A.D., 1996. Maramures-medieval wooden churches. *Revista monumentelor Istorice*, 1–2, 40–65.

Barbaroux, C., Bréda, N., 2002. Contrasting distribution and seasonal dynamics of carbohydrate reserves in stem wood of adult ring-porous sessile oak and diffuse-porous beech trees. *Tree Physiology*. 22(17), 1201–1210.

Bazot, S., Barthes, L., Blanot, D., Fresneau, C., 2013. Distribution of non-structural nitrogen and carbohydrate compounds in mature oak trees in a temperate forest at four key phenological stages. *Trees*. 27(4), 1023–1034.

Biondi, F., Waikul, K., 2004. DENDROCLIM 2002: A C++ program for statistical calibration of climate signals in tree-ring chronologies. *Computers and Geosciences*. 30, 303–311.

Briffa, K.R., and Jones, P.D. 1990. Measuring the statistical quality of a chronology. In *Methods of dendrochronology: applications in the environmental sciences*. Edited by E.R. Cook and L.A. Kairiukstis. Kluwer Academic Publishers, Boston, Mass., USA. pp. 137–152.

Cook, E.R., 1985. A time series analysis approach to tree ring standardization (Doctoral dissertation, University of Arizona).

Cook, E.R., Kairiukstis, L.A. (Eds.), 1990. *Methods of Dendrochronology - Applications in the Environmental Sciences*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, p 394. <https://doi.org/10.1007/978-94-015-7879-0>.

Cropper, J.P., 1979. Tree-ring skeleton plotting by computer.

Fichot, R., Laurans, F., Monclus, R., Moreau, A., Pilate, G., Brignolas, F., 2009. Xylem anatomy correlates with gas exchange, water-use efficiency and growth performance under contrasting water regimes: evidence from *Populus deltoides* x *Populus nigra* hybrids, *Tree Physiology*. 29, 1537–1549.

Fonti, P., García-González, I., 2008. Earlywood vessel size of oak as a potential proxy for spring precipitation in mesic sites. *Journal of Biogeography*. 35(12), 2249–2257.

Friedrichs, D.A., Büntgen, U., Frank, D.C., Esper, J., Neuwirth, B., Löffler, J., 2009. Complex climate controls on 20th century oak growth in Central-West Germany. *Tree physiology*. 29(1), 39–51.

Fritts, H.C., 1976. *Tree rings and climate* Academic Press. New York.

García-González, I., Souto-Herrero, M., Campelo, F., 2016. Ring-porosity and earlywood vessels: a review on extracting environmental information through time. *IAWA Journal*. 37(2), 295–314.

- Gray B.M., Pilcher J.R., 1983. Testing the significance of summary response functions, *Tree-Ring Bulletin*. 43, 31–38.
- Gričar, J., De Luis, M., Hafner, P., Levanič, T., 2013. Anatomical characteristics and hydrologic signals in tree-rings of oaks (*Quercus robur* L.). *Trees*, 27(6), 1669–1680.
- Harris, I., Jones, P.D., Osborn, T.J., Lister, D.H., 2014. Updated high-resolution grids of monthly climatic observation – the CRU TS3.10 Dataset. *International Journal of Climatology*. 34, 623–642. doi:10.1002/joc.3711.
- Holmes, R.L., 1983. Computer-assisted quality control in tree-ring dating and measurement. *Tree-Ring Bulletin* 43, 69–78.
- Lacointe, A., Deleens, E., Améglio, T., Saint-Joanis, B., Lelarge, C., Vandame, M., Song, G.C., Daudet, F.A., 2004. Testing the branch autonomy theory: A ¹³C/¹⁴C double-labelling experiment on differentially shaded branches. *Plant Cell Environment*. 27, 1159–1168.
- Larsson, L.A. and Larsson, P.O., 2017. CDendro and CooRecorder (v.9.1) [software]. Saltsjöbaden, Sweden: Cybis Elektronik and Data AB. Available from <http://www.cybis.se>.
- Nechita, C., Popa, I., & Eggertsson, Ó., 2017. Climate response of oak (*Quercus spp.*), an evidence of a bioclimatic boundary induced by the Carpathians. *Science of the Total Environment*, 599, 1598–1607.
- Nechita, C., Eggertsson, O., Badea, O.N., & Popa, I., 2018. A 781-year oak tree-ring chronology for the Middle Ages archaeological dating in Maramureş (Eastern Europe). *Dendrochronologia*, 52, 105–112.
- Neuwirth, B., Schweingruber, F.H., & Winiger, M., 2007. Spatial patterns of central European pointer years from 1901 to 1971. *Dendrochronologia*, 24(2–3), 79–89.
- Pérez-de-Lis, G., Rozas, V., Vázquez-Ruiz, R.A., García-González, I., 2018. Do ring-porous oaks prioritize earlywood vessel efficiency over safety? Environmental effects on vessel diameter and tyloses formation. *Agricultural and forest meteorology*. 248, 205–214.
- Rathgeber, C.B.K., Rossi, S., and Bontemps, J.D., 2011. Cambial activity related to tree size in a mature silver-fir plantation. *Annals of Botany*. 108, 429–438.
- Rozas, V., 2005. Dendrochronology of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) in an old-growth pollarded woodland in northern Spain: tree-ring growth responses to climate. *Annals of forest Science*. 62(3), 209–218.
- Schweingruber, F.H., 1996. *Tree rings and environment: dendroecology*. Paul Haupt AG Bern.
- Souto-Herrero, M., Rozas, V., García-González, I., 2018. Chronologies of earlywood vessels and latewood width disentangle climate drivers of oak growth in a mild oceanic region. *Dendrochronologia*. 51, 40–53.
- Speer, J.H., 2010. *Fundamentals of tree-ring research*. University of Arizona Press.

Trouillier, M., van der Maaten-Theunissen, M., Scharnweber, T., Würth, D., Burger, A., Schnittler, M., & Wilmking, M., 2019. Size matters – a comparison of three methods to assess age-and size-dependent climate sensitivity of trees. *Trees*, 33(1), 183–192.

Wazny, T., & Eckstein, D., 1991. The dendrochronological signal of oak (*Quercus spp.*) in Poland. *Dendrochronologia*, 9(35), 35–49.

Wigley, T.M., Briffa, K.R., & Jones, P.D., 1984. On the average value of correlated time series, with applications in dendroclimatology and hydrometeorology. *Journal of climate and Applied Meteorology*, 23(2), 201–213.

III. Datarea patrimoniului cultural din Maramureșul istoric

În acest capitol vom prezenta un număr de 20 de obiective reprezentând parte din patrimoniul cultural național și universal. O succintă descriere a istoricului fiecărui obiectiv analizat, împreună cu o vizualizare grafică a monumentului, cu principale caracteristici, va precede datarea dendrocronologică. În procesul datării am inclus analizele numărului de inele, prezența sau absența lemnului de alburn, a măduvei sau alte aspecte pe care am considerat necesar a le menționa. Alburnul este adesea menționat în studiile de specialitate fiind o caracteristică constantă pentru o anumită regiune și specie.

În mod obișnuit, atunci când eșantioanele dendrocronologice sunt colectate pentru datarea construcțiilor acestea nu conțin alburnul complet, deoarece majoritatea constructorilor îndepărtează o parte din inelele de alburn din exterior. Caracteristicile fizice ale lemnului de alburn diferă semnificativ față de cele ale lemnului de duaramen. Estimarea inelelor de arbori de alburn care lipsesc este foarte importantă în datarea dendroarheologică precisă. Diverse studii au remarcat faptul că acest număr diferă în raport cu poziția geografică unde a crescut lemnul analizat. O descreștere s-a remarcat de la zonele vestice la cele estice ale continentului european (Baillie și al., 1985; Prokop și al., 2017). Numărul inelelor de arbori din lemn de alburn pentru regiunea Maramureș a variat între 6 și 40. Valoarea medie calculată pentru inelele de alburn a variat între 10,6 și 16,8. Conform rezultatelor obținute, variabilitatea inelului de creștere radială a arborilor nu depinde de caracteristicile altitudinii sau de cele interspecifice (Nechita și al., 2018).

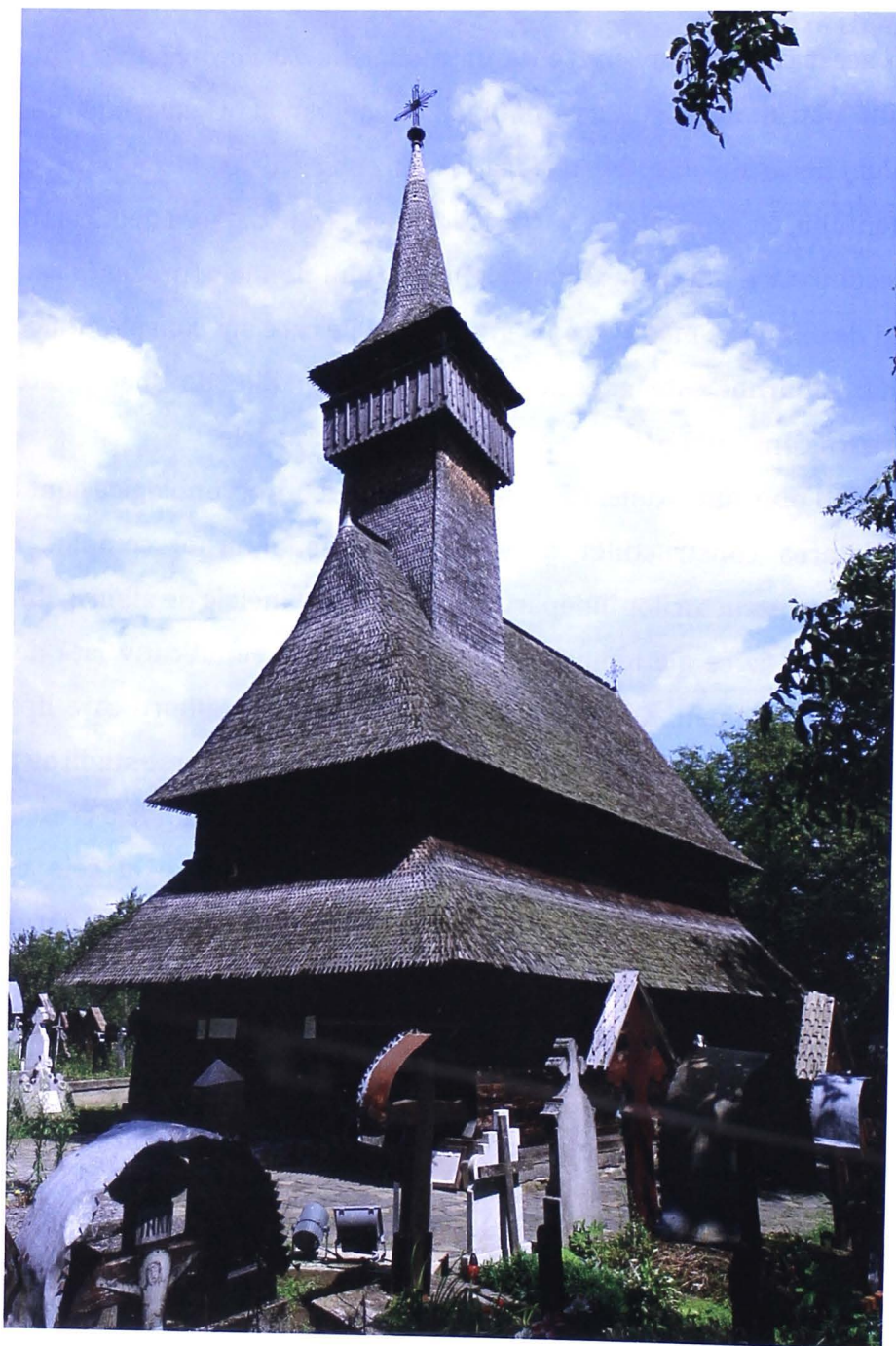
Biserica din Ieud

Fig. 3.1. Biserica în starea actuală (foto: Timur, V.C., 2017)



Fig. 3.2. (a) îmbinarea lemnului în cheatori netede cu dinte ascuns. (b) pictură în care se prezintă iadul; (c) diaconul Filip botează un eunuc. (foto: Timur, V.C., 2017)



Fig. 3.3. Pictură pe lemn reprezentând pe Regele David omorând leul. (foto: Timur, V.C., 2017)



Fig. 3.4. O atenție deosebită a fost acordată de către pictorii vremi înfățișării privitorilor neștiutori de carte, prin intermediul imaginilor pictate, a păcatelor și urmarea acestora după moarte. Pictura înfățișează Iadul celor care săvârșesc avortul. Această pictură se regăsește și pe pereții bisericii de lemn din satul hunedorean Almaș Săliște. (foto: Timur, V.C., 2017)

Această biserică cunoscută sub numele de Biserica din Ieud Deal (a Bălenilor) face parte din **Patrimoniul UNESCO**. Localitatea Ieud este așezată pe Valea râului Ieud, afluent al râului Iza. Prima atestare documentară este din 2 februarie 1365. Potrivit izvoarelor istorice înainte de anul 1342, Voievodul

Maramureșului, Bogdan a primit de la regele Ungariei, Carol Robert de Anjou (1308-1342), un cnezat care cuprindea aproximativ 18 sate pe care le stăpâna cu diplomă de întărire, printre care era și Ieudul. După moartea lui Carol Robert de Anjou, Bogdan cade în disgrația succesorului la tronul Ungariei, regele Ludovic cel Mare (1342-1382). Noul rege dăruiește voievodului Balc, fiul lui Sas, și fraților săi Drag, Dragomir și Ștefan moșia Cuhea, Ieud ș.a. În perioada care a urmat Bogdan Voievod al Maramureșului a trecut în Moldova unde a devenit Domn al Moldovei (1363-1367) (Cristea și Dăncuș, 2000; Man, 2007). Vestigii ale locuirii în zonă sunt datate din epoca bronzului, secolele II-XVIII, conform descoperirilor arheologice (Kacsó, 2011).

Biserica de lemn are un plan simplu, dreptunghiular, tip sală prevăzută cu pronaos (biserica femeilor), naos (biserica bărbaților) și altarul care este decroșat de formă poligonală. Acoperișul este înalt, cu strașină în două trepte (cu dublă poală), pe pronaos, naos, iar pe altar este retras și are o singură strașină. Turnul-clopotniță este ridicat peste pronaos, prevăzut cu un foișor deschis unde sunt clopotele. Foișorul este acoperit cu un coif cu baza pătrată ce se prelungește piramidal, iar în vârf are o cruce din fier. Bârnela din pereți sunt din brad, finisate cu barda și îmbinate în cheotori netede cu dinte ascuns înăuntru (Baboș 2007). Accesul în biserică se face prin față în pronaos, naos și altar care este orientat spre est, sud-est. În altar accesul se face prin trei deschizături: ușile diaconești și ușile împărătești. Pictura din biserică a fost realizată în anul 1782 de pictorul Alexandru Ponehalski, în stil post-bizantin (Pop-Bratu, 1982, pag 21-42).

Biserica de lemn cu hramul „**Nașterea Maicii Domnului**”, monument istoric cu valoare de patrimoniu inestimabilă, a fost construită conform unor autori în anul 1364 (Cristea și Dăncuș, 2000; Man, 2007; Șematismul Vicariatului, 2011), după alții la începutul secolului XVII (Porumb, 2005). Datarea dendrocronologică efectuată de Eggertsson și Baboș (2002) indică perioadă 1611-1621 (Baboș, 2004).

Tabel 3.1. Parametri statistici ai datării dendrocronologice pentru biserica din Ieud Deal.

Nr. crt	Nr. inele	t_{BP}	t_H	Alburn	Data primului inel
1	176	8,1	7,0	6	1595
2	166	8,0	9,4	-	1610
3	146	7,1	5,6	-	1758
4	118	6,8	6,6	-	1746
5	83	4,9	4,8	-	1504
6	74	6,2	6,9	-	1584
7	67	7,0	7,2	-	1570

a)

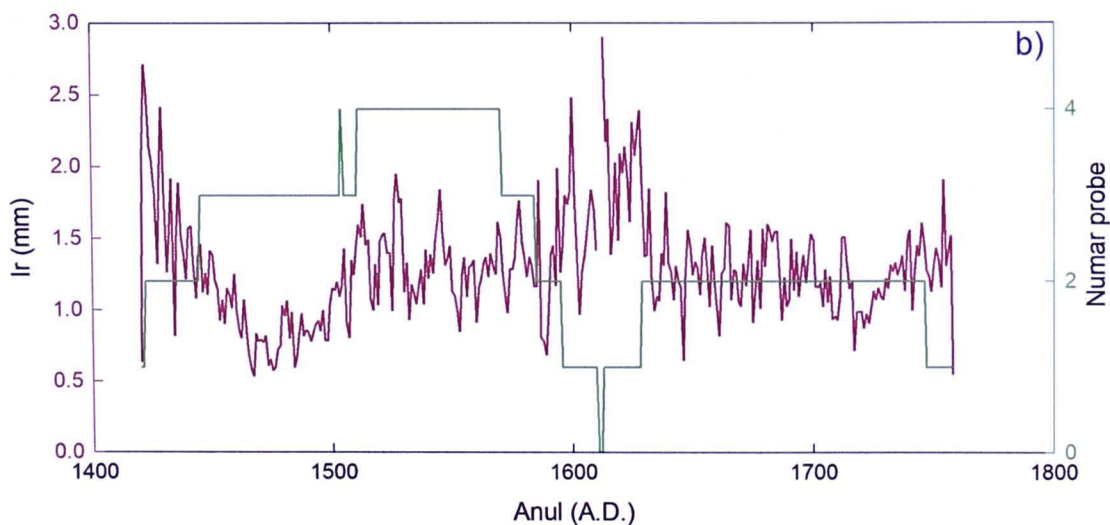
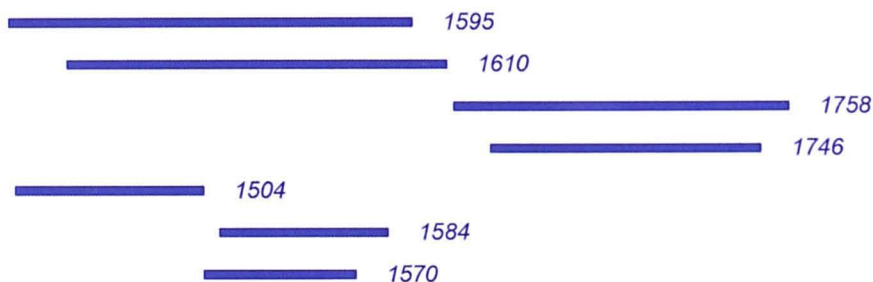


Fig. 3.5. (a) reprezentarea grafică a poziției în timp a eșantioanele analizate; (b) valoarea medie a creșterii radiale și numărul de probe.

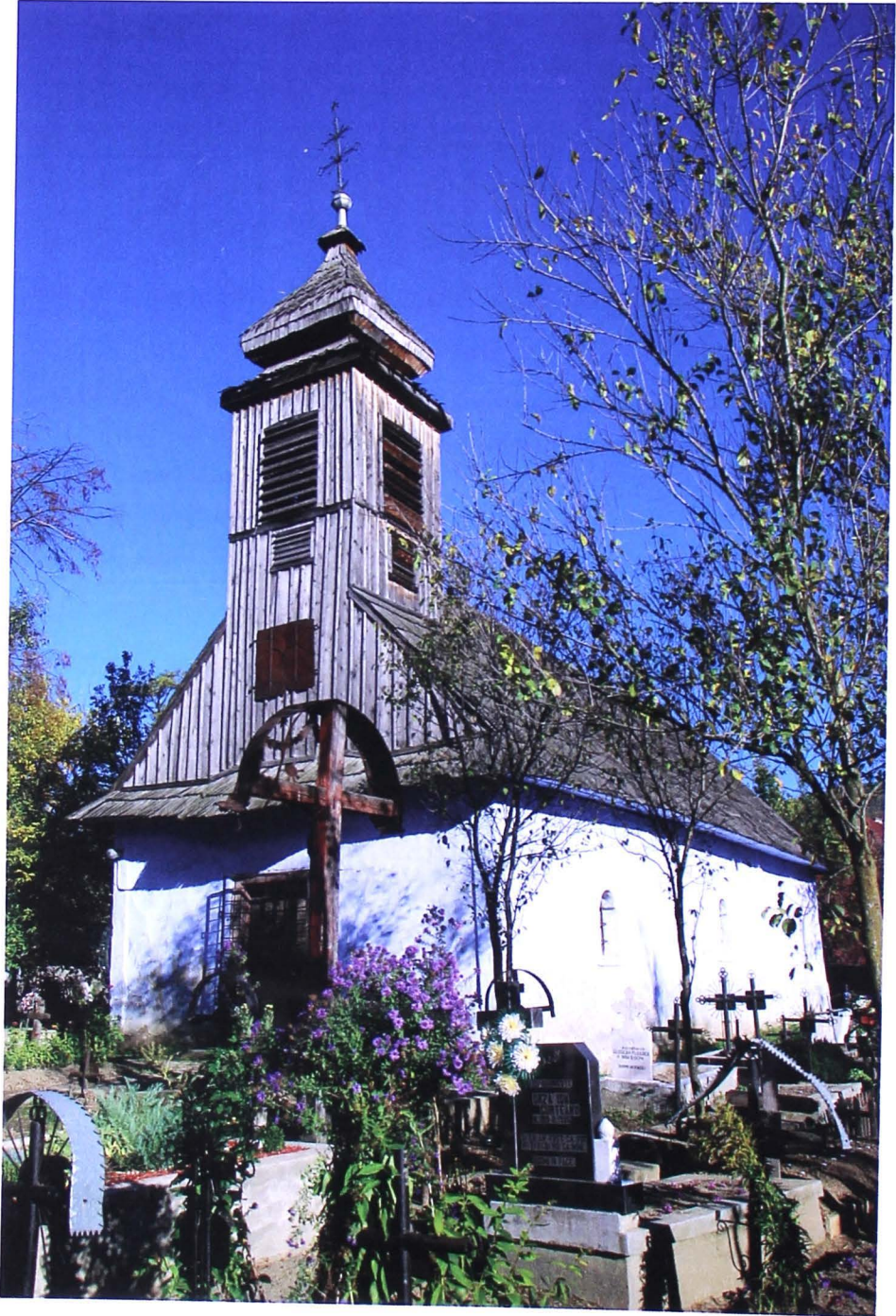
Biserica din Strâmtura

Fig. 3.6. Biserica în starea actuală vedere exterioară (foto: Timur, V.C., 2017)



Fig. 3.7. Biserica în starea actuală vedere exterioară (foto: Timur, V.C., 2017)



Fig. 3.8. Naos, tâmpla, ușile diaconești și ușile împărățești (foto: Timur, V.C., 2017)



Fig. 3.9. Vedere din naos spre altar și spre pronaos (foto: Timur, V.C., 2017)

Monumentul se află în localitatea Strâmtura, care este așezată pe cursul mijlociu al Văii Iza. Localitatea este atestată documentar din 22 septembrie 1326, când regele Carol Robert de Anjou, îi conferă lui Stanislau Cneazul, fiul lui Stan, pământurile din Strâmtura, și-l scutește de orice dare (Cristea și Dăncuș, 2000; Man, 2007). Vestigii ale așezărilor umane sunt descoperirile arheologice din epoca bronzului (Kacsó, 2011).

Biserica din Strâmtura provine de la Mănăstirea Rozavlea și a fost și adusă în anul 1661, iar în anul 1771 a fost lărgită și reparată (Faiciuc, 2015) sau în anul 1667 și în anul 1771 a fost reconstruită (Baboș, 2004, pag. 198). Biserica de lemn cu hramul „*Sfinții Arhangheli Mihail și Gavril*”, a fost construită conform unor autori în secolul al XVIII-lea (Cristea și Dăncuș, 2000), alții plasează biserica diferit: 1661 pe actualul amplasament (Man, 2007), 1771 (Șematismul Vicariatului, 2011) și 1661 (Baboș, 2004, pag.141). Lemnul din biserică în urma datării dendrocronologice a fost poziționat în timp în apropierea anilor 1654 portalul, o bârnă după 1655 și lemnul din biserică ar fi fost tăiat în iarna dintre anii 1771-1772 (Eggertsson și Baboș, 2002).

Planul bisericii este simplu, dreptunghiular, tip sală, prevăzută cu pronaos (biserica femeilor), naos (biserica bărbaților) și altarul care este decroșat de formă poligonală. Acoperișul are o singură strașină și este retras pe altar. Turnul-clopotniță a fost refăcut în anul 1885, fiind de factură barocă (Ștefănescu, 1968), mai puțin înalt, ridicat peste pronaos, prevăzut cu obloane, și este acoperit cu un coif scund, cu baza pătrată, peste care se ridică un acoperiș în formă de bulb, iar în vârf are o cruce din fier. Accesul în biserică se face prin față, în pronaos, naos și altar care este orientat spre sud-sud-est. În altar accesul se face prin trei deschizături, ușile diaconești și ușile împărătești. Pictura din biserică se păstrează pe bolta naosului, pe tâmplă și în altar, fiind încadrată în categoria lucrărilor „eclectice” și a fost făcută în anul 1800 de zugravul Mihaiu (Pop-Bratu, 1982, pag. 21-42). Biserica a fost tencuită în exterior, iar picturile din interior au fost văruiți în pronaos și o parte în naos.

Tabel 3.2. Parametri statistici ai datării dendrocronologice pentru biserica din Strâmtura.

Nr. crt	Nr. inele	t_{BP}	t_H	Alburn	Data primului inel
1	47	4,0	3,7	-	1656
2	62	6,1	5,9	-	1772
3	70	6,3	6,3	-	1701
4	75	4,5	3,9	7	1754
5	83	5,7	4,9	-	1711
6	92	8,5	7,6	-	1737
7	92	6,8	6,7	-	1733
8	93	5,5	6,4	-	1771
9	107	4,3	5,6	6	1762
10	111	5,7	6,0	-	1771
11	111	2,4	2,8	-	1746
12	112	6,8	6,3	4	1764
13	118	4,9	4,7	-	1772
14	143	6,0	6,0	-	1771
15	148	3,6	3,1	-	1797
16	203	8,6	8,9	-	1653
17	203	2,9	3,2	-	1644

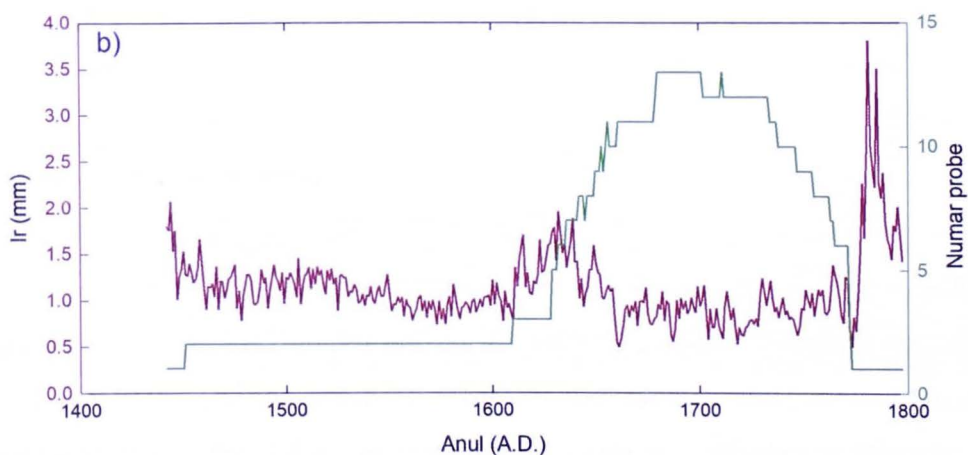
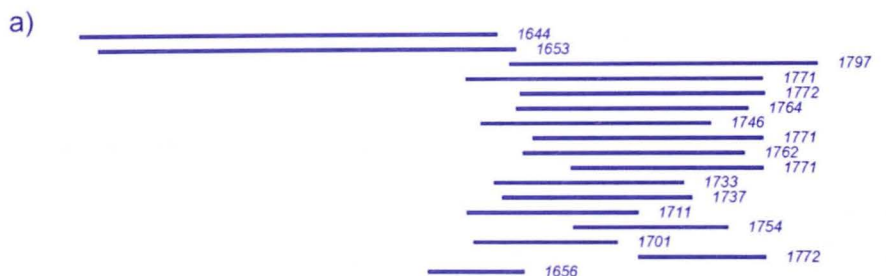


Fig. 3.10. Poziționarea în timp a probelor și seria medie rezultantă.

Biserica din Bârsana

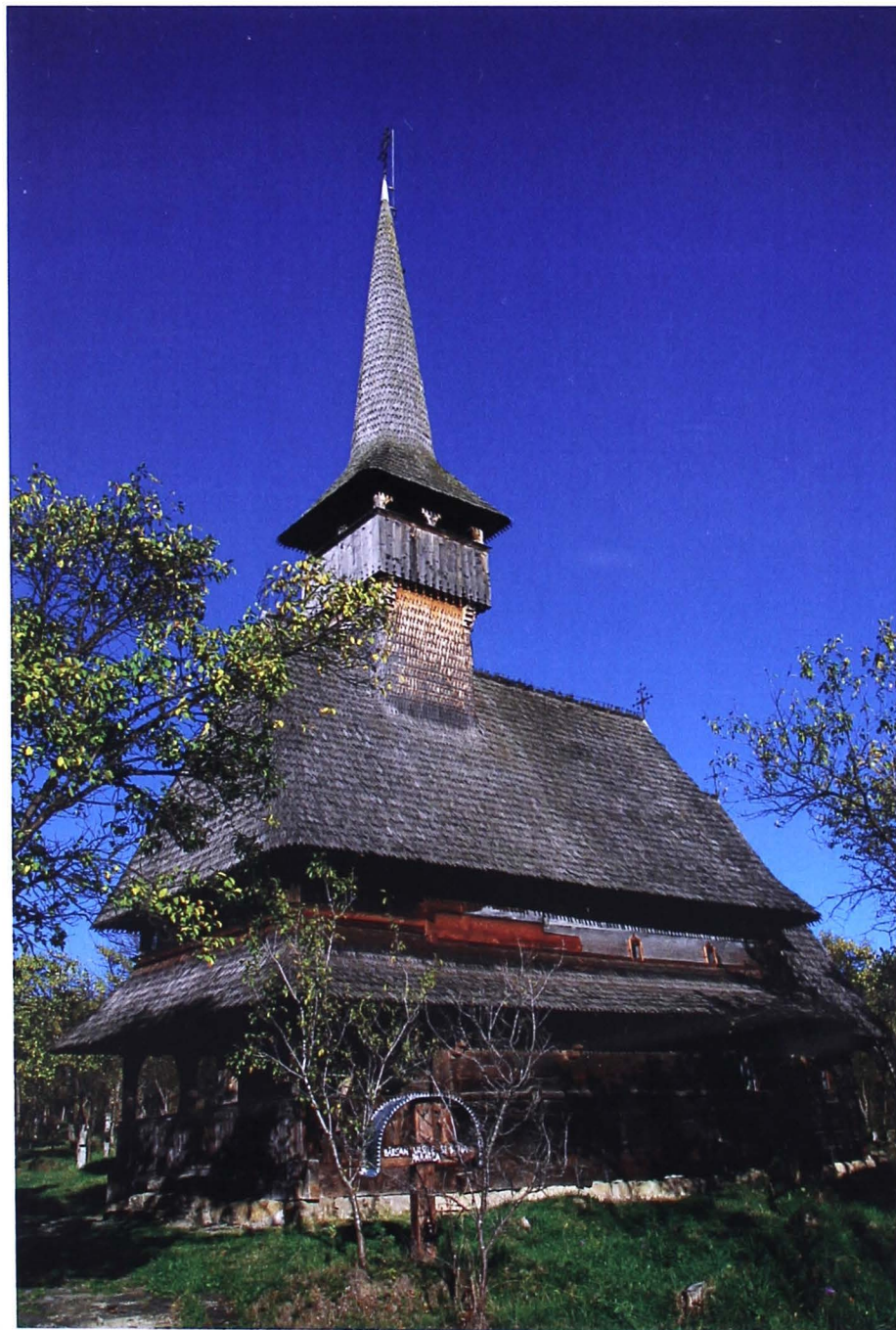


Fig. 3.11. Locul unde a fost mănăstirea "Părul Călugărului". (foto: Timur, V.C., 2017)



Fig. 3.12. Biserica Mănăstirii din Bârsana, patrimoniu UNESCO. Alăturat este motivul decorativ sculptat în relief "funia". Funia care decorează majoritatea bisericilor din Maramureș și multe din porțile sculptate, adeseori se intersectează în cruce. Semnul Crucii reprezintă pentru creștini recunoașterea Sfintei Treimi, iar prima referință cunoscută, exceptând scrierile biblice, apare în documentele lui Tertullian (~160-225 d.Hr.). Frânghia răsucită, sculptată în relief, era adesea folosită în trecut și mai puțin în prezent, de femeile care nu mai aveau loc în biserică atunci când se săvârșea ritualul Sfintei Liturghii. Acestea atingeau cu mâinile frânghia cu credința că astfel se află într-o legătură directă cu Divinitatea. (foto: Timur, V.C., 2017)



Fig. 3.13. Pictură de pe tîmplă: Isus pe cruce, „Maria cu Pruncul”, „Duminica tuturor sfinților”, „Isus pe tron”. Pictură din naos „Înălțarea Sfântului Ilie”.

Biserica se află în localitatea Bârsana, așezare maramureșană situată pe Valea Izei. Prima atestare documentară a localității a fost semnalată în data de 22 septembrie a anului 1326. Același domnitor al Ungariei, regele Carol Robert de Anjou, recunoaște și întărește pe cneazul Stanislau, fiul lui Stan, pe aceste locuri, printr-o diplomă oferită numiților (Cristea și Dăncuș, 2000). Vestigii ale locuirii umane sunt descoperirile din paleolitic, epoca bronzului în zona „Cetățuia”, „Podul Miresei”, „Podurile Humenii” (Kacsó, 2011).

Biserica de lemn cu hramul „*Intrarea Maicii Domnului*”, este monument istoric, inclusă în **patrimoniul UNESCO** din anul 1999. Aceasta se află în cimitirul de pe dealul Jbâr, și a fost construită conform unor autori în anul 1720 (Man, 2007), 1720 (Șematismul Vicariatului, 2011) ori 1720 (Porumb, 2005) ori 1711 (Baboș, 2004, pag. 140). Lemnul din biserică a fost datat dendrocronologic în anul c. 1711, (Eggertsson și Baboș, 2002).

Mănăstirea Bârsana a funcționat începând din sec. al XIV-lea, în 21 iulie 1390, este amintită într-un act de hotărnicie a proprietăților familiei voievodale Dragoș, emis de regele Ungariei (Ardelean, 2012). Mănăstirea era construită în afara vetrei satului pe locul numit „Strâmtura” (Ardelean, 2012), în apropierea Văii Slatinei. Despre această mănăstire sunt puține date privind existența ei. Unul dintre acestea se menționează un “câmp al mănăstirii” pe un act de proprietate datat în 6 noiembrie 1405. Altele sunt regăsite în actele de proprietate ale familiei Dragoș pe parcursul anilor 1408-1480.

Actuala biserică a Mănăstirii Bârsana a fost construită în anul 1711 de preotul Ioan Ștefanca, împreună cu fiii săi Ioan, Roman, Alexa și de nobilii și țărani din localitate, ca urmare a faptului că au supraviețuit mării ciume din anul 1710 (Baboș, 2004, pag. 245-246). Mănăstirea a fost construită în partea stângă a văii Iza, pe Valea Slatinei în locul „Părul Călugărului”, la o distanță de 2 km de valea Izei. În anul 1739 mănăstirea a fost mutată (Baboș, 2004, pag. 245-246), aproape de drumul principal ce făcea legătura între Plasa Cosău și Plasa de Sus, în locul numit azi „Podurile Mănăstirii”. Aici a avut reședința ultimul episcop ortodox al

Maramureșului Gavril Ștefanca de Bârsana. În anul 1788 Mănăstirea Bârsana a fost desființată (Baboș, 2004, pag. 245-246).

Biserica mănăstirii a fost strămutată în anul 1795 (Baboș, 2004) ori 1805 (Porumb, 2005) ori, după alți autori, în anul 1802 (Cristea și Dăncuș, 2000) din locul „Podurile Mănăstirii” în cimitirul de pe dealul Jbâr. În anul 1936 biserica avea hramul „**Intrarea în Biserică**” (Șematismul Vicariatului, 2011).

Construcția bisericii de lemn Bârsana are un plan simplu, dreptunghiular, tip sală prevăzută cu pronaos (biserica femeilor), naos (biserica bărbaților) și altarul care este decroșat, de formă poligonală. Biserica, la intrare este prelungită cu un pridvor etajat, susținut de stâlpi finalizați cu „chituși”, care legați de „cunună” susțin structura din față a bisericii. Acoperișul este înalt, cu strașină în două trepte (cu dublă poală) pe pridvor, pronaos și naos, iar pe altar este retras și are o singură strașină. Turnul-clopotniță este ridicat peste pronaos, prevăzut cu un foișor deschis unde sunt clopotele, și este acoperit cu un coif cu baza pătrată ce se prelungește piramidal, iar în vârf are o cruce din fier.

Bârnela din pereți sunt din stejar, finisate cu barda, au între 24-66 cm lățime și 13-14 cm grosime. La exterior, biserica este înconjurată de un brâu, motiv decorativ sculptat în relief „funia”, care are rol de a stabili spațiul sacru al acesteia (Cristea și Dăncuș, 2000). Accesul în biserică se face prin față, din pridvor în pronaos, naos și altar care este orientat spre est-sud-est. În altar accesul se face prin trei deschizături, ușile diaconești și ușile împărătești. În anul 1929 în perețele dintre pronaos și naos au fost decupate două ferestre mari pentru ca femeile să aibă vedere spre naos și altar.

Pictura bisericii este de factură barocă și a fost realizată în anul 1806 de zugravul Toader Hodor din Vișeu de Mijloc (Pop-Bratu, 1982). În anul 1993, Preasfințitul Justinian, Episcopul Maramureșului și Sătmarului, a sfințit piatra de temelie, a noii biserici a Mănăstirii Bârsana cu hramul „**Soborul Sfinților 12 Apostoli**”, lângă fundația vechii mănăstiri de pe „Podurile Mănăstirii”.

Tabel 3.3. Parametri statistici ai datării dendrocronologice pentru biserica din Bârsana.

Nr. crt	Nr. inele	t_{BP}	t_H	Alburn	Data primului inel
1	38	2,5	3,0	-	1752
2	42	4,1	4,1	-	1745
3	50	3,7	3,8	-	1754
4	53	4,6	5,8	-	1755
5	60	3,7	4,7	-	1755
6	66	5,5	4,9	-	1757
7	74	4,2	3,5	-	1754
8	89	5,6	5,4	-	1793

a)

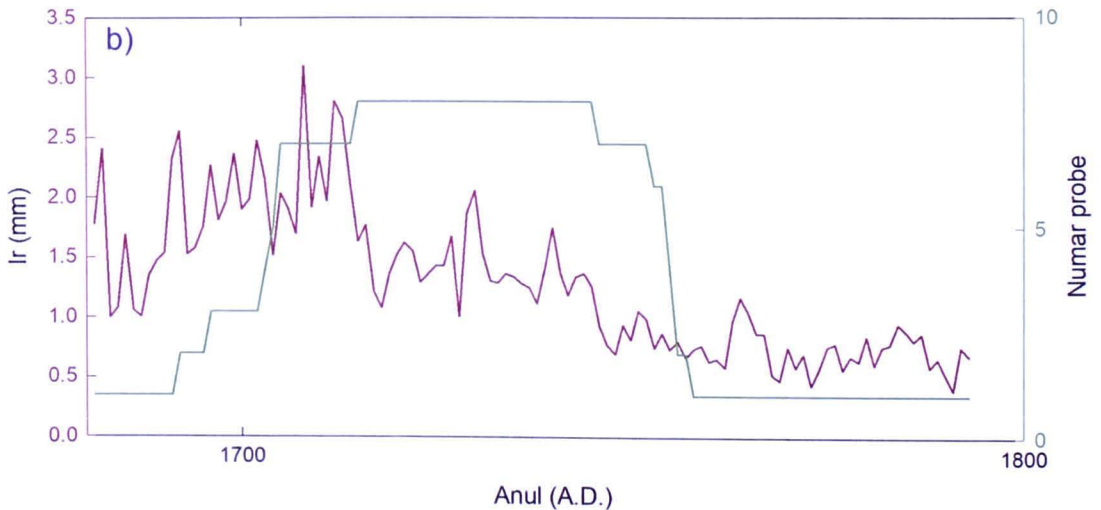


Fig. 3.14. (a) reprezentarea grafică a poziției în timp a eșantioanelor analizate; (b) valoarea medie a creșterii radiale și numărul de probe.

Biserica din Nănești



Fig. 3.15. Biserica din Nănești – 1928, Arhiva Romulus Vuia, Muzeul Etnografic al Transilvaniei.

Biserica de lemn din Nănești, cu hramul „*Nașterea Maicii Domnului*”, s-a aflat în cimitirul de „pe podurile bisericii” și a fost demolată și înlocuită de alta nouă care s-a construit în anul 1936 (Șematismul Vicariatului, 2011). Tradiția orală amintește faptul că biserica a fost ridicată inițial pe Valea Pomilor, spre localitatea Oncești și mutată „pe podurile bisericii”. Biserica a fost construită din lemn de stejar în 1664-1650 (Baboș, 2004, pag. 141). Câteva piese din lemn din biserică au fost păstrate într-un grajd din sat. În urma cecetărilor și datării dendrocronologice a reieșit că datează după anul 1530 și 1640-1650 (Eggertsson și Baboș, 2002).

Tabel 3.4. Parametri statistici ai datării dendrocronologice pentru biserica din Nănești.

Nr. crt	Nr. inele	t_{BP}	t_H	Alburn	Data primului inel
1	86	7,6	7,9	-	1643
2	112	4,6	3,8	-	1538
3	155	8,4	8,8	-	1643
4	130	3,0	2,7	-	1641
5	101	7,7	9,7	-	1528
6	108	7,1	8,1	-	1527
7	182	7,5	8,4	-	1609
8	70	5,5	6,8	-	1633
9	63	5,5	6,1	-	1613
10	90	7,6	9,0	-	1521

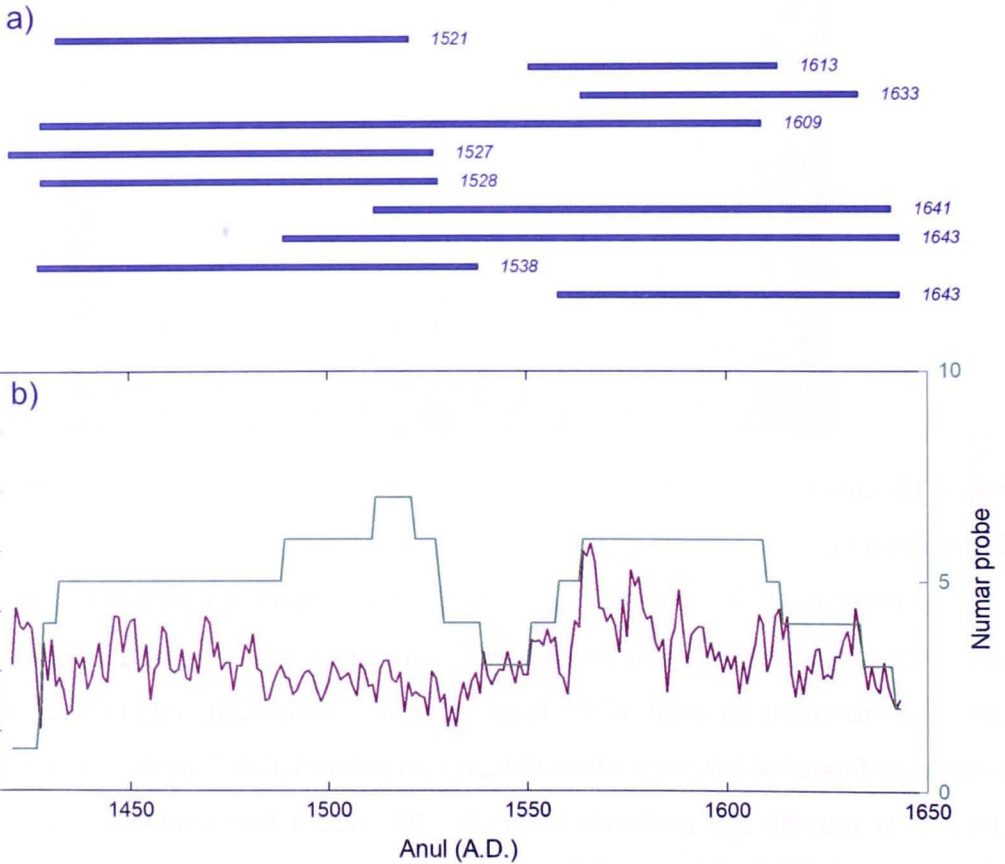


Fig. 3.16. (a) reprezentarea grafică a poziției în timp a eșantioanele analizate; (b) valoarea medie a creșterii radiale și numărul de probe.

Biserica din Văleni



Fig. 3.17. Biserica din Văleni, 1937, Nicolaie Tzatzu, (Victor Brădulescu, *Biserici din Maramureș*, Buletinul Comisei Monumentelor Istorice, 1941).



Fig. 3.18. Biserica de lemn reconstruită în anul 2004. (foto: Timur, V.C., 2017)

Satul Văleni este așezat pe Valea Văleni, afluent de stânga a Văii Iza și aparține de comuna Călinești. Localitatea este atestată documentar în 6 noiembrie 1405, printr-o diplomă a regelui Sigismund, dată la Vișegard, care întărește aici familiile nobile Vinț, Drăguș, Sabdor și Bud, din Valea Cosăului (Cristea și Dăncuș 2000; Ioan Godja – Ou).

Biserica de lemn cu hramul „*Sfinții Arhangheli Mihail și Gavril*” din Văleni a fost adusă în anul 1787 de la Mănăstirea Cuhea, localitatea Bogdan Vodă, (Cristea și Dăncuș 2000). Studiul dendrocronologic arată că biserica mănăstirii a fost construită în perioada 1516-1526 (Baboș, 2004), și a fost strămutată între anii 1674-1684 (Baboș, 2007). Lemnul din biserică în urma datării dendrocronologice indică anii în care acesta ar fi fost tăiat, respectiv: 1521+/-5 ani, 1659+/-5 ani și 1679+/-5 ani (Eggertsson și Baboș, 2002).

Biserica a fost construită din stejar cu diametru între 34-54 cm și 11-15 cm grosime (Baboș, 2007), fasonate cu secura și finisate cu barda. Pictura bisericii a fost de factură barocă, și a fost făcută în anul 1807 de zugravul Toader Hodor din Vișeu de Mijloc (Pop-Bratu, 1982). Manumentul a fost mutat datorită faptului că în perioada 1660-1670 și-au încetat activitatea mai multe mănăstiri: Cuhea, Strâmtura, Budești, Sârbi, Peri (Baboș, 2007), acestea fiind părăsite. Astfel, clădirile au fost donate și aduse în comunitățile mai mici, deoarece costurile de construire erau mult mai mari decât cele de a le transporta.

La începutul secolului al XVII-lea, sunt menționate 15 familii nobile din Bârsana, Cornești, Șieu, Apșa, Sarasău, Oncești și Călinești care dețineau 19 case iobăgești în Văleni. La sfârșitul secolului sunt consemnați 10 nobili curialiști și 20 de țărani (Ardelean, 2012), aceasta fiind perioada când a fost adusă biserica din Cuhea. Biserica de lemn a fost vândută în 1944 și demolată în anul 1947 (Ioan Godja – Ou). În anul 2004 lemnul din grajdul lui Pătru Berci Albuțu din Călinești, care provenea din biserică, este adus în Văleni. Din acest lemn a fost construită o mică biserică, astfel s-a reușit conservarea și păstrarea a ceea ce a rămas din vechea biserică.

Tabel 3.5. Parametri statistici ai datării dendrocronologice pentru biserica din Văleni.

Nr. crt	Nr. inele	t_{BP}	t_H	Alburn	Data primului inel
1	97	4,3	4,5	-	1612
2	73	3,4	2,2	-	1514
3	111	5,2	5,1	-	1500
4	56	2,3	2,5	-	1676
5	104	3,2	3,3	-	1808
6	117	4,9	4,6	-	1503
7	69	3,4	2,6	-	1453
8	101	6,7	7,7	-	1667

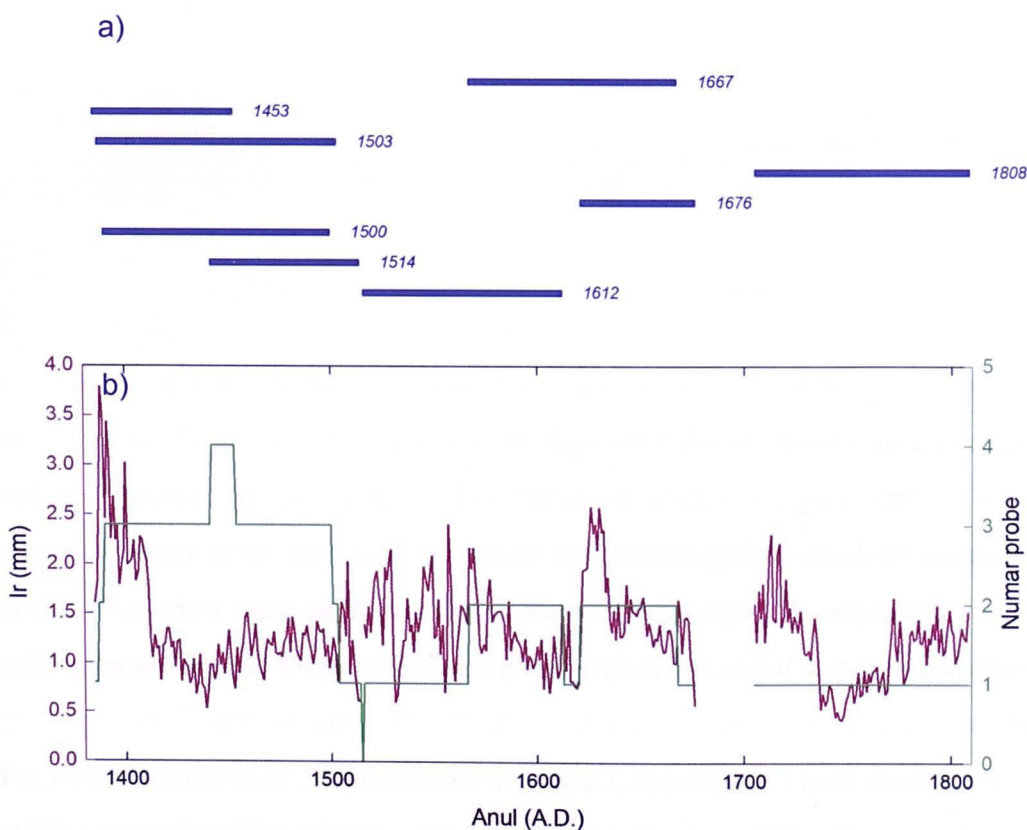


Fig. 3.19. (a) reprezentarea grafică a poziției în timp a eșantioanele analizate; (b) valoarea medie a creșterii radiale și numărul de probe.

Biserica din Valea Stejarului



Fig. 3.20. Biserica în locația sa actuală (foto: Timur, V.C., 2017)

Localitatea Valea Stejarului (Valea Porcului) este așezată pe cursul râului Valea Stejarului, afluent de dreapta a râului Iza. Satul este atestat documentar în 14 mai 1360, printr-o diplomă dată cnezului de Oncești Wanchuk, fiul lui Farkstan de către regele Ludovic I Angevinul (cel Mare) al Ungariei, prin care se confirmă punerea în posesie. Oncești era reședința cnezatului de vale Varalia (Subcetate) care cuprindea satele Valea Porcului (Valea Stejarului) și Nănești (Cristea și Dăncuș 2000).

Biserica de lemn cu hramul „*Cuvioasa Paraschiva*”, monument istoric, a fost construită conform unor autori în anul 1630 (Man, 2007), 1773 (Cristea și Dăncuș 2000), (Șematismul Vicariatului, 2011) și respectiv, 1615-1620 (Baboș 2004, pag. 140). Lemnul din naos, pronaos și boltă în urma datării dendrocronologice a fost poziționat între anii 1615-1620 (Eggertsson și Baboș, 2002). Turnul bisericii,

altarul și pridvorul au fost datate dendrocronologic în anul 1800+/- 5 (Eggertsson și Baboș, 2002).

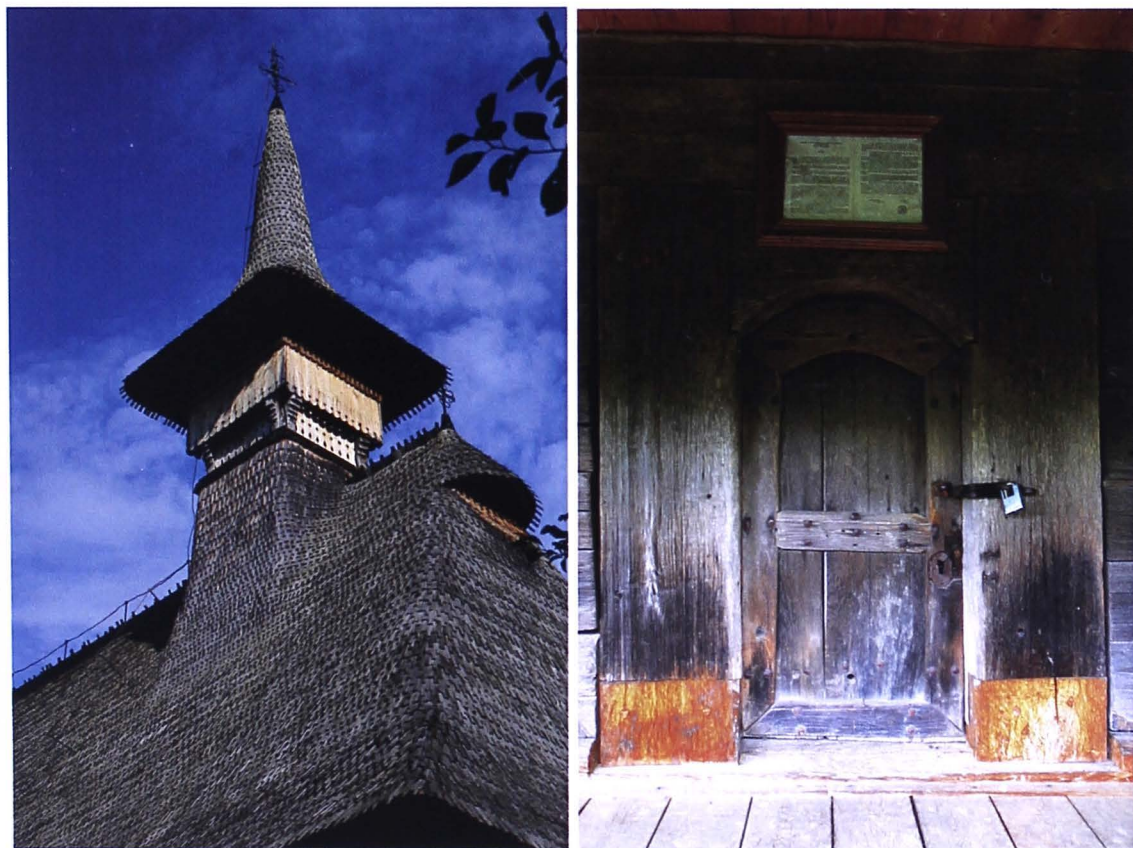


Fig. 3.21. Vedere de detaliu a acoperișului, clopotnița și turla bisericii, respectiv ușa de la intrarea în biserică (foto: Timur, V.C., 2017)

Biserica de lemn inițial era mică de 8,20 m lungime și 4,40 m lățime, cu un plan simplu, dreptunghiular, tip sală, prevăzută cu pronaos, naos și altarul de forma dreptunghiulară. Acoperișul bisericii era în patru ape cu o singură strașină, fără turn și pridvor. Turnul-clopotniță a fost construit în anul 1800+/- 5 (Eggertsson și Baboș, 2002), fiind ridicat peste pronaos. Turnul este mic, prevăzut cu un foisor deschis unde sunt clopotele și acoperit cu un coif cu baza pătrată ce se prelungește piramidal, iar în vârf are o cruce din fier. În același an a fost desființat vechiul altar și a fost adăugat pridvorul și un nou altar de formă poligonală. Altarul nu este decroșat, el fiind în prelungirea bisericii.



Fig. 3.22. Biserica nouă din localitatea Valea Stejarului (foto: Nechita, C., 2018)

Biserica a fost construită prin contribuția nobililor din localitățile Oncești și Șieu și a fost mică, datorită numărului scăzut de locuitori de la acea vreme în localitatea Valea Stejarului. La începutul secolului al XVII-lea, în localitatea Valea Stejarului sunt menționate 6 case iobăgești deținute de 5 nobili din Oncești și Șieu (Ardelean, 2012). Accesul în biserică se face prin față, din pridvor, printr-o ușă mică de 71 cm lățime și 134 cm înălțime (cea mai mică din Maramureș), în pronaos, naos și altar care este orientat spre est-sud-est. În altar, accesul se face prin trei deschizături, ușile diaconești și ușile împărătești. Bârnelor din pereți sunt din stejar, late de 17-33 cm și 15-16 cm grosime, finisate cu barda. Îmbinarea bârnelor la capete este în cheotoare în dinte (cu cățel), (Baboș, 2004, pag. 66-67). Pictura bisericii a fost făcută de un zugrav ucrainean venit din Polonia Simion Hapka (Man, 2007).

Tabel 3.6. Parametri statistici ai datării dendrocronologice pentru biserica din Valea Stejarului.

Nr. crt	Nr. inele	t_{BP}	t_H	Alburn	Data primului inel
1	78	5,1	4,7	-	1787
2	119	6,6	7,5	-	1578
3	144	9,2	10,5	-	1615
4	130	8,5	10,1	-	1608
5	139	9,0	8,6	-	1590
6	141	6,0	4,9	-	1659
7	138	7,6	7,8	-	1585
8	69	2,9	3,0	-	1724
9	104	4,9	4,5	-	1792
10	69	7,7	7,0	-	1794
11	60	3,7	3,5	-	1685
12	94	2,8	3,4	-	1465
13	43	5,9	5,9	-	1752
14	131	9,1	11,2	-	1605

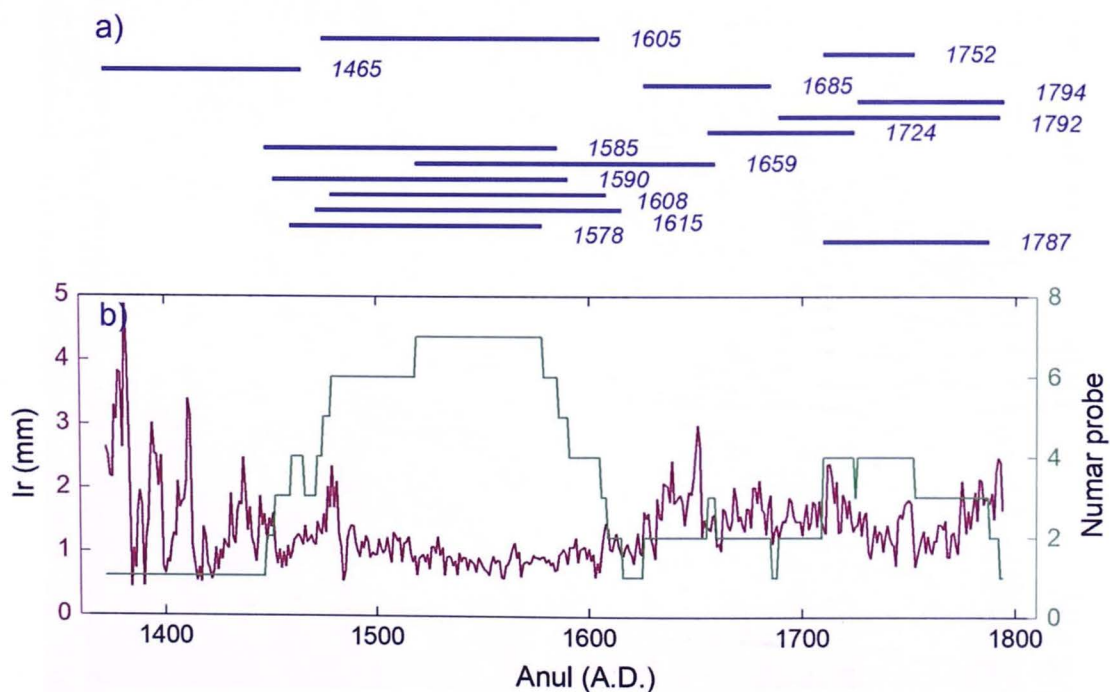


Fig. 3.23. (a) reprezentarea grafică a poziției în timp a eșantioanele analizate; (b) valoarea medie a creșterii radiale și numărul de probe.

Biserica din Budești Josani

Fig. 3.24. Biserica în locația sa actuală (foto: Timur, V.C., 2017)



Fig. 3.25. Privire de ansamblu, îmbinarea, turla, fereastra și ancadramentul ușii.
(foto: Timur, V.C., 2017)



Fig. 3.26. Naosul și pronausul, vedere panoramică. (foto: Timur, V.C., 2017)



Fig. 3.27. Pictură înfățișând Judecata de Apoi. (foto: Timur, V.C., 2017)

Biserica se află în satul Budești, care este așezat pe Valea Cosău, la poalele Munților Văratice (Munții Lăpușului) și a Munților Gutâi. Localitatea este menționată pentru prima dată în anul 1361, când regele Ludovic I Angevinul (cel Mare) al Ungariei trece satul în stăpânirea lui Bud (Man, 2007; Cristea și Dăncuș, 2000). Cele mai vechi vestigii privind așezările umane din această localitate provin din neolitic, fiind urmate de altele din epoca bronzului, perioada medievală și numeroase documente fac referire la exploatarea miniere din secolul XVIII (Carol Kacsó, 2011).

Biserica de lemn cu hramul „*Sfântul Nicolae*”, este monument istoric inclus în **patrimoniul UNESCO**. Construcția s-a realizat conform unor autori în anul 1586 (Șematismul Vicariatului, 2011), respectiv, 1628 după Cristea și Dăncuș, (2000), sau 1642 (Man, 2007). Datarea dendrocronologică efectuată de Eggertsson și Baboș, (2002) indică perioada 1643, fiind confirmată de studii ulterioare (Baboș, 2004; Porumb, 2005). Din izvoarele istorice biserica a fost ctitorită de familiile nobile din partea de jos a satului. În anul 1664 erau înregistrați în sat 133 de familii nobile (Ardelean, 2012). Biserica de lemn este cea mai încăpătoare din Maramureș, are un plan simplu, dreptunghiular, tip sală prevăzută cu pronaos, naos și altarul care este decroșat de formă poligonală. Acoperișul este înalt, cu strașină în două trepte (cu dublă poală) pe toată biserica. Turnul-clopotniță este ridicat peste pronaos, prevăzut cu un foișor deschis unde sunt clopotele și este acoperit cu un coif cu baza pătrată prevăzut cu patru turnulețe mici, ce sunt prelungite piramidal și prevăzute în vârf cu cruci metalice. Este singura biserică din partea stângă a Tisei, Maramureșul istoric, care are patru turnulețe mici. Biserici similare se află și în partea dreaptă a Tisei în satul Apșa de Jos (Dibrova), Sokyrnytsya.

Accesul în biserică se face din față (vest/vest-sud-vest), direct în pronaos, naos, și în altar, care este orientat spre est/est-nord-est. În altar, accesul se face prin trei deschizături, ușile diaconești și ușile împărătești. Biserica este construită din lemn de molid, iar stratul și primul rând de bârne „bute” sunt din lemn de stejar. Bârnelor sunt îmbinate în cheotori netede cu dinte ascuns înăuntru (Baboș, 2007).

Pictura din pronaos, naos și tâmpla biserici este de factură post-bizantină, și a fost realizată în anul 1762 de pictorul Alexandru Ponehalski (Pop-Bratu, 1982, pag. 21-42). Pictura din altar este de factură barocă, fiind opera pictorului Ianoș Opriș (Pop-Bratu, 1982, pag. 77), în anul 1812. În pronaos se află cămașa de zale a renumitului haiduc Pinteza Viteazu (1670-1704).

Tabel 3.7 Parametri statistici ai datării dendrocronologice pentru biserica din Budesti Josani.

Nr. crt	Nr. inele	t_{BP}	t_H	Alburn	Data primului inel
1	60	5.2	4.0	-	1499
2	65	4.9	3.1	-	1560
3	66	3.7	3.2	-	1710
4	70	6.4	4.9	-	1519
5	77	3.3	2.8	-	1605
6	78	4.4	2.8	-	1721
7	85	5.5	6.0	-	1740
8	137	2.4	3.0	-	1640
9	159	3.3	4.1	-	1698
10	165	2.6	2.3	-	1648

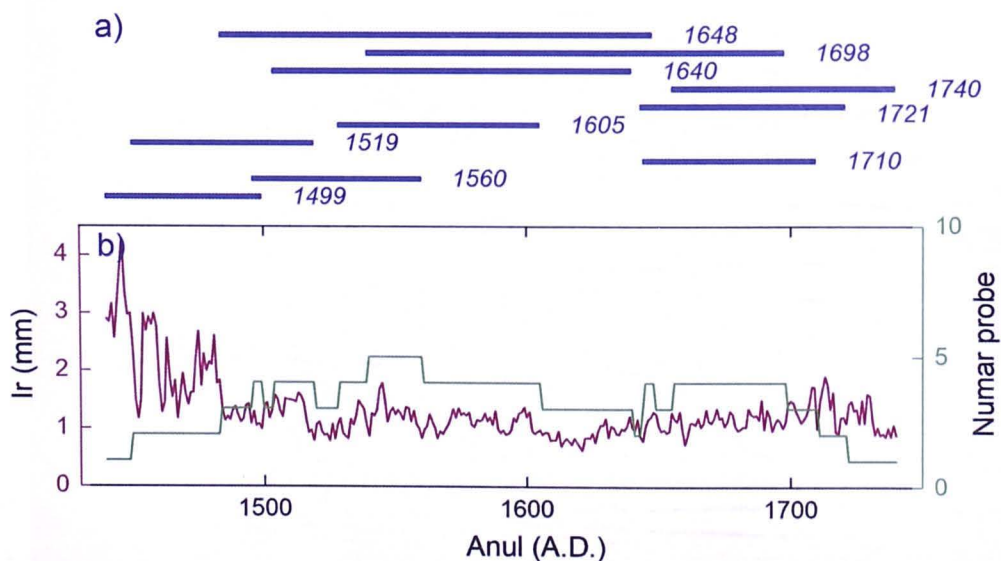


Fig. 3.28. (a) reprezentarea grafică a poziției în timp a eșantioanele analizate; (b) valoarea medie a creșterii radiale și numărul de probe.

Biserica din Budești Susani

Fig. 3.29. Biserica în locația sa actuală. (foto: Timur, V.C., 2017)



Fig. 3.30. Vedere de ansamblu a bisericii. (foto: Timur, V.C., 2017)

Biserica de lemn cu hramul „*Sfântul Nicolae*”, monument istoric, se află în partea de sus a satului „Susani”, și a fost construită conform unor autori în anul 1643 (Șematismul Vicariatului, 2011) ori 1760 (Cristea și Dăncuș, 2000; Man, 2007; Baboș, 2004). Biserica a fost ctitorită de familiile nobile din partea de sus a satului. În anul 1664 erau înregistrate în sat 133 de familii nobile (Ardelean, 2012). Biserica de lemn are un plan simplu, dreptunghiular, tip sală prevăzută cu pronaos, naos și

altarul care este decroșat de formă poligonală. Acoperișul este înalt, cu strașină în două trepte (cu dublă poală) pe toată biserica. Turnul-clopotniță este ridicat peste pronaos, prevăzut cu un foișor deschis unde sunt clopotele și este acoperit cu un coif cu baza pătrată ce se prelungește piramidal, prevăzut în vârf cu o cruce.

Accesul în biserică se face din față vest-sud-vest, direct prin pronaos, naos, și în altar, care este orientat spre est-nord-est. În altar accesul se face prin trei deschizături, ușile diaconești și ușile împărătești. Biserica este construită din lemn de molid, cu bârne late de până la 35 cm și 15-16 cm grosime, finisate cu barda și îmbinate în cheotoare în dinte (cu cățel). Pictura din biserică este de factură post-bizantină și a fost făcută în anul 1760 de pictorul Alexandru Ponehalski (Pop-Bratu, 1982, pag 21-42). În secolul al XIX-lea pronaosul a fost mărit pentru accesul mai multor femei în biserică. De aici reiese forma puțin diferită față de forma altor biserici.



Fig. 3.31. Finisajele cu barda a bânelor de molid îmbinate în cheotoare în dinte. (foto: Timur, V.C., 2017)

Tabel 3.8 Parametri statistici ai datării dendrocronologice pentru biserica din Budești Susani.

Nr. crt	Nr. inele	t_{BP}	t_H	Alburn	Data primului inel
1	57	3,1	3,4	-	1717
2	50	3,4	3,5	-	1710
3	56	3,2	3,2	-	1551
4	58	4,3	2,7	-	1721
5	50	3,5	3,7	-	1610
6	62	4,9	4,8	-	1775
7	59	3,7	4,5	-	1776
8	157	3,3	2,5	-	1752
9	89	3,0	2,4	-	1716
10	64	3,2	2,9	-	1603

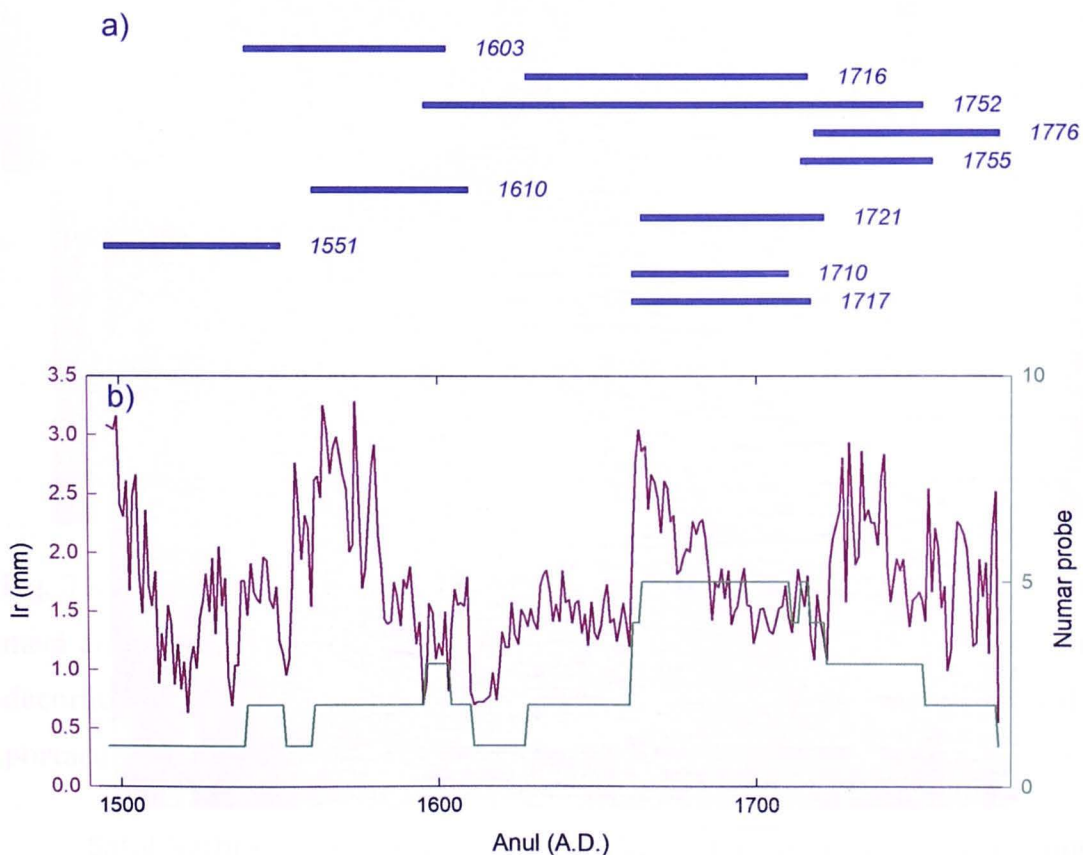


Fig. 3.32. (a) reprezentarea grafică a poziției în timp a eșantioanele analizate; (b) valoarea medie a creșterii radiale și numărul de probe.

Biserica din Sârbi Susani

Fig. 3.33. Biserica în locația sa actuală. (foto: Timur, V.C., 2017)



Fig. 3.34. Îmbinarea prin cheotoare netede cu dinte ascuns înăuntru; aspectul de navă al bisericii, cu altarul decroșat de formă poligonală, înconjurată de motivul decorativ "funia" - poziționată șub fereastra îngustă. Andcadramentul ușii sau portarul este de asemenea prezentat. (foto: Timur, V.C., 2017)

Satul Sârbi este așezat pe Valea Cosău, și aparține în prezent de comuna Budești. În anul 1361, o diplomă confirmă că localitatea este în stăpânirea lui Vințe, fiul lui Bud. Numele localității Sârbi apare în anul 1459 „Bud in possessione zéer”. Acest Zéer se pare că a evoluat în Sârbi – Zeerpfalva sau Szinfalva (Cristea și Dăncuș

2000). Vestigiile ale așezării umane sunt descoperirile din epoca bronzului (Kacsó, 2011).

Biserica de lemn cu hramul „*Cuvioasa Paraschiva*”, este catalogată ca monument istoric. Aceasta a fost construită conform unor autori în anul 1532 (Cristea și Dăncuș, 2000) ori 1667 (Man, 2007) ori 1852 (Șematismul Vicariatului, 2011) ori 1531 (Porumb, 2005), respectiv 1639 (Baboș, 2004). Lemnul din biserică în urma datării dendrocronologice a fost tăiat în iarna dintre anii 1638-1639 (Eggertsson și Baboș, 2002). Biserica de lemn „Cuvioasa Paraschiva” a fost ctitorită de familiile nobile din partea de sus a satului, din fostele vetre ale satelor Balotești și Câmârzana, contopite. În anul 1664 au fost înregistrați în sat 72 nobili, 6 iobagi și 2 preoți (Ardelean, 2012).

Biserica de lemn are un plan simplu, dreptunghiular, tip sală prevăzută cu pronaos, naos și altarul care este decroșat de formă poligonală. Acoperișul este înalt, cu margini lățite și cu o singură strașină. Turnul-clopotniță este ridicat ulterior, probabil la mijlocul secolului al XVII-lea, peste pronaos, prevăzut cu un foșor deschis și este acoperit cu un coif cu baza hexagonală ce se prelungește piramidal, prevăzut în vârf cu o cruce. Accesul în biserică se face lateral dinspre miazăzi, în pronaos, printr-o ușă decorată cu funii răsucite, rozete și cruci. Altarul este orientat spre est și are două uși, specific bisericilor arhaice.

Bârnelor din pereți sunt din stejar, late de până la 48 cm și 16-21 cm grosime, fasonate cu securea și finisate cu barda. Bârnelor sunt îmbinate prin cheotoare netede, având capete netede afară și cu dinte ascuns înăuntru (Baboș, 2007). La exterior biserică este înconjurată de un motiv decorativ în relief „funia”, care are rol de a stabili spațiul sacru al acesteia (Cristea și Dăncuș, 2000, pag. 176-177). Ancadramentul ușii (portarul), este bogat ornamentat, fiind cel mai complex din Maramureș. Din perspectiva simbolisticii creștine, formează un calendar liturgic bizantin. Pictura de pe tâmpla bisericii este de factură post-bizantină și a fost executată în anul 1760 de pictorul Alexandru Ponehalski (Pop-Bratu, 1982).

Tabel 3.9 Parametri statistici ai datării dendrocronologice pentru biserica din Sârbi Susani.

Nr. crt	Nr. inele	t_{BP}	t_H	Alburn	Data primului inel
1	108	4,1	4,5	-	1590
2	102	4,9	4,6	-	1570
3	189	4,9	4,2	-	1632
4	125	4,7	5,4	-	1628
5	68	6,7	5,7	-	1745
6	130	5,8	6,1	-	1637
7	109	3,0	3,2	-	1587
8	125	4,0	4,0	-	1637
9	68	4,4	3,6	-	1498
10	115	3,6	3,0	-	1651
11	82	3,5	3,4	-	1566
12	52	5,0	5,6	-	1627
13	125	3,9	3,4	-	1638
14	168	3,1	4,3	-	1579
15	54	3,7	3,3	-	1492
16	59	3,2	4,6	-	1635
17	78	2,8	2,6	-	1510
18	73	6,5	7,4	-	1638

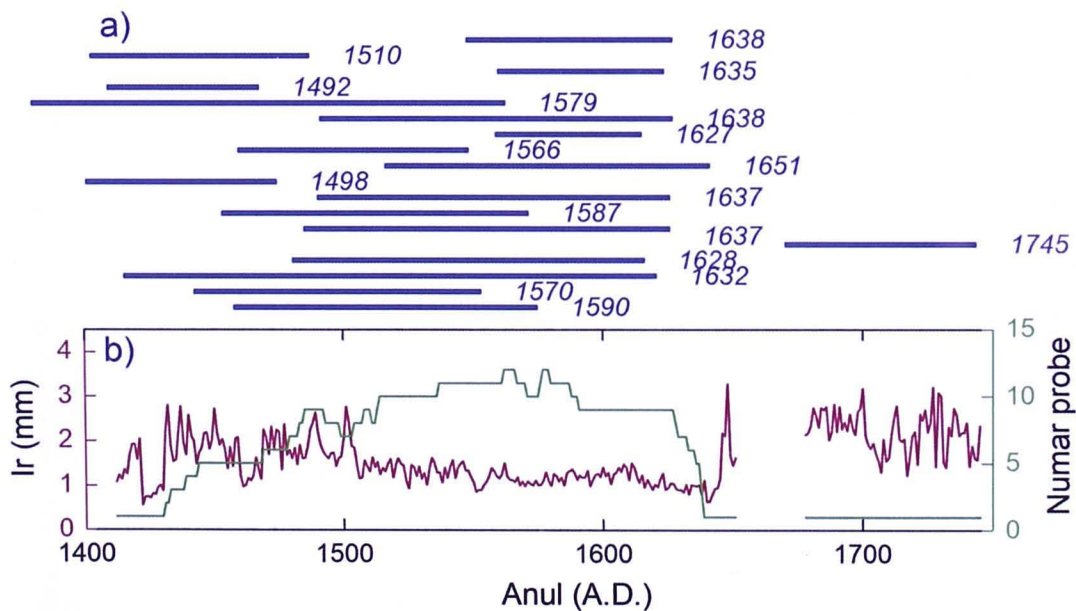


Fig. 3.35. (a) reprezentarea grafică a poziției în timp a eșantioanele analizate; (b) valoarea medie a creșterii radiale și numărul de probe.

Biserica din Sârbi Josani

Fig. 3.36. Biserica în locația sa actuală. (foto: Timur, V.C., 2017)



Fig. 3.37. Detalii privind construcția bisericii. (foto: Timur, V.C., 2017)

Biserica de lemn cu hramul „*Cuvioasa Paraschiva*”, monument istoric, a fost construită conform unor autori în anul 1655 (Cristea și Dăncuș, 2000; Man, 2007) ori 1665 (Șematismul Vicariatului, 2011), respectiv 1685 (Baboș, 2004). Lemnul din biserică în urma datării dendrocronologice a fost poziționat între anii 1685-1700 (Eggertsson și Baboș, 2002). Biserica de lemn are un plan simplu, dreptunghiular, tip sală prevăzută cu pronaos, naos și altarul care este decroșat de formă poligonală. Acoperișul este înalt, cu strașină în două trepte (cu dublă poală) pe pronaos, naos, iar pe altar este retras și are o singură strașină.

Turnul-clopotniță este ridicat peste pronaos, prevăzut cu un foișor deschis unde sunt clopotele și este acoperit cu un coif cu baza pătrată ce se prelungește piramidal, prevăzut în vârf cu o cruce. Accesul în biserică se face din față, direct în pronaos, naos, și în altar, care este orientat spre est/est-nord-est. În altar accesul

se face prin trei deschizături: uşile diaconeşti şi uşile împărăteşti. Bârnelor din pereţi sunt din stejar, late de până la 50 cm şi 15-16 cm grosime, finisate cu barda şi îmbinate în cheotoare în dinte (cu căţel). La exterior biserica este înconjurată de un motiv decorativ sculptat în relief „funia”, care are rol de a stabili spaţiul sacru al acesteia (Cristea şi Dăncuş, 2000, pag. 176-177).

Tabel 3.10 Parametri statistici ai datării dendrocronologice pentru biserica din Sârbi Josani.

Nr. crt	Nr. inele	t_{BP}	t_H	Alburn	Data primului inel
1	70	3,6	4,3	-	1586
2	114	6,3	6,8	-	1606
3	83	4,4	3,1	-	1517
4	111	3,5	3,3	-	1625
5	138	3,1	3,0	-	1676
6	132	4,1	3,7	-	1632
7	153	4,8	5,1	-	1644
8	111	4,7	3,3	-	1516
9	30	4,1	4,0	-	1493
10	143	5,1	5,0	-	1677
11	93	9,5	7,6	-	1681
12	116	8,8	8,7	-	1681
13	122	5,2	6,7	-	1675

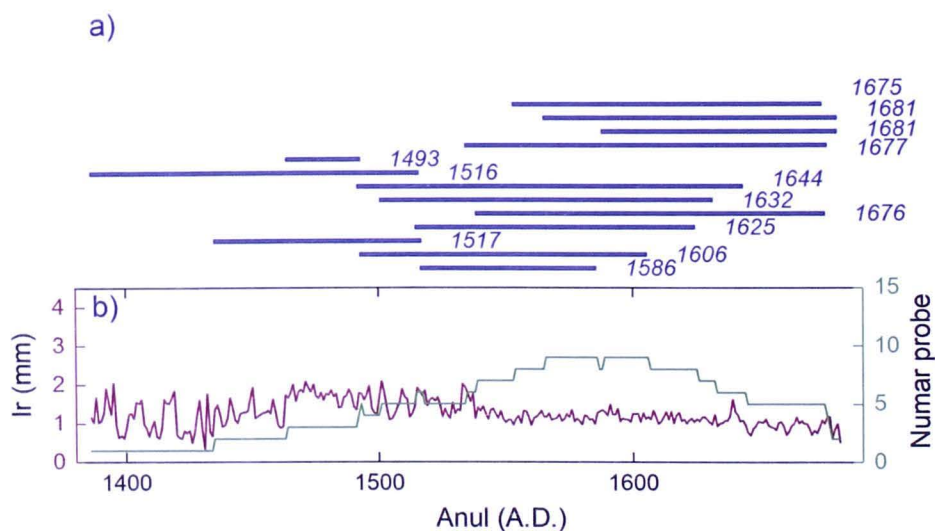


Fig. 3.38. (a) reprezentarea grafică a poziției în timp a eşantioanelor analizate; (b) valoarea medie a creșterii radiale și numărul de probe.

Biserica din Călinești



Fig. 3.39. Biserica în locația sa actuală. (foto: Timur, V.C., 2017)

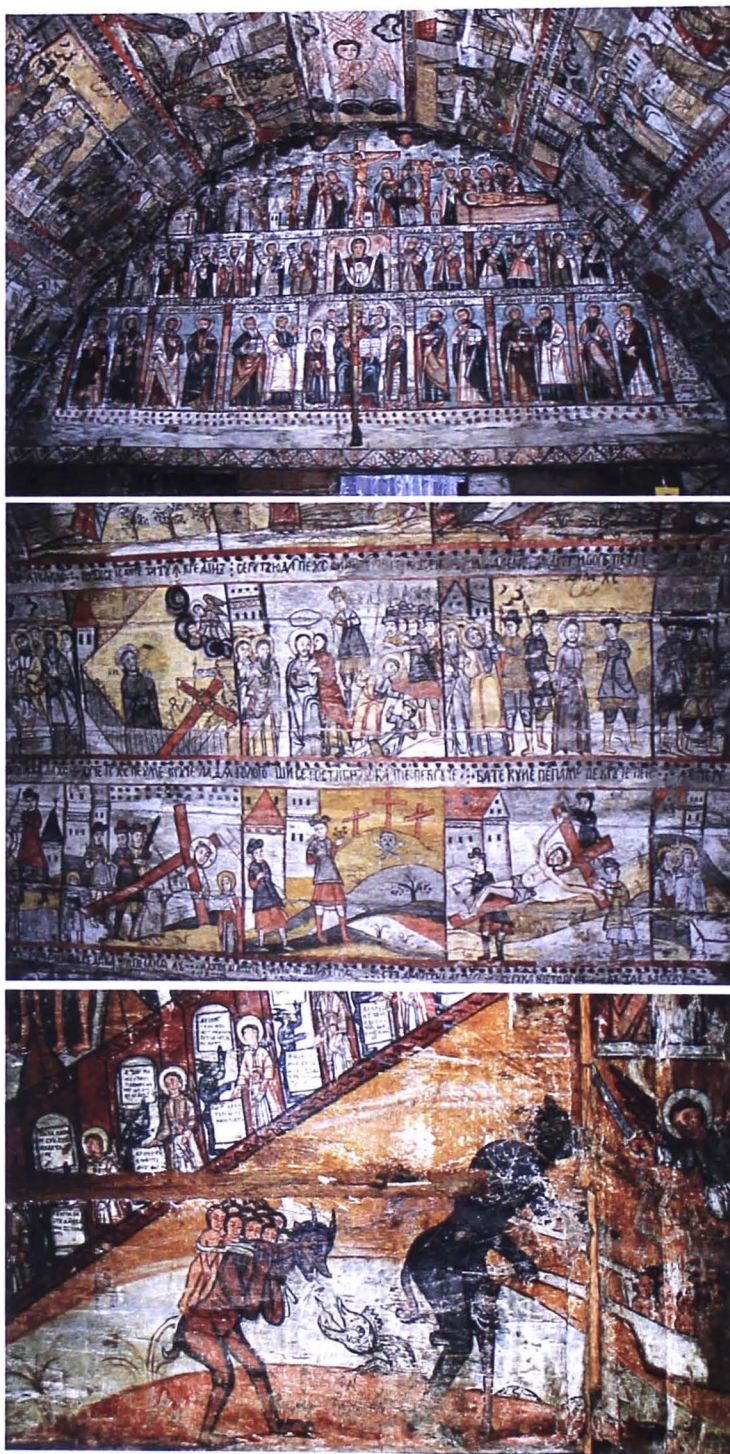


Fig. 3.40. „Vămile văzduhului”, „Diavolul cu sufletele în spate”, „Diavolul cu sufletele în roabă”; „Rugăciune în grădina Ghetsimani”, „Prinderea lui Isus”, „Lepădarea lui

Petru”, „Drumul crucii”, „Golgota”, „Punerea pe cruce”, „Crucificarea”, Coborârea de pe cruce”, „Punerea în mormânt”, „Maica Domnului”, „Proroci”, Isus binecuvântând”, „Apostoli”.

Satul Călinești este așezat pe Valea Cosău și este menționat în anul 1387 (Man, 2007). Vestigii ale locuirii umane sunt descoperirile din neolitic, epoca bronzului și secolul III, (Kacsó, 2011). Mănăstirea Călinești a fost pomenită la 1663, alte surse menționează că în prima parte a secolului pe locul ei s-a construit biserica din Călinești Căieni (Ardelean, 2012, pag. 243). În documentul din 1663 este pomenit toponimul „Vârful mănăstirii”, situat aproape de hotarul Călinești (Ardelean, 2012, pag. 243). Tradiția orală spune că biserica a fost ridicată în anul 1663, pe locul unei foste mănăstiri din anul 1470 (Ivanciuc, 2006).

Biserica de lemn „**Nașterea Maicii Domnului**”, monument istoric a fost construită conform unor autori în anul 1663 (Cristea și Dăncuș, 2000) ori 1629 (Baboș, 2004). Lemnul din biserică, în urma datării dendrocronologice, a fost tăiat în iarna dintre anii 1628-1629 (Eggertsson și Baboș, 2002). Biserica de lemn, era mică de 7,20 m (pronaos + naos) și 3,56 m lățimea, cu un plan simplu, dreptunghiular, tip sală prevăzută cu pronaos, naos și altarul care este decroșat de formă poligonală. Creșterea numărului de credincioși a determinat la începutul secolului al XIX-lea extinderea bisericii, pronaosul și naosul a fost aproape dublat pe latura nordică, iar pe latura sudică a fost adăugat un pridvor mare de 4,40/6,70 m.

Acoperișul este cu o singură strașină, retras spre altar. Turnul-clopotniță este ridicat peste pronaos, prevăzut cu un foișor deschis unde sunt clopotele, și este acoperit cu un coif cu baza pătrată ce se prelungește piramidal, iar în vârf are o cruce din fier. Accesul în biserică se face din lateral, pe latura sudică, direct în pronaos, naos și în altar, care este orientat spre est/est-nord-est. În altar accesul se face prin două deschizături, specific bisericilor arhaice: ușile diaconești și ușile împărătești. Bârnelor din pereți sunt din stejar, late de până la 39 cm și grosimea de

14 cm, finisate cu barda. Pictura din biserică este de factură post-bizantină și a fost făcută în anul 1754 de pictorul Alexandru Ponehalski (Pop-Bratu, 1982, pag 21-42).

Tabel 3.11 Parametri statistici ai datării dendrocronologice pentru biserica din Călinești.

Nr. crt	Nr. inele	t_{BP}	t_H	Alburn	Data primului inel
1	74	4.9	3.5	-	1616
2	96	3.9	3.4	-	1618
3	87	3.3	3.2	-	1610
4	66	3.3	2.8	-	1505
5	59	2.5	3.0	-	1578
6	51	3.7	3.1-	-	1754

a)

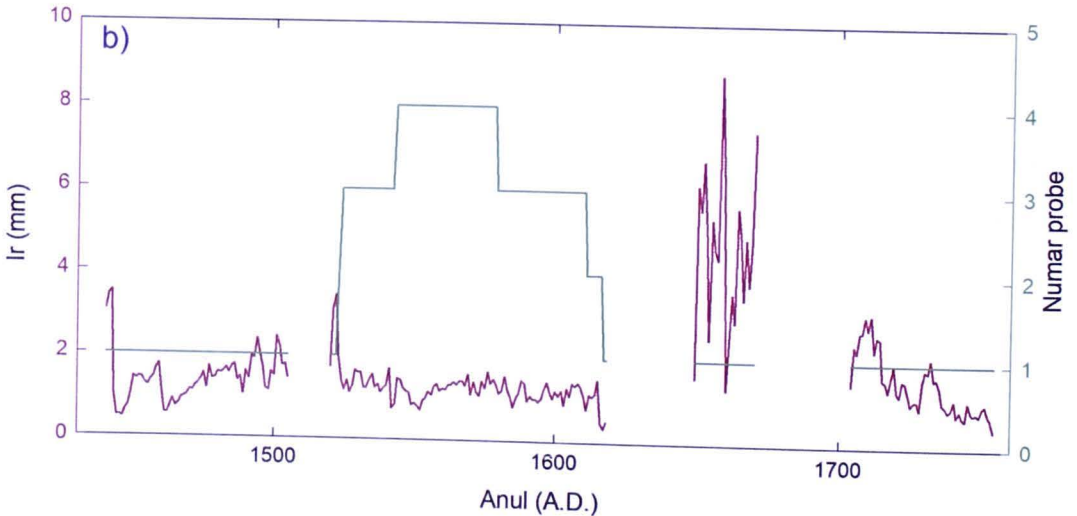
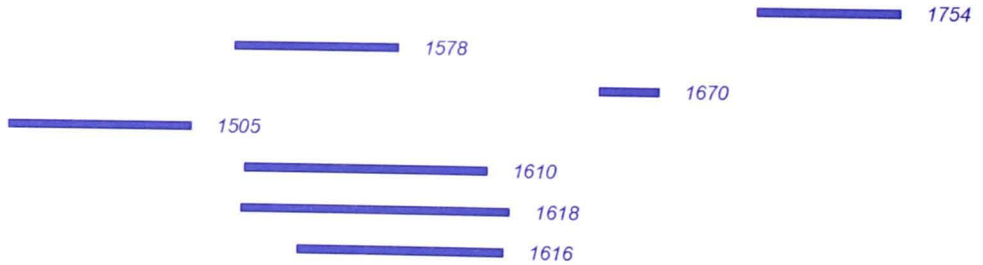


Fig. 3.41. (a) reprezentarea grafică a poziției în timp a eșantioanele analizate; (b) valoarea medie a creșterii radiale și numărul de probe.

Biserica din Ferești



Fig. 3.42. Biserica în locația sa actuală. (foto: Timur, V.C., 2017)

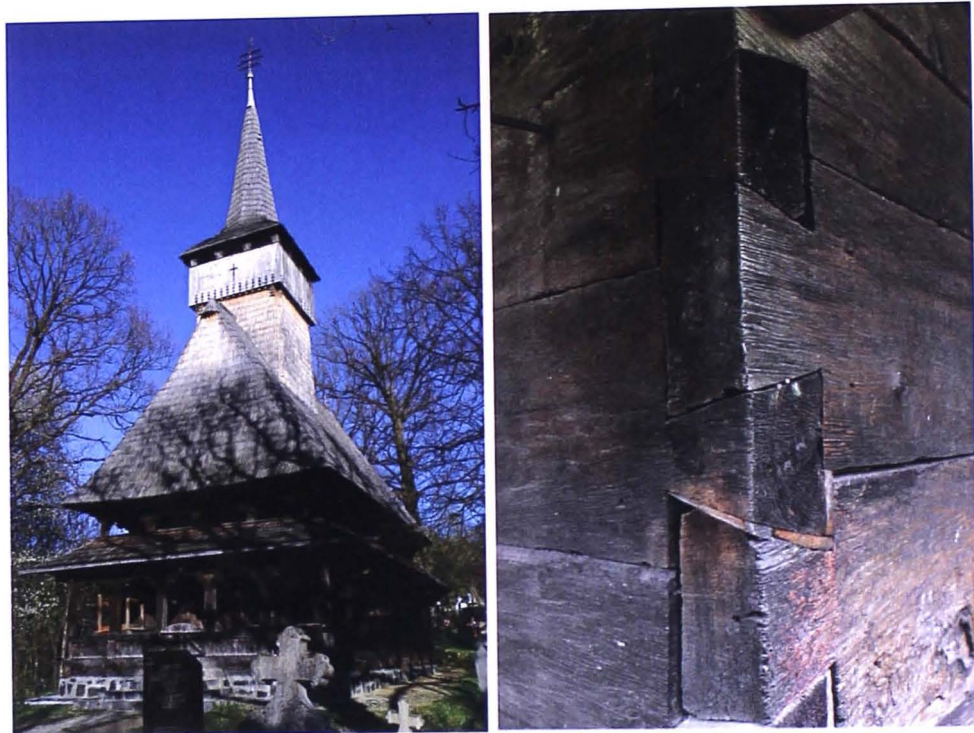


Fig. 3.43. Biserica vedere de ansamblu, îmbinare "blockbau", „Înălțarea Sfântul Ilie”, „Scara lui Iacov”, „Înălțarea Fecioarei Maria”. (foto: Timur, V.C., 2017)

Localitatea Ferești este așezată pe Valea Cosău, aproape de confluența cu valea Mara, este atestată documentar în anul 1349 (Man, 2007). Biserica de lemn cu hramul „*Sfântul Nicolae*”, monument istoric, a fost construită conform unor autori în anul 1690 (Cristea și Dăncuș, 2000; Man, 2007) ori 1877 (Șematismul Vicariatului, 2011), respectiv 1798 (Baboș, 2004). Lemnul din biserică în urma datării dendrocronologice a fost tăiat în iarna dintre anii 1796-1797 (Eggertsson și Baboș, 2002).

Biserica de lemn are un plan simplu, dreptunghiular, tip sală prevăzută cu pronaos, naos și altarul care este decroșat de formă poligonală, cu două laturi mai lungi și trei mai scurte care încheie altarul. Biserica la intrare este prelungită cu un pridvor etajat, susținut de stâlpi finalizați, cu „chituși” care legați de „cunună”, susțin structura din față a bisericii.

Acoperișul este înalt, cu strașină în două trepte (cu dublă poală) pe pridvor, pronaos, naos, iar pe altar este retras și are o singură strașină. Turnul-clopotniță este ridicat peste pronaos, prevăzut cu un foișor deschis unde sunt clopotele și este acoperit cu un coif cu baza pătrată ce se prelungește piramidal, iar în vârf are o cruce din fier.

Bârne din pereți sunt din stejar, late de până 40 cm și 13-14 cm grosime, finisate cu barda și îmbinate în cheotoare în coadă de rândunică, numită și cheotoare nemțească sau „blockbau”. Accesul în biserică se face prin față, din pridvor în pronaos, naos și altar care este orientat spre est/est-sud-est. În altar accesul se face prin trei deschizături: ușile diaconești și ușile împărătești. Pictura bisericii a fost realizată în prima jumătate a secolului al XIX-lea de către pictori necunoscuți și este de factură barocă (Pop-Bratu, 1982).

Tabel 3.12 Parametri statistici ai datării dendrocronologice pentru biserica din Ferești.

Nr. crt	Nr. inele	t_{BP}	t_H	Alburn	Data primului inel
1	93	7,6	8,3	-	1796
2	104	4,8	4,0	-	1792
3	86	5,4	4,4	-	1798
4	146	7,7	6,9	-	1797
5	101	6,8	5,6	-	1795
6	106	13,4	14,0	-	1784
7	62	5,6	5,2	-	1736
8	72	3,3	2,7	-	1753
9	76	5,1	4,9	-	1797
10	74	2,8	2,9	-	1603
11	77	8,9	8,4	-	1796
12	118	4,2	3,5	-	1750
13	87	7,2	5,9	-	1778

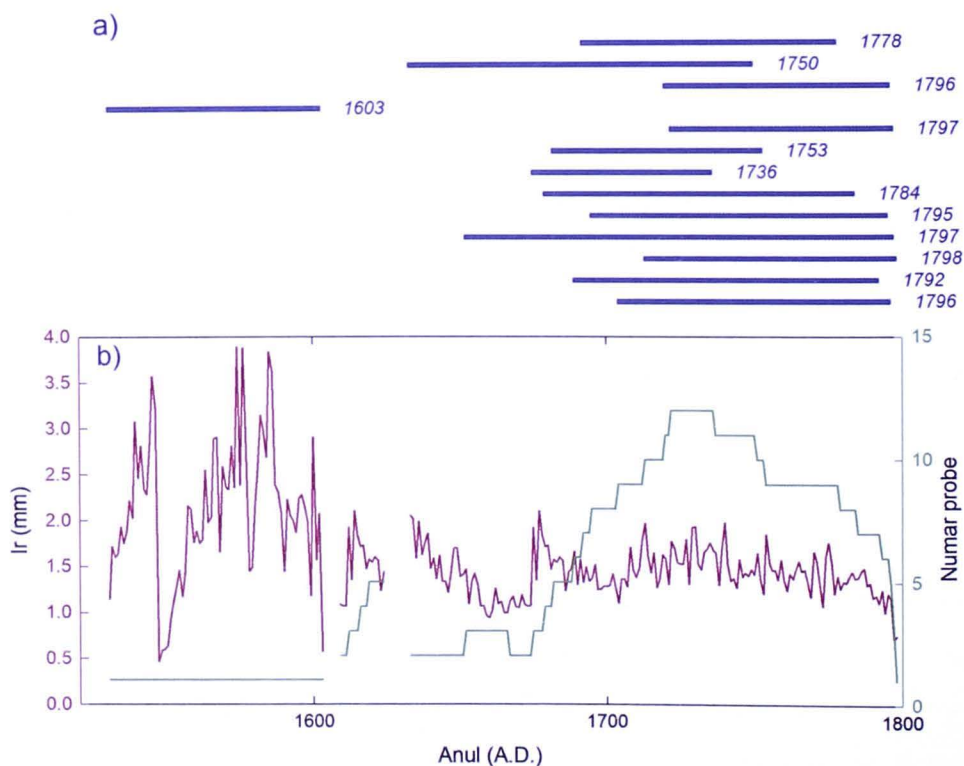


Fig. 3.44. (a) reprezentarea grafică a poziției în timp a eșantioanele analizate; (b) valoarea medie a creșterii radiale și numărul de probe.

Biserica din Hoteni



Fig. 3.45 Biserica în locația sa actuală. (foto: Timur, V.C., 2017)



Fig. 3.46. Vedere panoramică a bisericii și turla. (foto: Timur, V.C., 2017)

Localitatea Hoteni este așezată pe partea dreaptă a Văii Mara și este atestată documentar în anul 1360 (Ilieș, 2007). La 1600 în localitate sunt amintite 5 case iobăgești, în 1664 sunt conșcriși 5 țărani și 2 iobagi, iar peste 30 de ani 14 țărani (Ardelean, 2012). Comunitatea din Hoteni datorită faptului că era mică, a primit sau a cumpărat trei biserici de la alte comunități, care își construiau alte biserici noi. Biserica actuală din Hoteni a fost cumpărată din localitatea Slatina (Solotvino), Ucraina, care făcea parte din Comitatul Maramureș și adusă în localitatea Hoteni în anul 1898.

Biserica de lemn cu hramul „*Sfinții Arhangheli Mihail și Gavril*”, monument istoric, a fost construită conform unor autori în anul 1657 (Man, 2007) ori 1898 (Șematismul Vicariatului, 2011), respectiv 1790 (Baboș, 2004). Lemnul din biserică în urma datării dendrocronologice a fost tăiat în iarna dintre anii 1788-1789

(Eggertsson și Baboș, 2002). În anul 1942 a fost mărit pronaosul cu 2,3 m pentru a permite accesul mai multor femei în biserică.

Biserica de lemn are un plan simplu, dreptunghiular, tip sală prevăzută cu pronaos, naos și altarul care este decroșat de formă poligonală. Acoperișul este înalt, cu strașină în două trepte (cu dublă poală) pe toată biserică. Turnul-clopotniță este ridicat peste pronaos, prevăzut cu un foișor deschis unde sunt clopotele și este acoperit cu un coif cu baza pătrată ce se prelungește piramidal, prevăzut în vârf cu o cruce.

Bârnelor din pereți sunt din stejar, late de 25-35 cm și groase de 15-18 cm, finisate cu barda și îmbinate în cheatori netede cu dinte ascuns înăuntru. Accesul în biserică se face prin vestică (vest-sud-vest), în pronaos, naos și altar, care este orientat spre est (est-nord-est). În altar accesul se face prin trei deschizături: ușile diaconești și ușile împărătești. Pe locul satului Hoteni au existat două ctitorii vechi care în prezent nu mai există, chiar și așa, în cele de mai jos, vom prezenta câteva date cu titlu informativ.

Vechea biserică din Budești Vințești (Susani) - Hoteni

Biserică a fost construită probabil în anul 1628 în Budești Susani (Vințești), și a fost donată de nobilii din localitate în anul 1758, comunității din satul Hoteni (Baboș, 2004), după ce au construit una nouă în locul ei. Această biserică a fost înlocuită în anul 1898 cu biserică actuală adusă din Slatina.

Vechea biserică din Botiza - Școala Confesională Hoteni

Biserică a fost construită în anul 1594 în Botiza (Baboș, 2004), a fost demolată și dată o parte în anul 1904 comunității din satul Hoteni, pentru a construi Școala Confesională. A fost demolată între anii 1995-1997, pe locul ei fiind zidită casa parohială.

Tabel 3.13 Parametri statistici ai datării dendrocronologice pentru biserica din Hoteni.

Nr. crt	Nr. inele	t_{BP}	t_H	Alburn	Data primului inel
1	139	9,1	9,3	-	1787
2	110	3,6	3,6	-	1737
3	72	8,8	9,1	-	1760
4	137	7,5	8,1	-	1775
5	133	7,7	8,4	-	1771
6	113	7,3	8,2	-	1735
7	121	8,0	7,0	-	1787
8	147	10,9	10,4	-	1785
9	67	5,6	6,2	-	1787
10	116	12,1	12,6	-	1780
11	119	10,7	11,4	-	1782
12	135	9,0	9,3	-	1778
13	68	5,5	5,4	-	1776
14	63	6,2	7,8	-	1788
15	97	8,1	7,7	-	1764
16	68	4,2	3,4	-	1770
17	122	11,6	11,5	-	1783
18	65	4,6	4,6	-	1788
19	94	5,7	5,2	-	1745

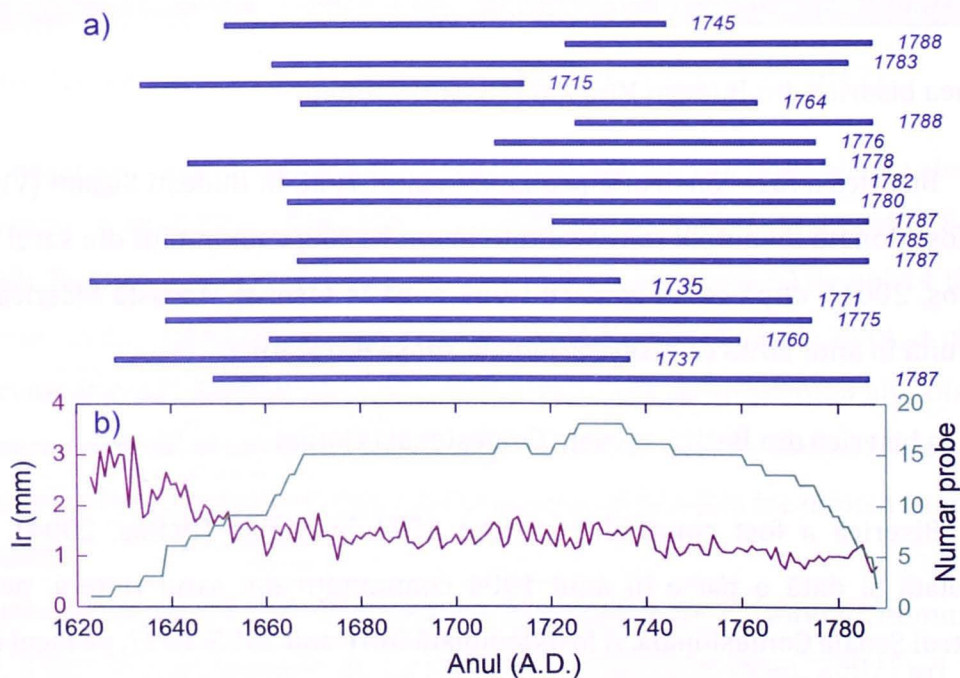


Fig. 3.47. (a) reprezentarea grafică a poziției în timp a eșantioanele analizate; (b) valoarea medie a creșterii radiale și numărul de probe.

Biserica din Sat Șugatag



Fig. 3.48. Biserica în locația sa actuală. (foto: Timur, V.C., 2017)

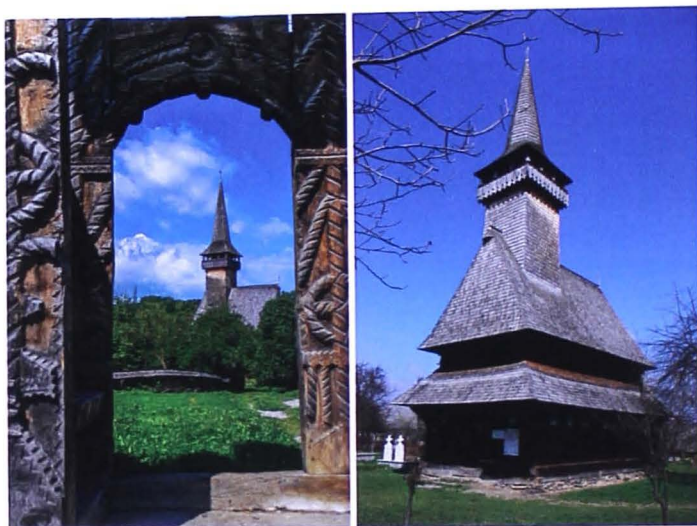
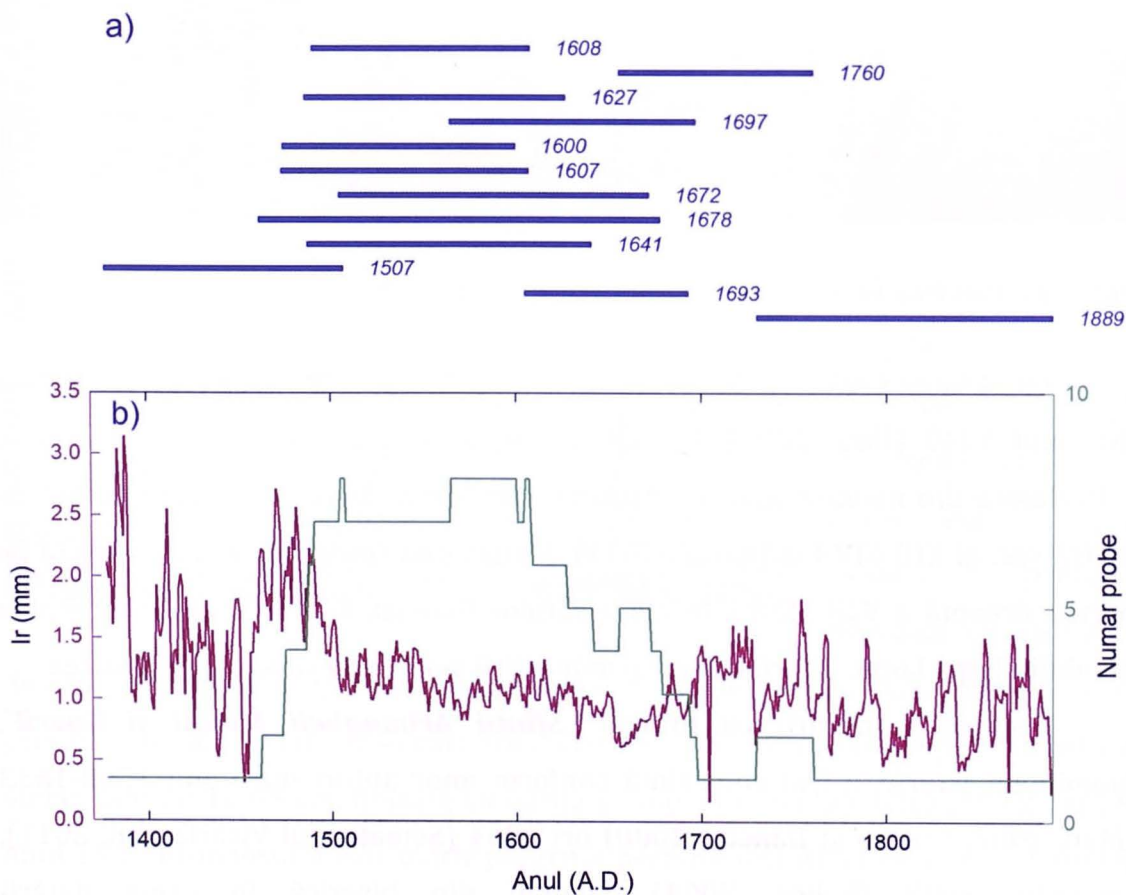


Fig. 3.49. Vedere panoramică a bisericii. (foto: Timur, V.C., 2017)

Localitatea Sat Șugatag este așezată pe Valea Mara, și este atestată documentar în anul 1360 (Ilieș 2007; Man, 2007). Biserica de lemn „*Cuvioasa Paraschiva*”, monument istoric, a fost construită conform unor autori în anul 1753 (Cristea și Dăncuș, 2000) ori 1642 (Man, 2007; Șematismul Vicariatului, 2011; Porumb, 2005), respectiv 1699 (Baboș, 2004). Lemnul din biserică în urma datării dendrocronologice a fost tăiat în iarna dintre anii 1698-1699 (Eggertsson și Baboș, 2002). Biserica de lemn are un plan simplu, dreptunghiular, tip sală prevăzută cu pronaos, naos și altarul care este decroșat de formă poligonală. Acoperișul este înalt, cu strașină în două trepte (cu dublă poală) pe pronaos, naos, iar pe altar este retras și are o singură strașină. Turnul-clopotniță este ridicat peste pronaos, prevăzut cu un foișor deschis unde sunt clopotele și este acoperit cu un coif cu baza pătrată ce se prelungește piramidal, prevăzut în vârf cu o cruce. Bârnelor din pereți sunt din stejar, late de până la 60 cm și 14 cm grosime, finisate cu barda și îmbinate în cheotoare în coadă de rândunică. La exterior biserica este înconjurată motivul decorativ sculptat în relief „funia”. Pictura bisericii a fost deteriorată, se păstrează doar fragmente în altar și a fost făcută în anul 1812 de Falunevici Vasilie Zugravul (Pop-Bratu, 1982).

Tabel 3.14 Parametri statistici ai datării dendrocronologice pentru biserica din satul Șugatag.

Nr. crt	Nr. inele	t_{BP}	t_H	Alburn	Data primului inel
1	160	3,1	3,8	-	1889
2	89	3,2	2,5	-	1693
3	102	3,4	3,2	-	1507
4	154	2,4	2,6	-	1641
5	217	3,2	4,1	-	1678
6	168	4,9	5,6	-	1672
7	134	3,1	3,0	-	1607
8	126	3,5	3,4	-	1600
9	133	4,0	4,8	-	1697
10	141	3,7	4,6	-	1627
11	105	3,4	3,7	-	1760
12	118	3,6	2,6	-	1608



Biserica din Giulești



Fig. 3.51. Biserica în locația sa actuală. (foto: Timur, V.C., 2017)

Localitatea Giulești este așezată pe valea Marei și este atestată documentar din anul 1349 (Ilieș, 2007). Vestigii ale așezărilor umane sunt descoperirile arheologice din neolitic, epoca bronzului, secolele al XIII-XVIII-lea și biserica de piatră sec. al XIII-XIV-lea (Kacsó, 2011). Mănăstirea Giulești a fost construită pe partea dreaptă a Văii Marei, în afara satului Giulești, la 2 km, pe proprietatea nobilului Popa Lupu. Ulterior în jurul mănăstirii s-a întemeiat satul Mănăstirea.

Biserica mănăstirii cu hramul „*Sfinții Arhangheli Mihail și Gavril*”, monument istoric, a fost construită conform unor autori între anii 1560-1633 (Man, 2007; Cristea și Dăncuș, 2000) ori 1764 (Șematismul Vicariatului, 2011), respectiv 1692 (Baboș, 2004). Lemnul din biserică în urma datării dendrocronologice pare a fi fost tăiat în iarna dintre anii 1690-1691 (Eggertsson și Baboș, 2002). Alte surse istorice indică faptul că mănăstirea Giulești ar fi fost



întemeiată înainte de 1695 de către nobilul Popa Lupu (Ardelean, 2012). O inscripție cu litere chirilice, amintește numele ctitorului „Pop Pătru ctitor al mănăstirii”. Preotul Pop Lupu de Giulești (1655-1731), fiind văduv a ridicat această mănăstire pe moșia sa și a locuit acolo ca și călugăr (Baboș, 2004).

Acoperișul are o singură strașină, retras pe altar. Turnul-clopotniță este mai puțin înalt, ridicat peste pronaos, prevăzut cu un foisor

deschis unde sunt clopotele și este acoperit cu un coif cu baza pătrată ce se prelungește piramidal, iar în vârf are o cruce din fier. Bârnelor din pereți sunt din stejar, late de 42-68 cm, finisate cu barda și îmbinate în cheotoare „blockbau”. În anul 1940 pronaosul a fost mărit pentru a permite intrarea mai multor femei în biserică. Pictura bisericii este de factură post-bizantină de o deosebită calitate, și a fost făcută de doi pictori necunoscuți în perioade diferite, secolul al XVII-lea și al XVIII-lea (Pop-Bratu, 1982).

Tabel 3.15 Parametri statistici ai datării dendrocronologice pentru biserica din Giulești.

Nr. crt	Nr. inele	t_{BP}	t_H	Alburn	Data primului inel
1	93	6,0	6,7	-	1683
2	69	8,6	9,1	-	1687
3	43	4,0	3,1	-	1690
4	108	4,3	4,7	-	1680
5	83	3,7	4,2	-	1686
6	175	4,2	3,8	-	1684
7	66	3,1	4,4	-	1590
8	82	2,7	2,7	-	1692
9	47	5,9	5,6	-	1690
10	112	3,1	3,5	-	1641
11	89	8.4	7.0	-	1686
12	63	4.7	3.6	-	1692
13	58	2.0	3.6	-	1690
14	94	4.0	5.7	-	1690
15	144	4.8	5.6	-	1672

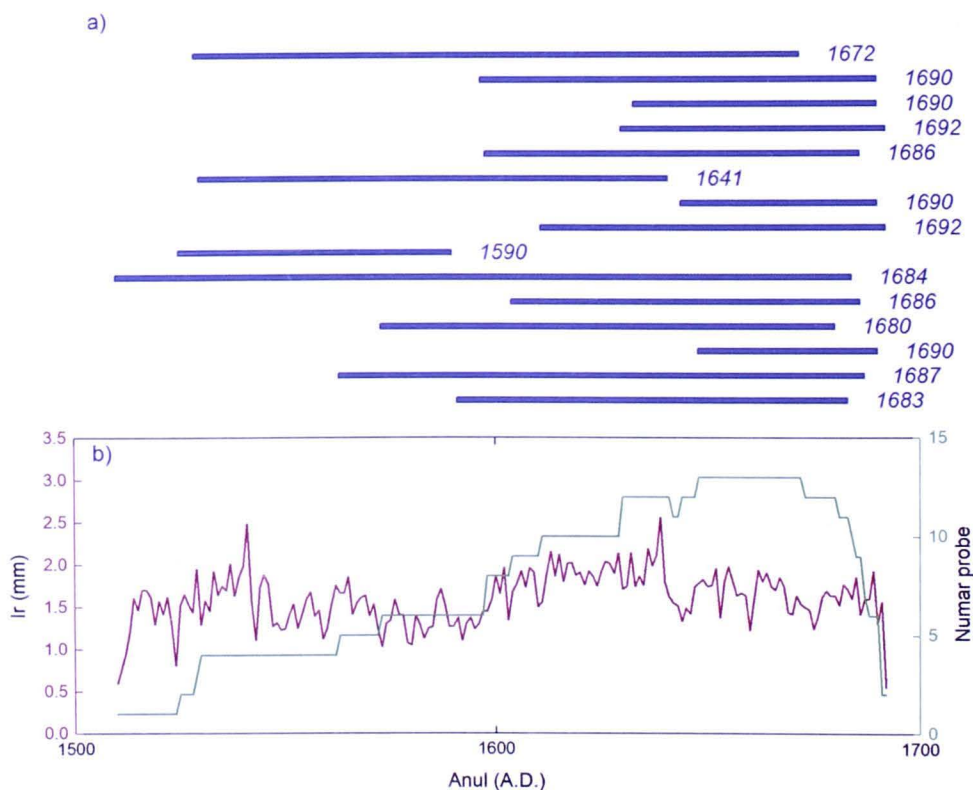


Fig. 3.52. (a) reprezentarea grafică a poziției în timp a eșantioanele analizate; (b) valoarea medie a creșterii radiale și numărul de probe.

Biserica din Oncești



Fig. 3.53. Biserica în locația sa actuală. Îmbinarea bânelor în cheotoare în dinte (foto: Timur, V.C., 2017)



Fig. 3.54. Naos, tâmpla, ușile de la intrarea în Sfântul Altar, ușile împărătești și reprezentarea pictată a morții denumită ciumă - împinsă de înger cosește capetele oamenilor. (foto: Timur, V.C., 2017)

Localitatea Oncești este așezată în partea inferioară a Văii Iza. Prima atestare documentară apare în 20 martie 1360, într-o diplomă dată cnezului de Oncești Wanchuk, fiul lui Farkstan de către regele Ludovic de Anjou al Ungariei, prin care se confirmă punerea în posesie. Oncești era reședința cnezatului de vale Varalia (Subcetate) care cuprindea satele Valea Porcului (Valea Stejarului) și Nănești (Cristea și Dăncuș, 2000). Vestigii ale locuirii umane sunt descoperirile întâmplătoare din neolitic, epoca bronzului (Kacsó, 2011) și descoperirile arheologice din așezarea dacică din sec. I î.H. – I d.H (Cristea și Dăncuș, 2000) sau II d.H. (Kacsó, 2011). Turnul feudal a fost construit în această zonă conform unor

autori în secolul XIV-lea (Cristea și Dăncuș, 2000) și reprezintă o parte însemnată a istoriei medievale Românești.

Biserica de lemn, monument istoric, a fost construită conform unor autori în anul 1621 (Cristea și Dăncuș, 2000) ori 1620-1621 (Man, 2007) ori 1795 (Șematismul Vicariatului, 2011), respectiv 1621 (Baboș 2004, pag 141). Turnul bisericii a fost datat dendrocronologic în anul, c. 1670 și anul, c. 1720 (Eggertsson și Baboș, 2002). Despre biserica de lemn din Oncești, tradiția menționează că biserica a fost donată în anul 1690 de locuitorii din localitatea Krîciovo (*Кричово*) (Cristea și Dăncuș, 2000), azi în raionul Teceu, regiunea Transcarpatia, Ucraina, „*și s-au adus această sfântă biserică cu douăsprezece căruțe cu câte două perechi de boi ... și s-au făcut douăsprezece popasuri și s-au citit douăsprezece evanghelii*” (Dăncuș, 2010). Biserica Mănăstirii din Krîciovo, de pe valea Talaborului (Talabârjaba, Tereblia) a fost donată comunității rutene greco-catolice din Câmpulung la Tisa și nu comunității din Oncești, probabil în anul 1770 (Baboș, 2004, pag 109).

Biserica din Oncești a fost construită prin contribuția nobililor din localitate, de către meșterul Gavril, conform unei inscripții (Baboș, 2004 pag. 214). De menționat este faptul că în anul 1664 au fost înregistrați 37 locuitori și 6 jeleri, din care 10 nobili cu posesie și 18 curialiști (Ardelean, 2012). Această mențiune atestă potențialul comunității de a plăti construirea și întreținerea unei biserici locale. Biserica de lemn are un plan simplu, dreptunghiular, tip sală prevăzută cu pronaos (biserica femeilor), naos (biserica bărbaților) și altarul care este decroșat de formă pătrată. Acoperișul este înalt, în patru ape, cu strașină în două trepte (cu dublă poală), inclusiv pe altar, și este acoperită cu șindrilă. Turnul-clopotniță este ridicat peste pronaos, prevăzut cu un foișor deschis unde erau clopotele și este acoperit cu un coif cu baza pătrată ce se prelungește piramidal, iar în vârf are o cruce din fier.

Intrarea în biserică este prelungită cu un pridvor, susținut de zece stâlpi finalizați cu „chituși” care, legați de „cunună”, susțin structura din față a bisericii (Dăncuș, 2010). Bârnela din pereți sunt din stejar, late de 20-37 cm, cu o grosime

de 13-16 cm și sunt finisate cu barda. Îmbinarea bârnelor la capete este în chetoare în dinte (cu cățel) (Baboș, 2004, pg 66-67). Accesul în biserică se face din pridvor în pronaos, de aici, printr-o ușă deschisă într-un perete plin, spre naos, iar în altar prin două uși. Ușile împărătești sunt datate după o inscripție din anul 1621 (Porumb, 1971), fiind cele mai vechi din Maramureș. Pictura bisericii se încadrează în curentul general al picturii post-bizantine din secolul al XVIII-lea (Pop-Bratu, 1982), fiind pictată în anul 1802 (Cristea și Dăncuș, 2000), de către pictori necunoscuți. Construcția a fost adusă din localitatea Oncești și restaurată în Muzeul Satului Maramureșean din Sighetu Marmației în anul 1970.

Tabel 3.16 Parametri statistici ai datării dendrocronologice pentru biserica din Oncești.

Nr. crt	Nr. inele	t_{BP}	t_H	Alburn	Data primului inel
1	111	4,8	5,0	-	1598
2	103	4,4	4,8	-	1598
3	107	3,3	3,2	-	1809
4	82	3,8	5,1	-	1609
5	170	5,2	5,5	-	1616
6	128	5,8	6,0	-	1612
7	73	2,9	3,3	-	1684
8	136	6,2	6,5	-	1574
9	130	7,8	7,8	-	1598
10	107	7,7	9,0	-	1578
11	113	6,1	6,4	-	1606
12	134	5,1	6,2	-	1595
13	126	8,1	9,3	-	1608
14	136	6,7	8,2	-	1653
15	107	3,5	3,7	-	1578
16	119	3,3	3,1	-	1721
17	109	2,9	3,4	-	1617
18	142	7,4	8,6	-	1598
19	65	3,9	3,9	-	1588

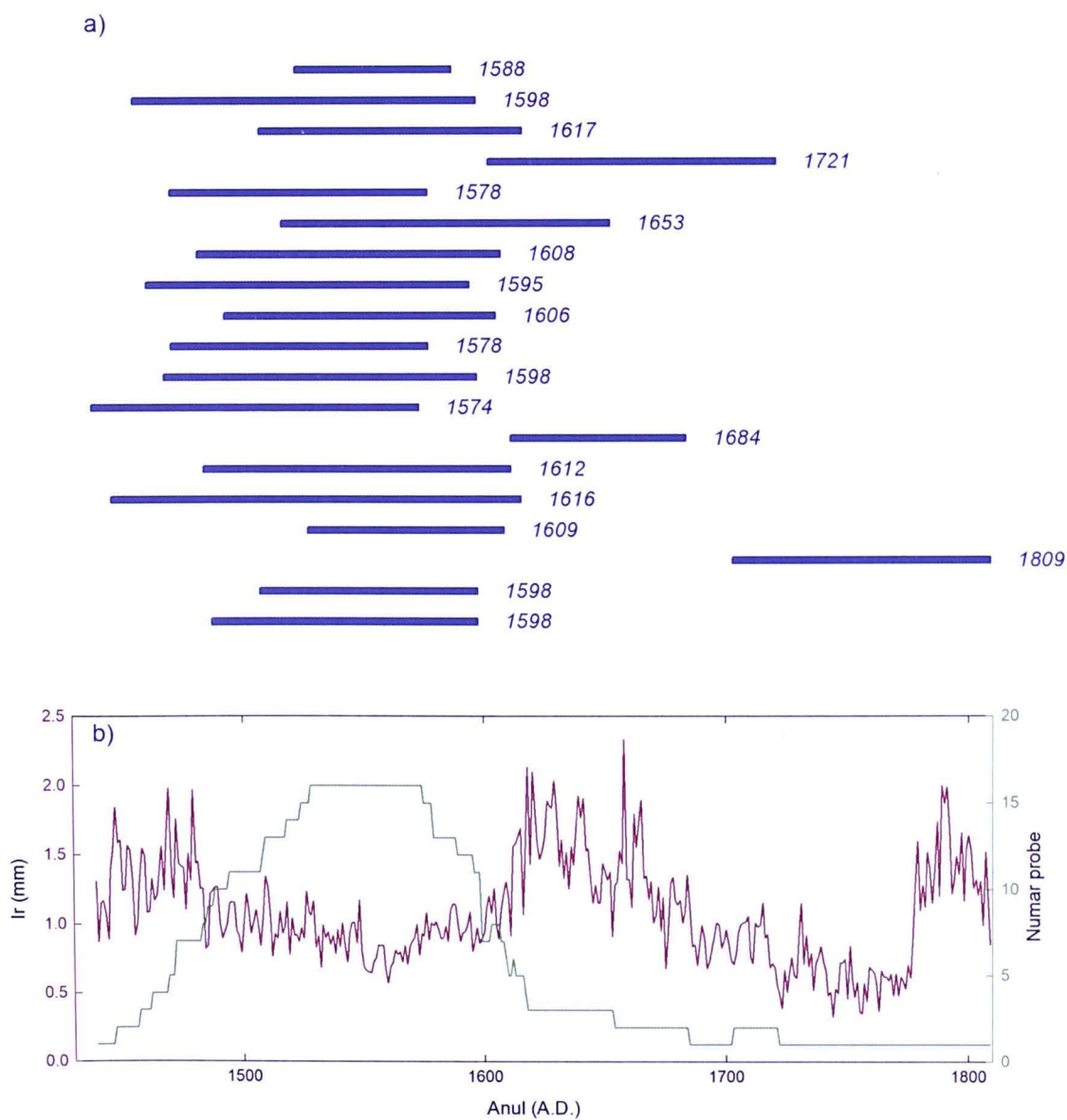


Fig. 3.55. (a) reprezentarea grafică a poziției în timp a eșantioanele analizate; (b) valoarea medie a creșterii radiale și numărul de probe.

Casa Codrea

Fig. 3.56. Fig. 3.53. Casa în locația sa actuală din muzeu. Îmbinarea bânelor evidențierea pieselor de lemn provenind din perioade diferite. (foto: Timur, V.C., 2017)

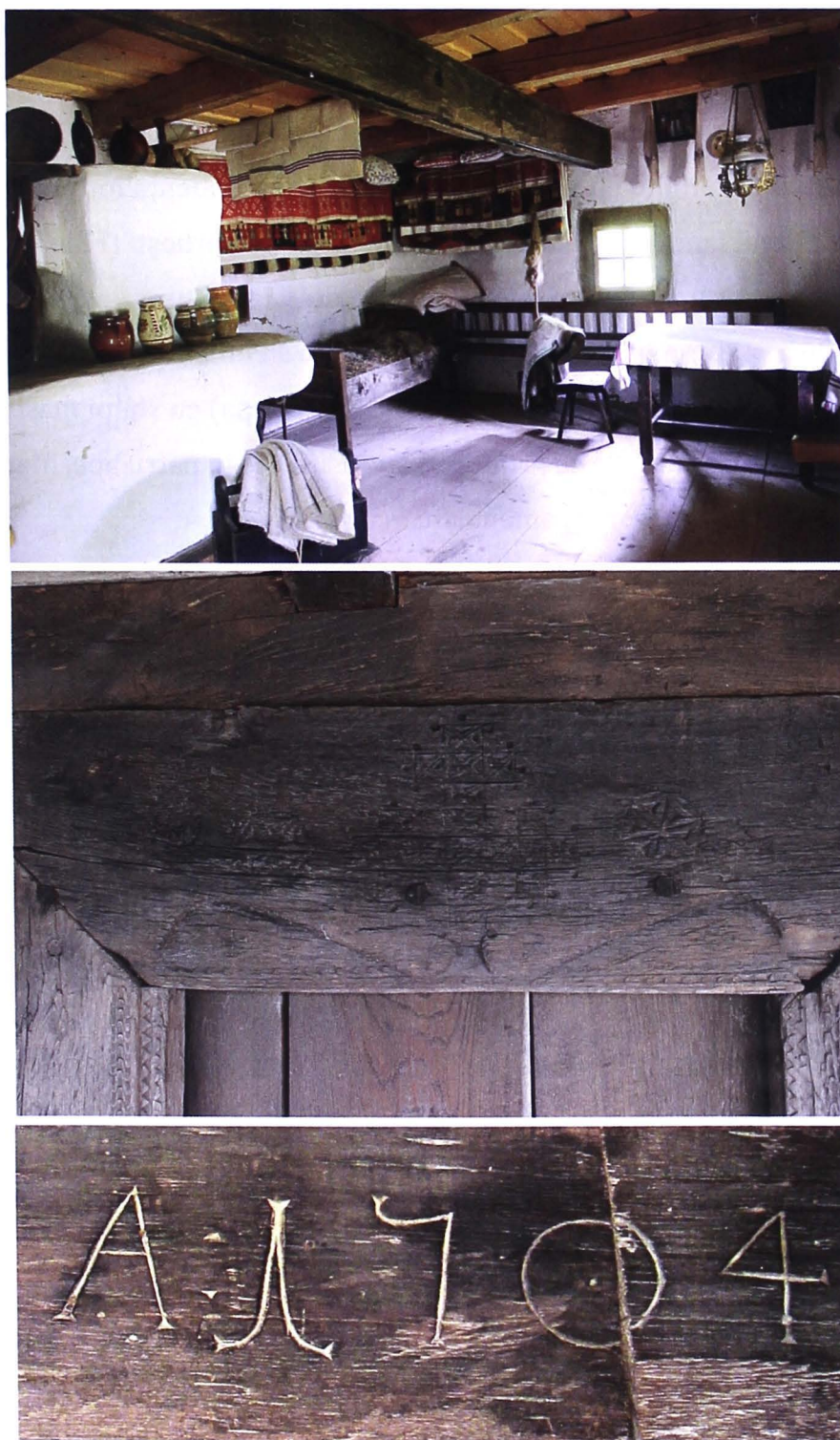


Fig. 3.57. Imagine din interior, motivele sculptate în tocul uși și anul inscripționat pe grinda din casă (foto: Timur, V.C., 2017)

Casa Codrea, aparține familiei Codrea din localitatea Berbești, de pe Valea Marei și a fost restaurată și reconstruită în Muzeul Satului Maramureșean în anul 2009. Familia Codrea este consemnată în protocoale din anul 1752, care atestă că a fost investită ca familie nobiliară în anul 1411. Descendența lor provinde Leucă de Vad, străbunul familiilor Leucă de Vad și Codrea de Berbești (Filipașcu, 2015).

Casa se înscrie în tipul caselor nobiliare din Maramureș, având planul casei clasic: camera mare, tinda, cămara și pivnița mare construită din piatră de râpă (gresie) sub tindă și cămară. În față se află șatra (prispa) cu stâlpi masivi legați cu „chituși” ce formează arcade cu grindă. Acoperișul este în patru ape, fiind prevăzut cu două lucarne (ferestre mici, amenajate în acoperiș).

Din vechea casă care a fost transformată în șură, Mihai Dăncuș, directorul muzeului a recuperat meștergrinda, ancadramentul ușii de intrare, ancadramentul ferestrei și câteva bârne din pereți (Dăncuș, 2010).

Lungimea casei este de 10,45 m, iar lățimea de 6,5m, bârnele de stejar sunt late de până la 56 cm și 10-15 cm grosimea. Îmbinarea bârnelor la capete este în cheotoare dreaptă românească, ieșitura în afara îmbinării fiind de 28-30 cm.

Meștergrinda străbate și susține construcția casei, iar în camera mare se află o inscripție în limba latină care consemnează următorul text: „*AEDIFICAVIT 1596 (F: L: M: K:) A: 1704 M. K. FILIUS VOLFHANSI*”. Pe meștergrindă sunt inscripționate două date privind construcția casei, anul 1596 și 1704 (Dăncuș, 2010).

Ancadramentul ușii de intrare, este construit din lemn de stejar. Pe ancadramentul de deasupra ușii este o cruce cu brațe egale (mult precreștină, cu semnificație solară), flancată de rozete cu „raze”, pe stâlpii laterali (ușori), la bază, se află bradul, tiparul traco-dacic al „arborelui vieții” ca simbol al „vieții fără de moarte”, iar deasupra, rozete (soarele cu multiple brațe „încârligate” și în mișcare „vârtej”) (Dăncuș, 2010).

Tabel 3.17 Parametri statistici ai datării dendrocronologice pentru casa Codrea.

Nr. crt	Nr. inele	t_{BP}	t_H	Alburn	Data primului inel
1	147	6,0	6,8	-	1674
2	150	5,6	6,0	-	1637
3	226	6,6	6,9	-	1702
4	83	3,9	5,3	-	1672
5	119	5,6	6,0	-	1670
6	79	5,0	6,3	-	1616
7	203	4,2	4,8	-	1667
8	43	4,9	3,0	-	1933
9	80	3,7	4,4	-	1621
10	55	4,5	2,9	-	1557
11	121	9,3	11,8	-	1623
12	126	9,8	10,6	-	1663
13	57	3,8	2,2	-	1759
14	105	6,2	6,4	-	1984
15	60	4,0	3,0	-	1969
16	68	3,7	5,1	-	1665

a)

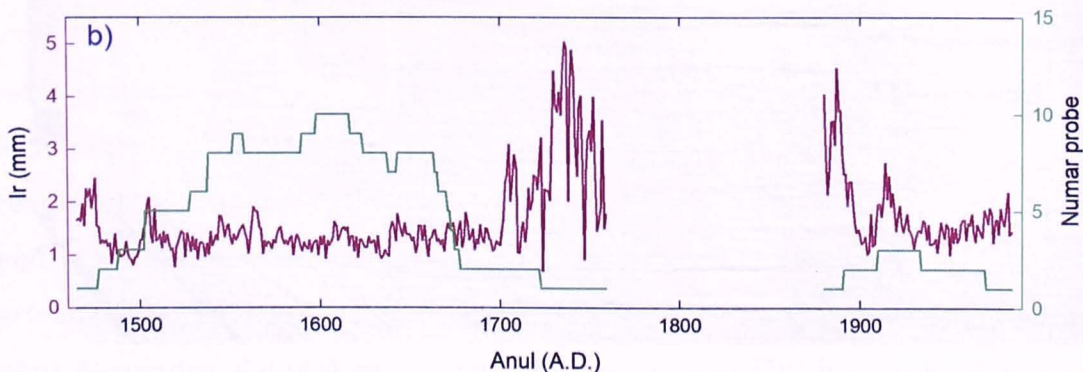
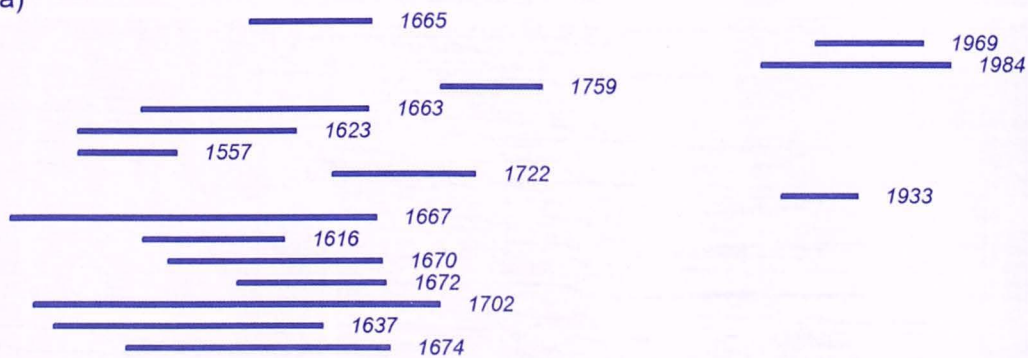


Fig. 3.58. (a) reprezentarea grafică a poziției în timp a eșantioanele analizate; (b) valoarea medie a creșterii radiale și numărul de probe.

Casa Bud – Dunca din Sârbi

Fig. 3.59. Casa Bud-Dunca, îmbinarea în cheotoare dreaptă românească. (foto: Timur, V.C., 2017)



Fig. 3.60. Ancadramentul ușii cu detalii elemente decorative. (foto: Timur, V.C., 2017)

Casa Bud – Dunca a aparținut familiei nobile Dunca de Sârbi, de pe Valea Cosău, și a fost achiziționată și restaurată în Muzeul Satului Maramureșean din Sighetu Marmăției, Maramureș. Familia Dunca este consemnată în protocoale din anul 1763, care atestă că a fost investită ca familie nobiliară în anul 1373, și care descinde din Ioan de Rozavlea, fiul lui Iuga, nepotul lui Bogdan Vodă al Moldovei (Filipașcu 2015, pag. 237-241). Familia Bud de Budești este consemnată în protocoale din anul 1752, care atestă că a fost investită ca familie nobiliară în anul 1405, și că descinde din Bud de Cosău, fiul cneazului Locovoi (Filipașcu 2015, pag. 150-153). Casa se înscrie în tipul

caselor nobiliare din Maramureș, având planul clasic: camera mare, tinda, cămara și pivnița mare construită din piatră de râpă (gresie) sub camera mare. În față se află șatra (prispa) cu stâlpi masivi legați cu „chituși”, formând arcade cu grinda, care se pare că a fost adăugată ulterior (Dăncuș, 2010). Acoperișul este în patru ape, fiind prevăzut cu trei lucarne (ferestre mici, amenajate în acoperiș). Casa este construită din lemn de stejar cu șatră în față și pe lateral în partea stângă, lungimea casei cu șatra fiind de 12,75 m, iar lățimea de 6,90 m. Bârnelor sunt late de peste 38-69 cm și grosimea de 10-16 cm, iar îmbinarea bârnelor la capete este în cheotoare dreaptă românească, ieșitura în afara îmbinării fiind de 12-30 cm. Studiile dendrocronologice efectuate de Klaus Feeckmann și Burghart plasează lemnul în perioada 1676-1678 (Dăncuș, 2010). Cercetările efectuate de Eggertsson Olafur și Baboș Alexandru, datează casa la sfârșitul secolului al XVII-lea, probele indicând anii 1665, 1666, 1686, 1679-1697 (Eggertsson și Baboș, 2002). Ancadramentul ușii

de intrare, este construit din lemn de stejar, decorat cu funia, soarele și crucea creștină (Dăncuș, 2010).

Tabel 3.18 Parametri statistici ai datării dendrocronologice pentru casa Bud.

Nr. crt	Nr. inele	t_{BP}	t_H	Alburn	Data primului inel
1	61	4,1	4,7	-	1672
2	84	5,3	2,5	-	1687
3	46	3,4	2,8	-	1634
4	131	3,9	3,6	-	1666
5	176	5,6	5,5	-	1666
6	124	5,0	5,8	-	1667

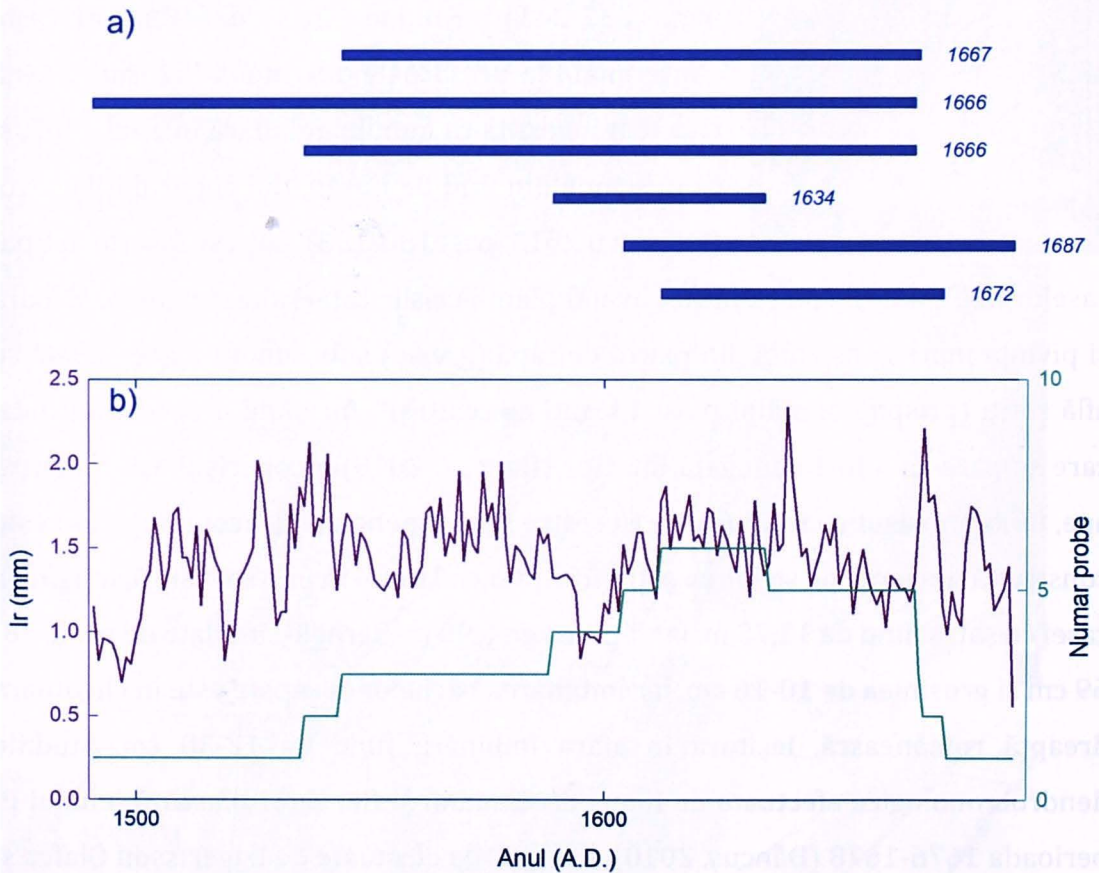


Fig. 3.61. (a) reprezentarea grafică a poziției în timp a eșantioanele analizate; (b) valoarea medie a creșterii radiale și numărul de probe.

Șura din Rona de Sus



Fig. 3.62. Șura de la Rona de Sus – imagine de ansamblu și prelevarea probelor.
(foto: Nechita, C., 2016)

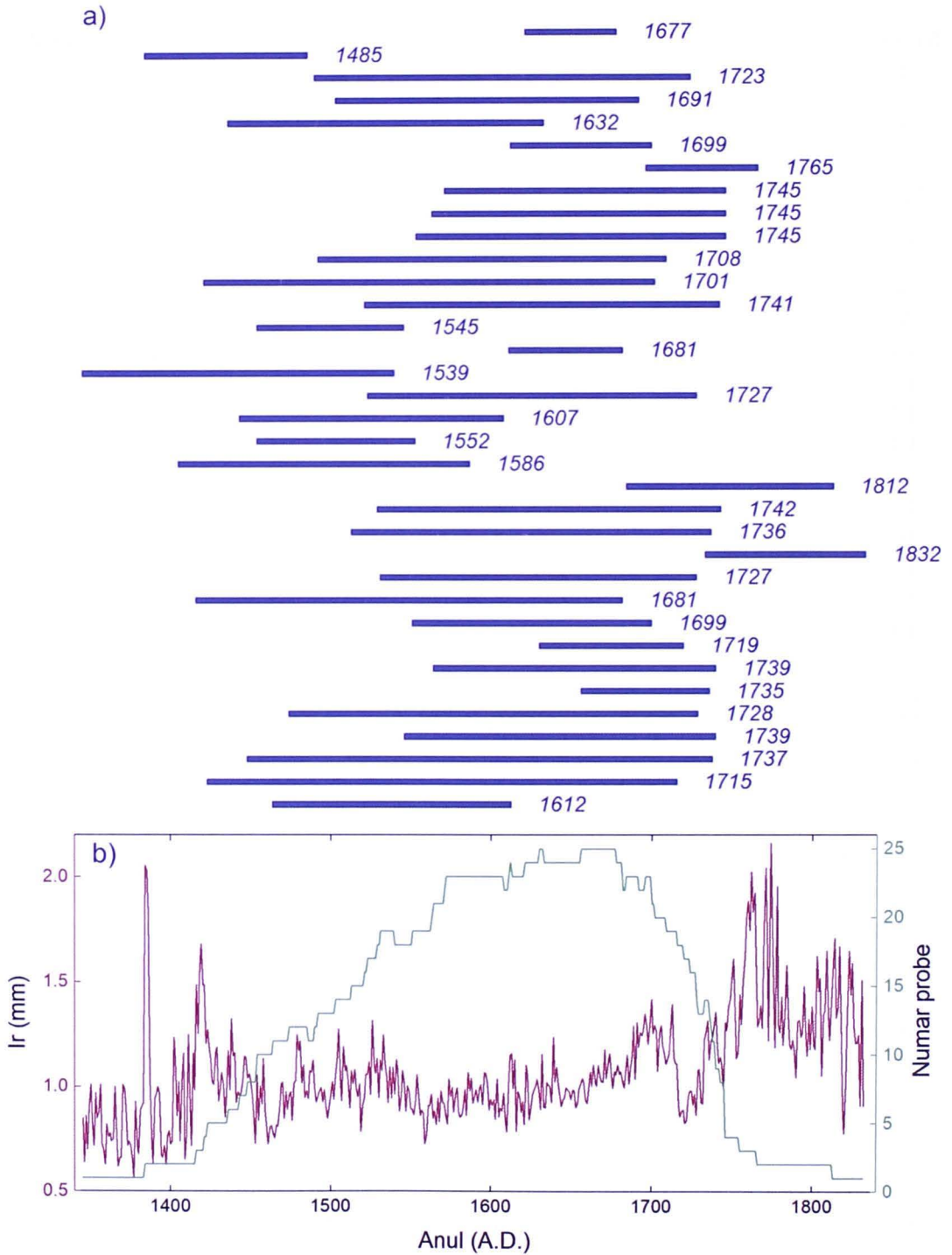


Fig. 3.63. Cheotoare dreaptă românească, ieșitura în afara îmbinării

Șura se află în Muzeul Satului Maramureșan din Sighetu Marmăției, Maramureș și provine din localitatea ucraineană Rona de Sus, aflată pe Valea Ronișoara, afluent de dreapta a Văii Iza. Șura este construită din lemn de stejar și are o lungime de 7,20 m și lățimea de 6,10 m, iar bârnele sunt late între 45-68 cm și 10-14 cm grosime. Îmbinarea bârnelor la capete este în cheotoare dreaptă românească, ieșitura în afara îmbinării fiind de 23-30 cm. Până în prezent nu a prezentat interes dendrocronologic sau istoric.

Tabel 3.18 Parametri statistici ai datării dendrocronologice pentru casa Bud.

Nr. crt	Nr. inele	t_{BP}	t_H	Alburn	Data primului inel
1	149	3,9	3,6	-	1612
2	293	3,6	4,9	-	1715
3	289	4,5	5,1	-	1737
4	194	4,5	3,0	-	1739
5	255	5,0	5,9	-	1728
6	80	5,9	5,9	-	1735
7	176	7,3	8,1	-	1739
8	90	5,1	4,0	-	1719
9	149	5,5	5,9	-	1699
10	266	9,0	8,6	-	1681
11	197	5,7	6,5	-	1727
12	100	6,7	7,1	-	1832
13	224	5,2	4,8	-	1736
14	214	3,6	3,2	-	1742
15	129	3,1	3,2	-	1812
16	181	4,8	3,4	-	1586
17	99	9,5	10,7	-	1552
18	165	2,8	2,7	-	1607
19	205	2,6	3,1	-	1727
20	134	4,1	3,6	-	1539
21	71	3,3	4,1	-	1681
22	92	6,4	6,1	-	1545
23	221	7,8	8,6	-	1741
24	281	2,4	2,8	-	1701
25	217	2,6	3,0	-	1708
26	193	7,5	7,7	-	1745
27	183	6,2	6,5	-	1745
28	175	7,0	8,0	-	1745
29	70	4,0	3,4	-	1765
30	294	3,9	3,6	-	1699
31	197	2,8	3,2	-	1632
32	189	8,2	9,2	-	1691
33	234	3,1	3,0	-	1723
34	80	4,4	4,1	-	1485
35	57	3,3	3,3	-	1677



Bibliografie

Bibliografie

- Cristea, G., Dăncuș, M., 2000. Maramureș un muzeu viu în centrul Europei, Editura Fundației Culturale Române, București, 178-179.
- Man, G., 2007. Biserici de lemn din Maramureș, Editura Proema, Baia Mare, 243-244.
- Șematismul Vicariatului cler al Episcopiei greco-catolice Române a Maramureșului pe anul 1939. Tipografia Surorilor Lauretane, (2011), 111.
- Eggertsson, O. & Baboș, A., 2002. În lucrarea Dendrochronological dating in Maramures with special emphases on objects from the Maramures museum in Sighetul Marmăției, Romania, Tradiții și Patrimoniu, nr. 2-3. 40-49.
- Baboș, A., 2004. Tracing a Sacred Building Tradition. Wooden Churches, Carpenters and Founders in Maramures until the Turn of the 18th Century, Lund, Sweden, 141, 214.
- Pop-Bratu, A., 1982. Pictura murală Maramureșeană, Editura Meridiane, București, 49-50.
- Dăncuș, M., 2010. Arhitectura vernaculară și alte culturi populare în colecțiile Muzeului Etnografic al Maramureșului, Editura Dacia XXI, Cluj Napoca, 42-46.
- Kacsó, C., 2011. Repertoriul arheologic al județului Maramureș, Editura Eurotip, Baia Mare, 225-227.
- Ardelean, L., 2012. Istoria economică și socială a Maramureșului între 1600-1700, Editura Etnologica, 133.
- Porumb, M., 1971. Ușile împărătești de la Oncești și Budești Susani. Contribuții privind icoanele maramureșene din sec. XVII, în Studia Universitatis, Historia, 16, fasc. 1, p.30-38.
- Baboș, A., 2000. Tracing a Sacred Building Tradition. Wooden Churches, Carpenters and Founders in Maramures until the Turn of the 18th Century, Lund, Sweden, 142.
- Baboș, A., 2007. Șura cu gard a lui Pătru Berci Albuțu. Un martor evocator al bisericii de lemn din Văleni și un document important de arhitectură sacrală maramureșeană de la începutul secolului 16. Arhitectura religioasă Medievală din Transilvania, vol. IV, Satu Mare, 233-248.
- Ivanciuc, T., 2006. Ghidul turistic al Țării Maramureșului. Editura Limes, Cluj Napoca. 146-148.
- Filipașcu, A., 2015. Enciclopedia familiilor nobile Maramureșene de origine Română. ediția II adăugită și îngrijită de Ion și Livia Piso.
- Ilieș, G., 2007. Țara Maramureșului, studiu de geografie regională. Editura Presa Universitară Clujeană, 100 p.
- Ștefănescu, I.D., 1968. Arta veche a Maramureșului, Editura Meridiane, București, 112 p.
- Faiciuc, E., 2015. Strâmtura Maramureșului, Editura Carolina, Cluj Napoca, 31 p.

Concluzii

În această lucrare am prezentat câteva aspecte referitoare la construirea cronologiei medii din inele de creștere radiale pentru stejari, colectate din nordul României, Maramureș. Cronologia a fost oferită pentru validare comunității științifice internaționale. Câteva aspecte direct legate de lemnul actual au fost detaliate pentru a justifica capacitatea cronologiei nou formate în datarea diferențiată a probelor. Unele probe, aproximativ 30% dintre cele colectate nu au putut fi datate, din motive direct condiționate de piesele de lemn investigate. Astfel, lemnul provenit din varii suprafețe de probă s-a demonstrat că se integrează bine într-o cronologie medie locală, dar rezultatele raportate la regiune nu au fost reprezentative. Mai mult, deși spațial arealul studiat este relativ restrâns, diferențe majore de răspuns la factorii climatici și chiar al tipare diferite de creștere au fost stabilite.

Cronologia medie de referință realizată a fost testată practic prin datarea unui număr de 16 biserici – monumente istorice și de patrimoniu – naționale și UNESCO, respectiv 2 case și o șură. Parte dintre aceste monumente istorice și de patrimoniu au fost datate și de Olafur Eggertsson și Alexandru Dumitru Baboș în anul 2002. În prezenta lucrare am detaliat respectivele obiective prin prezentarea unui număr mai mare de probe. Descrierea fiecărui monument analizat include toate referirile cunoscute până în prezent la obiectivul analizat. Rezultatele prezentate sub formă tabelară și grafică sunt reprezentative, evidențiind o situație încă nediscutată, dar sugerată în lucrarea Nechita și al., 2018, respectiv în majoritatea clădirilor există lemn refolosit din diverse perioade istorice. Acest fapt se datorează aspectelor de natură economică, în principiu era mult mai ieftin să se refolosească lemn deja existent din clădiri anterioare decât să se achiziționeze unul proaspăt tăiat.

Contextul istoric frământat de războaie și influențe ale stăpânilor din acele perioade au impus refacerea destul de deasă a majorității bisericilor din Maramureș. Unele au fost cumpărate din sate care au rămas cu un număr mai mic de locuitori, neputând fi susținute cheltuielile de oamenii înstăriți, fapt ce a dus la mutarea lor în alte comunități. Lemnul de foarte puține ori prezintă inele de albun, prin urmare datarea exactă a anului construcției este dificil de aproximat. Dar calitatea lemnului prezervat, resursă bogată, din diferite perioade istorice confirmă potențialul pentru continuarea studierii dendrocronologice în zonă. Mai mult, considerăm necesar prezentarea acestor informații și comunității științifice internaționale deoarece multe aspecte sunt unice în lume, recunoscute în parte prin includerea în patrimoniul UNESCO a ansamblurilor arhitecturale descrise.

Analiza paternului inelelor de creștere, denumită generic dendrocronologie, este o știință exactă folosită adesea ca instrument de datare a obiectelor din lemn. Metoda se bazează pe un principiu simplu, anume suprapunerea succesivă a paternului inelelor de creștere, care poate genera o cronologie master, ce reprezintă o referință pentru testarea probelor de lemn cu vârstă necunoscută.

Această carte urmărește dezvoltarea unui proiect științific început în urmă cu aproximativ două decenii privind datarea precisă a patrimoniului cultural din Maramureșul istoric. În acest sens, proiectul a fost continuat în ultimii ani, fiind motivați de valoarea inestimabilă a patrimoniului cultural existent în zonele cu tradiție istorică bogată. Astfel, au fost analizate particularitățile creării cronologiilor medii locale și regionale, menționându-se problemele asociate subiectului și nivelele de precizie posibile.

Cartea este organizată în secțiuni care succed în mod natural, condiționate de formarea cronologiei de referință regionale și de obiectele de patrimoniu datate. Pentru fiecare monument și obiect datat au fost menționate date istorice cunoscute, păstrându-se sensul unei direcții în care inovația și dezvoltare încă își au locul.