

A dendrokronológiáról

Morgós András

A dendrokronológia elnevezés a fa, idő és tudomány szavak görög megfelelőjéből alkotott mozaikszó. Más néven fa évgűrű datálásnak is nevezik. A dendrokronológia jelenleg a legpontosabb kormeghatározó módszer. Segítségével a fából készült tárgyak, műemlékek kora optimális esetben egy éves pontossággal meghatározható. Valójában a fa növekedésének a megszűnése, vagyis a kivágás éve esetleg évszaka is megadható akkor, ha a fa növekedésének legutolsó, vagyis a fa legkülső évgűrűje megtalálható a mintán. A kivágás éve legtöbbször egybe esik a fatárgy, épület készítésének az idejével, míg táblaképeknél, faszobroknál, bútoroknál ettől eltér, ezért ezeknél figyelembe kell venni a fa szárításának időtartamát.

1. A dendrokronológia kezdetei

A dendrokronológiát A. E. Douglas csillagász kezdte alkalmazni az 1900-as évek elején Arizonában a Tucson-i egyetemen. Pueblo indián falvak korát határozta meg ily módon. Az eljárást Európában, az 1930-as években alkalmazták először. Németországban különösen B. Huber és tanítványai fejlesztették tovább. Amíg Amerikában a dendrokronológia az ott nagyon hosszú életkort megérő tűlevelű fákra alapozódott, addig Európában elsősorban a legfontosabb épületszerkezeti faanyaggal, a tölgyvel foglalkoztak és csak másodlagosan a tűlevelűekkel. Amerikában főként az ún. jelző éveket használták fel a dendrokronológia alapjául, míg Európában az eltérő, mérsékelt égövi klímakörülmények miatt az évgűrűszélességek kimérése és összehasonlítása vált a dendrokronológia alapjává. Az 1960-as és 1970-es években dolgozták ki a dendrokronológiai kiértékelés számítógépes alapjait. Ma a számítógép a dendrokronológiai labor elengedhetetlen tartozéka.

A kutatások és a számítógéppel felgyorsított kiértékelések eredményeképpen ma már Európában több hosszú időszakot magába foglaló kronológia létezik. Az Észak-Ír tölgykronológia a jelentől Kr.e. 5452-ig (Brown és mtsai. , Pilcher és mtsai.), a Rajnai tölgykronológia a jelentől Kr.e. 8480-ig nyúlik vissza (M. Spurk, M. Friedrich).

2. A fa növekedése és a dendrokronológia elve

A fát alkotó növényi szövet különböző alakú és feladatú sejtekből áll.

A fatörzsben gyűrű alakban osztódó sejtekből álló kambiumréteg található. Az osztódó sejtek befelé a víz szállítására és szilárdításra szolgáló sejteket, kifelé pedig tápanyag szállítására alkalmas hánccsejteket hoznak létre. A téli, nyugalmi időszakkal megszakított növekedés miatt növekedési rétegek jönnek létre. Az évgűrű növekedése április elejétől szeptember végéig, október elejéig tart, ezt nevezik az ún. vegetációs periódusnak. Az évgűrű növekedése a vegetációs periódusban főként az időjárástól függ, de az előző év időjárása is lehet hatással különösen az őszi-téli szélsőséges csapadék- és hőmennyiség. A növekedési rétegek (évgűrűk) szemmel, mikroszkóppal jól elkülöníthetők, mivel a vegetációs időszak kezdetén és végén eltérő méretű sejtiszövet keletkezik. Minden nyugalmi időszakkal rendelkező éghajlati területen az említett növekedési rétegek azonosak az évi növekedéssel, ezért ezeket évgűrűknek nevezik. Az évgűrűk száma a fa korára utal.

Az évgűrűkön belül megkülönböztetünk korai és késői pásztát. A tavasszal képződő korai pászta bő üregű, vékony falú sejtjei a vegetációs szakasz elejének gyors vízszállítását szolgálják, amíg a nyár folyamán fejlődő késői pászta szűk üregű, vastag falú sejtjeinek a feladata inkább a mechanikai szilárdítás. Az említett szerkezeti eltérés miatt a laza korai pászta világosabb, a sűrű késői pászta sötétebb. (1. kép)

Az évgűrűk növekedését befolyásoló tényezők:

Belső (genetikai) tényezők: azok az örökletes tényezők, amelyek az illető fafajára jellemzők. Meghatározzák, hogy a fa milyen környezetben képes növekedni és szabályozzák a fa „válaszát” a környezeti tényezők hatására.

Külső (környezeti) tényezők

Éghajlati tényezők:

- Fény
- Hőmérséklet
- Csapadék

Időjárási tényezők:

- Tavaszi fagy
- Szárazság
- Szél hatása

Termőhelyi tényezők (a fa mikrokozmoszának hatása):

- Légnedvesség
- Talajvízszint
- A talaj tápanyagtartalma
- Kitérttség (melyik égtáj felé eső domboldalon vagy völgyben nőtt a fa?)
- Helyzet (Egymagában, erdő szélén, belsejében stb. nőtt? Erdőirtás volt-e? Erdőirtáskor a fa hirtelen magában marad, erőteljesen kezd növekedni.)
- Kártevők befolyásolják az évgyűrű vastagságát (pl. tömeges megjelenés esetén a cserebogarak a lombkorona jelentős részét eltávolítják, ezért vékonyabb évgyűrű nő)
- Tengerszint feletti magasság (minél magasabban nő a fa, annál vékonyabb évgyűrű képződik)
- Egy adott évben sokat termelt fa a következő évben vékonyabb évgyűrűt növeszt.

Természeti katasztrófák:

- Például a Krakatau (Indonézia) vulkán múlt századi kitörése következtében a légkörbe feljutott nagy mennyiségű por a sztratoszférában megkezdte a Földet és a hő sugarakat (napfényt) kiszűrve csökkent az átlaghőmérséklet.

Földön kívüli tényezők (a napfolttevékenység a döntő):

- Vannak fajok, amelyek növekedésére főként a napfolttevékenység van hatással, a termőhelyi tényezők alig befolyásolják azt (pl. jegenyefenyő). A tölgnél a helyzet éppen fordított. A napfolttevékenység az időjárást befolyásolja, így közvetlenül és közvetve is hathat.

Az évgyűrű vastagságának a kialakulása főként klimatikus tényezőktől függ. Kedvezőtlen időjárási körülmények esetén vékony, míg kedvező tényezők mellett vastag évgyűrű keletkezik. Ezért az évgyűrűnek a tanulmányozása nem csak a fa korára, hanem a növekedése alatti változó klimatikus viszonyokra is nyújt információt. Egy korlátozott földrajzi területen ugyanazon fafajta fája ugyanabban a növekedési időperiódusban hasonló évgyűrű-növekedési trendet mutat.

A dendrokronológia csak olyan famaradványok korának meghatározására alkalmas, amelyek nem folytonosan nőnek (mint ahogy a trópusi fák), hanem a növekedésük évről-évre télen leáll, és emiatt évgyűrűk keletkeznek a fa keresztmetszetében. Ez jellemző minden mérsékelt égövben növő fára. A dendrokronológiai vizsgálatok során az egyes faminták évgyűrűségeit kimérjük, és az idő (évek) függvényében ábrázoljuk. Ekkor kapjuk az ún. évgyűrűgörbét. Ugyanazon területen nőtt azonos fafajta évgyűrűgörbéi jó egyezést mutatnak különösen hosszú időt figyelembe véve. A görbe alakja jellemző arra az időperiódusra, amelyekben a fa nőtt. A kormeghatározáskor (datáláskor) a meghatározandó faminta évgyűrűségeit lemérjük, majd a görbét összehasonlítjuk egy ún. összehasonlító görbével, amit mestergörbének vagy kronológiának is hívnak. Az összehasonlító görbét a vizsgált területen növekvő, azonos fajtájú, ismert növekedési idejű fák évgyűrű vastagságainak átlagából kell összeállítani. Ahol a két görbe lefutása a legnagyobb egyezést mutatja, azon a részen a fanövekedés az ismeretlen korú fa görbéje az ismert évszámokkal rendelkező összehasonlító görbével ún. szinkron helyzetben van. Az összehasonlító görbéről leolvasható, hogy év szerint mettől meddig nőtt az ismeretlen korú fa. Az összehasonlítást a gyors eredmény miatt ma már számítógépes programmal végzik, de emellett a két grafikon vizuális összehasonlítását is el kell végezni, az eredmény ellenőrzése végett.

A dendrokronológiának három fontos alapelve van: a történelmi elv, a szinkron elv és az átlapolás elve.

Történelmi elv

Az évgyűrűt képező fák évgyűrűinek évenkénti vastagodása nem egyforma és általános esetben az időjárástól függ. Tekintettel arra, hogy az időjárás nem ismétlődik periódikusan, ezért az évgyűrűk vastagsága sem ismétlődik periódikusan, vagyis az évgyűrű-növekedés történetileg egyedi jelenség.

Szinkron elv

Két vagy több, egy időben felnövő fa évgyűrű-görbéinek lefutása nagymértékben megegyezik, vagyis szinkronban van, ha a fák azonos fajtájúak és egymáshoz közel eső helyen, azonos klímakörülmények között és a terület átlagos növekedésének megfelelően nőttek. Ebből következik, ha két fa évgyűrű-görbéinek lefutása nagymértékben egyezik, akkor azok nagy valószínűséggel egykorúak.

Átlapolás elve

Ha két különböző fa életének valamely szakasza egybeesik, akkor évgyűrűgörbéik bizonyos szakaszon azonos lefutásúak lesznek. A két görbe egyesítésével olyan görbét kapunk, amellyel a közös szakaszt időben előre és hátra meghosszabbíthatjuk. Ezzel a módszerrel a jelenlegi évtől a régmúlt idők felé felépíthetjük az ún. összehasonlító (mester) görbénket vagy kronológiánkat, ami a továbbiakban az adott területen a kormeghatározás alapja lesz.

3. A dendrokronológiát felhasználó rokon tudományágak

A dendrokronológiát felhasználó rokon tudományágak a dendroklimatológia, a dendroökológia, a dendrogeomorfológia, a dendrohidrológia és a dendroprovenancia.

Dendroklimatológia: a jelenkori és a múlt időjárási eseményeit tanulmányozza a dendrokronológia segítségével. Az időjárási (klíma) tényezőknek az évgyűrűk növekedésére gyakorolt hatását vizsgálja. Többnyire a tavaszi és őszi pászta vastagságából következtet a klímára (időjárásra).

Dendroökológia: a datált évgyűrűk segítségével az egykori környezetet tanulmányozza.

Dendrogeomorfológia: a dendrokronológia segítségével datált évgyűrűket alkalmazza történeti geológiai folyamatok, pl. gleccser-mozgások, lavina jelenségek tanulmányozására.

Dendrohidrológia: a dendrokronológia segítségével a datált évgyűrűket használja fel a hidrológia történeti

eseményeinek a vizsgálatára, pl. folyók vízhozamának, áradásoknak, a tenger vízszint változásának a tanulmányozására.

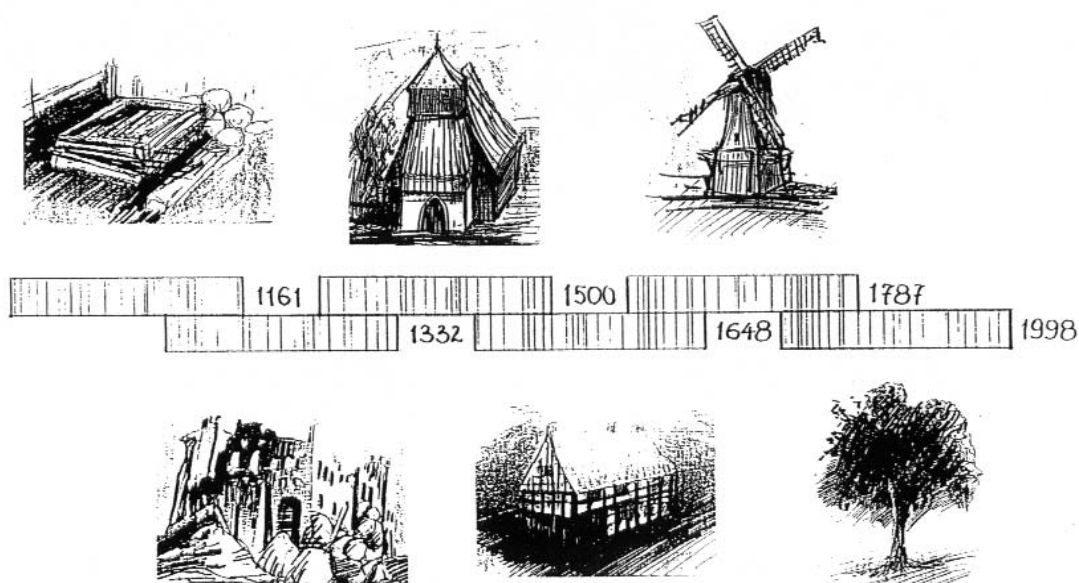
Dendroprovenancia: a dendrokronológia segítségével a faanyag földrajzi származási helyét kutatja.

4. Kronológiaépítés

A dendrokronológiai kutatások célja különböző érvényességű kronológiák összeállítása és ezek segítségével fatárgyak korának meghatározása. A dendrokronológiában a datálás azt jelenti, hogy egy adott évgyűrű konkrét korát megadjuk.

A *kronológia*, az egy, a datáláshoz felhasználható olyan évgyűrűgörbe, amit sok évgyűrűgörbe keresztdataálásával hosszabb időtartamra sikerült összeállítani. Létezik ún. *abszolút kronológia*, amikor az évszámok a jelenlegi évtől mennek vissza a múltba a kronológia kiterjedéséig. Segítségével a tárgyak pontos kora megadható. A *relatív* vagy *lebegő kronológia* a múltnak csak egy bizonyos szakaszára vonatkozik, és nincs kapcsolata a jelennek. Segítségével csak az állapítható meg, hogy egy tárgy vagy lelet (csoport) öregebb vagy fiatalabb a kiválasztotthoz képest. A leletnek a pontos (mától számított) korát a lebegő kronológia nem tudja megadni.

A kronológia építése kezdődhet a jelentől, a ma is élő fák felhasználásával, majd ezt épületekből, régészeti leletekből stb. származó minták segítségével építgetjük időben visszafelé. (1. ábra)



1. Ábra. Kronológia építése különböző helyekről és korból származó minták segítségével (Th. Wazny könyvéből)

Ma is élő fákból származó minták esetén minden évgyűrű vastagságát kívülről befelé haladva lemérjük és ábrázoljuk a fa életkor-éveinek a függvényében. Ez a vizsgált fa évgyűrűgörbéje. A mérést megismételjük sok (10-100) azonos fajtájú, közeli területről származó fa esetén. Az így kapott évgyűrűgörbéket átlagoljuk. Ekkor kapjuk az egy adott területre érvényes ún. összehasonlító vagy mester görbét (kronológiát). Az átlagolás során a fa fiatalkori évgyűrűit kihagyjuk, mivel ekkor a fa abnormálisan gyorsan nő, növekedésére az időjárás alig hat.

Hazai viszonyok között ma élő fákból az előbbi módon általában könnyen, mintegy 100 évre visszamenőleg (a tölgyeket 90-120 éves korukban vágják ki), nehezen mintegy 200-250 évre visszamenőleg lehet összehasonlító görbét készíteni, tekintettel arra, hogy az ennél idősebb fa igen ritka, többnyire védett és már nem egészséges (belseje odvas, itt évgyűrűi hiányoznak).

Az összehasonlító görbét ennél régebbre megalkotni csak a keresztátlapolás (keresztillesztés) módszerével lehetséges, ami azt jelenti, hogy olyan famintákat kell keresni, amelyek növekedésében közös időszakok találhatóak, viszont növekedésük túlnyúlik (korábban kezdődött el), mint a meglévő kronológia ideje. Ezeket felhasználva időben visszafelé kiegészíthetjük a kronológiánkat.

A kronológia egy datált és többszörösen átlagolt évgyűrűszélességeket tartalmazó görbe, melynek segítségével lehet az ismeretlen, kimért minta pontos korát meghatározni.

Ahhoz, hogy ez lehetséges legyen, létre kell hozni a *kronológia görbét, amit összehasonlító görbének vagy mester görbének is neveznek.*

Az összehasonlító ún. mester kronológia-görbe; egy sok görbe átlagolásából kapott görbe, ami vonatkozhat lelőhelyre, termőhelyre, kisebb és nagyobb területre. A mester vagy kronológia görbék egyesítik magukban mindazokat az információkat, amelyek jelen vannak a görbék egyedi egyezési részleteiben (szekvenciáiban), kiemelik a környezet klimatizációs jeleit és a fák lokális környezetének a háttér zavarait elnyomják.

Az összehasonlító (mester kronológia) görbék fontos értékmérői:

- milyen hosszú időszakra terjed ki?
- hány fa átlagából állították össze?
- földrajzilag mekkora az érvényességi területe?

Annál jobb egy kronológia görbe, ha kiterjedése az időben minél hosszabb és minél több famintán alapul.

A kronológia építés állomásai az érvényességi terület kiterjedése szerint a következők:

Egyedi fa-görbe

Egy fatörzs évgyűrűszélesség görbéje. Ha a fatörzsből több sugáriránynak megfelelően vettünk mintát, akkor ezek átlagolása lesz a fa középérték-görbe (átlagolt fagörbe). Az átlagolás alatt matematikai középérték számítást kell érteni.

Lelőhely (termőhely) kronológia

Egy adott termőhelyről, tárgyból, épületszerkezetből származó fa-görbéknek az átlagolásával készült kronológia.

Lokális (helyi) kronológia

Egy kisebb területegységen nőtt fák görbéiből átlagolt kronológia.

Regionális kronológia

Több lokális kronológiát magába foglaló egy nagyobb területre, régióra kiterjedő kronológia.

A kronológiák építése a keresztátlapolás módszerével történik. Ehhez rengeteg minta szükséges.

5. A mintavételhez leggyakrabban használt tárgytípusok csoportosítása

A dendrokronológia vizsgálatokhoz leggyakrabban a következő tárgytípusokból szoktak mintát venni.

Épületek

- Szerkezeti faelemek pl. tető- épületszerkezeti faelemek, boronafalú házak gerendái stb.
- Faburkolatok
- Padlódeszkák

Régészeti faanyagok

- Szerkezeti gerendák
- Cölöpök
- Faútmaradványok
- Hídelemek
- Kutak
- Hordók
- Hajók, csónakok, bődönhajók

Művészeti – iparművészeti tárgyak

- Szobrok
- Táblaképek
- Bútorok
- Könyvtáblák
- Hangszerek, stb.

Földtörténeti faletek

- Folyók hordalékágyaiból származó fák
- Mocsarokból származó fák
- Bányákból származó fák

Néprajzi tárgyak, eszközök

- Prések (szőlő, olaj stb.)
- Olajütő
- Malmok

Élő fák

6. A mintavétel

Kronológiák felépítéséhez, ill. dendrokronológiai vizsgálatokhoz történő mintavételkor bizonyos tényekre, körülményekre mindig figyelemmel kell lenni.

Az évgyűrűk növekedésére a genetikaitól, a környezeti tényezőkön keresztül számos egyéb tényező hat. Amennyiben a fa növekedéséhez szükséges tényezők, különösen a talajnedvesség minden évben bőven rendelkezésre állnak (pl. tó partján, patak melletti völgyben, lejtők melletti lapos területeken), a fa növekedése optimális, ezért az évgyűrűk szélessége csaknem minden évben azonos. (2. kép) Ezek a fák egységesen vagy széles, vagy keskeny évgyűrűket növesztenek, nincs változatosság az évgyűrűszélességekben. Az ilyen évgyűrű-mintázattal rendelkező fákat időjárásra érzéketlen fáknak nevezzük. A belőlük származó minták dendrokronológiai vizsgálatokra alkalmatlanok, mivel nem hordozzák magukban az időjárással kapcsolatos jelzéseket. Dendrokronológiai mérésekhez olyan faminták szükségesek, amelyek évgyűrűjeinek a növekedését az időjárási viszonyok határozták meg. Az ilyen évgyűrű-mintázattal rendelkező fák, az ún. az időjárásra érzékeny (*szenzitív*) fák, azokon a helyeken nőnek, ahol a talaj nedvessége az időjárástól függően változik. A legjobb famintákat a tapasztalat szerint rossz termőhelyen pl. sziklás talajokon, meredek hegyoldalakon lehet gyűjteni.

A famintának többnyire nem a mérete a fontos, hanem az évgyűrűk száma. A gyakorlat szerint egy 40 cm átmérőjű keresztmetszeti minta tartalmazhat 100-400 évgyűrűt, ugyanakkor egy 4 cm-es mintában is lehet akár 100-150 évgyűrű. A nagyobb átmérőjű minta többnyire jobb, mivel általában több évgyűrűt tartalmaz. A dendrokronológiai vizsgálatok szempontjából legjobbak a 100-nál is több évgyűrűt tartalmazó minták. Amennyiben az adott időperiódusra létezik arra a területre érvényes megbízható kronológia az 50 évnél több évgyűrűt tartalmazó minta általában jól datálható. Ásatáson gyakran nem lehet megállapítani egy-egy lelet évgyűrűinek a számát, ezért célszerű minden faanyagot megfelelően tárolva elraktározni és később megvizsgálni. Célszerű továbbá az ásatáson előkerült

minden fából mintát venni, tekintettel arra, hogy egy kis darab fa is lehet kiemelkedő fontosságú, pl. ha két évgyűrűsorozatot köt össze.

A fa mellett a faszén is mérhető, ezért megőrzése, vizsgálata fontos.

A leggyakoribb mintaféleség a keresztmetszeti minta pl. szelet, törzskorong, melyet a tárgy vagy a fatörzs fűrészsel történő átvágásával nyernek. A teljes fa-keresztmetszetet magában foglaló szelet előnye, hogy több irányban mérhetjük a mintát - általában a legjobb növesi ill. a legkisebb növesi (húzott-, nyomott) és az ezekre merőleges irányokban - ami javítja a mérések megbízhatóságát. Az adatokat átlagolva pontosabb képet kaphatunk a fa növekedéséről.

Amennyiben megmunkált faanyag kerül elő pl. gerenda, deszka, abból keresztmetszeti mintát vágnak ki fűrészsel.

A keresztmetszeti minta kifűrészelése a fatárgy roncsolásával jár. Ez azonban általában nem megengedhető. Ilyenkor az évgyűrűméréshez más technikát kell alkalmaznunk, pl. a helyszínen kézi lupéval történő kimérést, röntgen vagy tomográfus vizsgálatokat, vagy egyéb speciális technikákat.

A keresztmetszeti minták felületén az évgyűrűket csi-polírozás esetleg polírozás után lehet mérni.

6.1. Mintavétel régészeti faleletekből

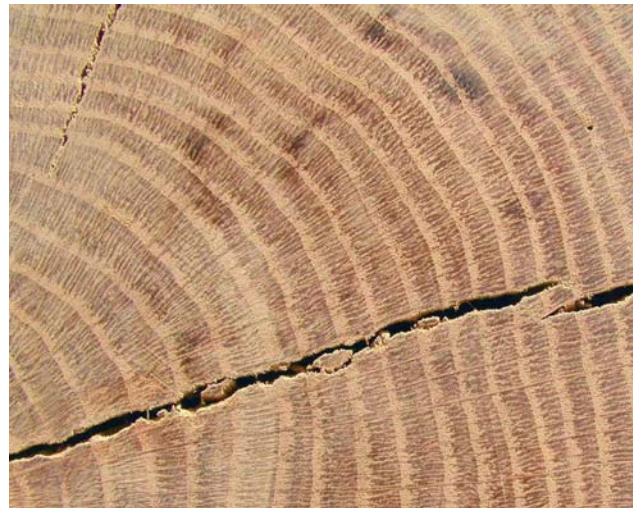
Jó állapotú gerendákból, törzsekből szalaggal történő körültekerés után levágható egy keresztmetszeti szeletminta. Ezt követően ragasztószalaggal meg kell erősíteni a mintát körben, vagy rongyba kell tekerni és nedves minta esetén nedvesítéssel, locsolással védeni a kiszáradástól. Célszerű a mintát műanyag fóliába helyezni és lehegeszteni. A faszén minták előnye, hogy nem száradnak ki.

A sokszor puha ásatási faanyag mintavételekor óvatosan kell eljárni, mivel a fa felülete könnyen sérül, lemorzsolódik. Ha egy évgyűrűt elvesztünk, az együtt jár azzal, hogy egy évet is veszünk. Különösen fontos, ha a mintán még a kéreg is megvan, mivel ez adja meg a kivágásának/felhasználásának a pontos évét!

Vizes, régészeti faanyagok könnyen tönkre mehetnek a kiszáradásuk során. Olyan nagymérvű alak és méretváltozáson, repedezésen mennek keresztül a minták, hogy mérhetetlenné válnak, teljesen megsemmisülnek. Kiszáradásuk meggátolható víz alatt tartással, nylon zsákban, zacskóban való elhelyezéssel, fóliába történő lehegesztéssel, vagy szabadtéren a mintavételig a lelet állandó nedvesen tartásával, locsolásával és fóliával történő takarásával. Az algásodás



1. kép. Tölgyfa minta mikroszkópos képe 20x nagyításban. A felvételen látható az évgűrűk bő üregűtavaszi sejtjei és a szűk üregűnyári sejtjei. Jól látható a mikroszkópos vizsgálathoz vágással kialakított éles felület, amit két oldalról durva fűrészelt felület fog közre.



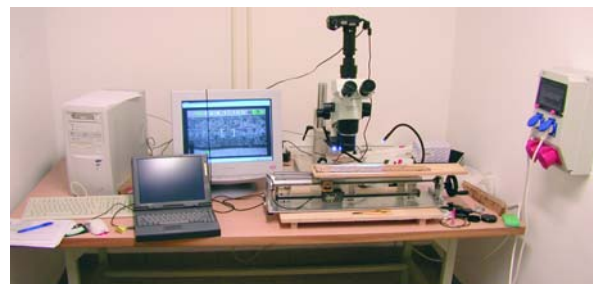
2. kép. Vizes termőhelyen nőtt tölgyfa évgűrűi csaknem azonos vastagságúak, a növekedésre az időjárás nincs hatással



3. kép. Mintavétel fűrással élő fából



4. kép. Száraz faanyagokból pálca-minta vételére alkalmas fűrők



5. kép. Évgűrűmérő berendezés számítógéppel összekötve (MNM)

elkerülése végett a vizes mintákat sötét helyen kell tartani. Fontos és szükséges a minták folyamatos gondosan végzett ellenőrzése.

A nedves környezet kedvez a biológiai károsítóknak, főként gombák, baktériumok megtelepedésének. Ezért nedves mintát a tárolásakor fertőtlenítőszerrel kell kezelni (pl. jól bevált a Microbicides DP III – a Rohm and Haas Co. terméke).

Az alacsony hőmérséklet pl. hűtőben tartás csökkentheti a biológiai károsítás veszélyét. Egyesek a mélyhűtőben való lefagyasztást ajánlják. Ez előnnyel és hátránnyal is rendelkezik. Előnye, hogy különösen a külső részükön puha, sérülékeny mintákat a kifagyasztott jég megszilárdítja, így azok kevésbé sérülnek mechanikai behatásra, a külső farészek, amelyek a datáláshoz a legfontosabbak, jobban megmaradnak. Ilyen módszer nem alkalmazható nagyon erősen lebontódott vizes faanyagoknál, amennyiben a mintát még a későbbiekben konzerválni kell. Az említett esetben a faanyag szerkezete annyira lebontódott, hogy mechanikai ellenállóképessége már nincs, és fagyasztáskor a víznél lejátszódó nagy térfogatnövekedés feszítő hatása miatt a látszólag még meglévő, a formáját még tartó sejtszerkezet teljesen szétszakad és szétesik a jég elolvadása után.

A mintákat az általános régészeti gyakorlatnak megfelelően időtállóan és vízállóan feliratozni kell és különös gonddal (puha, pl. buborékfólia, papírvatta, szivacs stb.) ágy - kell szállítani.

Régészeti faminták előkészítése a méréshez:

A régészeti faminták felülete többnyire a talajból származó vastartalom miatt sötét, feketés (a fában lévő cersav reagál a vas ionokkal és vasgallusz-tinta keletkezik). Az évgyűrűk jobban láthatók, ha a minta felületét halványítjuk, vagy a felület pórusaiba fehér port, pl. krétát dörzsölünk.

Világos fáknál, pl. fenyő, hárs jobban látható az évgyűrű ha a felületbe fekete port pl. szénport dörzsölünk. Ezt inkább száraz faminta esetén szokták alkalmazni.

Erősen besötétedett (főként régészeti) faminták halványítása történhet oxálsavval, citromsavval vagy EDTE vizes oldatával, mely megköti a mintában lévő vassókat.

A vizes faminták, (régészeti faanyagok) felülete általában puha és sérülékeny a lebontódás miatt, ezért nehéz megmunkálni. Mélyhűtőben történő kifagyasztás után azonban jól vágható éles szerszámmal, pl. tapétakéssel, zsilettel. Fagyasztás nélkül a minta puha, legfontosabb külső részei megsemmisülnek. A fagyasztóból kivéve, kis várakozás után, a minta felülete kicsit „megenged” és a vágást ekkor kell kez-

deni. Újabban folyékony levegőt, vagy cseppfolyós nitrogént öntenek a vízzel telítődött mintára, ettől a puha fafelület megfagy és megfelelő idő után éles pengével, tapétakéssel vágható.

Száraz faminták felülete a kiválasztott mérési irányokban éles tapétakéssel, vonókéssel, kézi gyaluval, csiszolással és ezek kombinációjával munkálható meg. A legszebb vágási felületet nagyon éles tapétakéssel lehet elérni. A nagyobb évgyűrű szélességű, keményebb tölgynél a vágás előtt a felületet forró vízzel kell nedvesíteni, vagy vizes rongyon keresztül forró vasalóval átgőzölni, majd ezt követően tapétakéssel a felület könnyebben megmunkálható.

Fehér krétával, krétopporral vagy világos fáknál szénporral történő bedörzsölés az évgyűrűket jobban láthatóvá teszi.

A csiszolás fapora a fasejtek üregeit többnyire eltömi, nem nagyon ajánlott módszer.

Ha ilyen felülettel találkozunk, mérés előtt feltétlenül erős szívású porszívóval a csiszolatport el kell távolítani, vagy a felületet tapétakéssel át kell metszeni.

Ha a mintán a mérendő keresztmetszeti felületet vágással alakítjuk ki, lehetőleg kerülni kell a csomós, deformált évgyűrű-mintázatú helyeket. Különös figyelmet kell fordítani, hogy a kéreg ill. szíjácsrész a művelet során megmaradjon, mert ennek jelenléte a pontos datálás elengedhetetlen feltétele. Ilyen helyen a vágást lehetőleg kívülről befelé és nem fordítva végezzük, mert így nem sérül a külső rész!

Az első vágás, a keresztmetszeti felület kialakítása után általában szükséges egy második vágás is. Ezt célszerű a vágóeszközt (tapétakés, borotvapenge) 45°-os szögben tartva végezni, mivel így sérülnek és deformálódnak a legkevésbé a csőszerű sejtek.

A szenesedett faminták többnyire kis méretűek és nagyon törékenyek, ezért az előzőekben vázolt preparálási technikákat nem bírják ki. Az ilyen mintákat kézbe véve a megfelelő szögben eltörve szokták a méréshez előkészíteni. Amennyiben ez a megoldás nem megfelelő, akkor benzines paraffinnal, vagy viaszszerű poli(etilén-glikol) oldattal itatják át, majd a száradást követően nagyon éles pengével metszik.

6.2. Élő fából fúrással végzett mintavétel

Élő fából speciális, ún. növedékfúró vagy Pressler fúró (increment borer, Zuwachsborer) segítségével vesznek mintát. Nem szerencsés a mintavétel olyan termőhelyről, ahol az évgyűrű mintázat valamilyen okból deformált.

A fából a növedékfúró belső átmérőjének megfelelő (általában 5 mm körüli) átmérőjű pálcát veszünk ki.

Egy erdő területéről célszerű mintegy 25-30 fűrt mintát venni. Ebből a gyakorlat szerint mintegy 20-22 lesz használható. A fatörzsből a mintát lehetőleg 1.5 m magasság fölött kell venni, mivel a tőhöz közeli fatörzsrész kicsit másképp nő! (3. kép)

A növedékfűró különösen jó minőségű, nagy igénybevételnek is ellenálló acélból készül. Legjobban a svéd mintavevő fűrók terjedtek el, a Haglöf, Mora, Mattson, Djos és a finn Suunto. A fűrók különböző belső átmérővel (általában 4 -12 mm) a különböző hosszban (általában 100 - 1000 mm) készülnek. Leggyakrabban a 350-500 mm hosszú és az 5 mm körüli belső átmérővel rendelkezőket használják. Egyes fűróknál az acélra egy teflonréteget is felvisznek, hogy könnyebben lehessen, pl. gyantás fát megfűrni. A tapasztalat szerint a teflonréteg a nagy igénybevétel miatt általában hamar lekopik.

A fűrók két vagy három vágóéllal készülnek. A kétélű lassabban és nagyobb erővel hatol be a fába (pl. a kétélű, 5 mm átmérőjű pálcat kivevő Mora márkájú fűró 8 mm-t hatol be egy körültekerésre), így alkalmasabb keményfákra pl. tölgyre. Az ugyanilyen háromélű gyorsabban hatol be a fába (12 mm-t egy körülfordításra). A behatolás 300 mm mélység esetén 66%-al gyorsabb, mint a kétélűnél). A háromélű alkalmasabb lágyfákra pl. fenyőkre. A hosszabb fűrókat az élettartamuk megnövelése végett általában csak kétélű változatban gyártják.

A fűró három részből áll, a tekerőnyélből, a fűrószárból és a mintát kivevő túbóból. Ezeket egymásba helyezve tárolják. A fűráskor a tüt eltávolítják a fűrószárból, a szárat a nyélre felhelyezik és fűrószárat kicsúszás ellen a betolható rögzítő-lemezkével rögzítik.

Fűráskor a szükséges mintavételi irányt kiválasztva lehetőleg a fa belét célozzuk meg a fűróval, törekedve, hogy a fára ill. az évgyűrűkre merőlegesen hatoljon be. Ha a fa bele feltételezhetően excentrikusan helyezkedik el (pl. meredek hegyoldalon nőtt fa stb.), akkor a bél feltételezett helye felé irányítjuk a fűrót. A fűrót először a fára erőteljesen rányomva kell az első 2-3 cm-ig behajtani. A fűrást könnyebb elindítani ha a kéreg egyik mélyebb barázdájában kezdjük. Ezt követően egyenesen hajtva, nyomás nélkül lehet a fűrást végezni a megfelelő mélység eléréséig. A fűrást az óramutató járásának megfelelően végezzük. A fűrószárat nem szabad lefelé vagy oldal irányban elhajtítani, mivel ez a fűró töréséhez vezethet. Miután a fűró a megfelelő mélységig behatolt, a hajtószárat vízszintesen állítjuk és a „kivevő acél nyelvet” (tüt) az árkával fölfelé óvatosan betoljuk. Ezt követően határozott

mozdulattal visszafelé tekerünk egy fél fordulatot, majd ugyanennyit a másik irányba. Ekkor a kifűrt pálca belső végén a recézett végű kivevő nyelv megszorul, és a famintát letöri, így a nyelvvel együtt a pálca-minta óvatosan kihúzható. A fűrót csak a furatmag kivételekor szabad az óramutató járásával ellenkező irányba tekerni, korábban nem, mert ez a minta esetleges letöréséhez vezethet. A kivevő tú cakkos kiképzésű vége megtartja a mintát, mely a túból kis nyomással eltávolítható. A furatmag-mintákat vagy erre a célra készített mintatartóba helyezük, vagy egyszerűen széles öntapadós műanyag ragasztószalag közepére helyezük, és a szalag oldalait összehajtva rögzítjük. Célszerű a kifűrt magminta bélhez közelebb eső végét színes filccel megjelölni, úgy hogy 3-4 cm-es vonalat húzunk a minta oldalára.

A fűrót a fűrás végeztével rögtön ki kell hajtani a fából, mert annak sebbenövesztő ellenreakciója hatására fa úgy rászorul, hogy a kivétel csaknem lehetetlenné válik. A kiforgatást egyenesen kell végezni, kerülve a hirtelen mozdulatokat, mert ekkor a fűróél a kialakított járatból könnyen kiszakad, és egy helyben forog. Ezért figyelni kell, hogy a kihajtásnál a fűrószár jön-e kifelé. Szükség esetén ragasztószalag darabkát ragasztunk fel a fűrószárra a fa kérgénél és figyeljük ennek eltávolodását a kéregtől. Amennyiben nem jönne, akkor kifelé erősen húzva és lassan forgatva új járatot kell vágni a fűróélnak és utána már kihajtható.

Nagyon fontos, hogy a kivevő nyelvnek élesnek kell lennie, hogy könnyen be lehessen tolni a kifűrt mag mellé a fűrószárba.

A fűró vágóélét és a kivevő nyelvet időnként élezni kell. A fűró akkor elég éles, ha egymásra helyezett írópapírlapokat egy körültekeréssel átvág.

A jó működés miatt a fűrót és a tartozékait mindig tisztán kell tartani. Elcsomagolása előtt meg kell tisztítani és WDF 40-el áttörölni. Ha a fűró megrozsdásodna finom acélgyapottal áttisztítható, majd be kell olajozni. Erre a célra jól bevált a korróziót gátló anyagot is tartalmazó WD-40 (gyártó: WD-40 Company Ltd. PO Box 440, Kiln Farm, Milton Keynes, MKII 3LF, England, www.wd40.com). Csiszolópapírt ne használjunk a tisztításhoz.

Fűrásos mintavételhez mindig két kivevő nyelvet (tüt) tanácsos magunkkal vinni, mert ha az egyik beletörik akkor a másikkal tudunk további mintákat venni.

Fűrás előtt a fűrószárat viasszal, vajjal, olajjal, krémmel vagy WDF 40-el kell bekenni, hogy könnyebb legyen a fűrás. A fűróélet védő műanyagcsapkát a fűrószár végére fel kell helyezni az elcsomagoláskor, hogy véd-

jük a vágóélet. Vigyázni kell arra, hogy szállításkor, terepi munkán a vágóéi ne ütődjön más fémtárgyhoz, pl. a tekerőnyélhez.

A tekerő nyelet nem ajánlatos a fűrés megkönnyítése céljából meghosszabbítani, ugyancsak nem szabad elektromos fűróba befogni a fűrószárat, tekintettel arra, hogy kézzel történő behajtásra készült.

A fűrészt célszerű a fák nyugalmi időszakában, télen végezni. A többi időszakban a fűrés nehezebb. Széles évgyűrűket tartalmazó gyűrűslikacsú lombosfa, pl. tölgyfa keményebb, ezért fűrésze nehezebb, mint a keskeny évgyűrűket tartalmazó puhábbé. Fenyőknél a helyzet fordított.

Nem ajánlatos ferdén álló fákat ill. olyan fákat megfűrésni, amelyekben feltételezhetően belső korhadás, üregek találhatóak. A korhadás, üreg kívülről sokszor nem látható, többnyire csak arról vesszük észre, ha a fűréskor a korhadt rész elérésekor a fűró betekerése nagyon megkönnyebbedik, sokszor egy helyben forog. Nem tanácsos ilyenkor a fűrészt befelé tovább hajtani, mert a kivételekor nehézségek adódhatnak. Ilyenkor a kitekeréskor a fűró gyakran nem

talál vissza a befűréskor kialakított menetes járatba, csak egy helyben forog, és nem jön kifelé. A fűró kivétele, ha egyáltalán lehetséges csak erős húzás közbeni tekeréssel történhet. Ennek következtében esetleg a fűró sérülhet.

A fűrónak mindig élesnek és tisztának kell lenni, ahhoz hogy jól tudjuk használni. A fűrók élezésére speciális élesítő készlet kapható. Ez általában olajat, méhviaszt és kétféle fenőkövet tartalmaz. A fenőkövek közül az egyik kúpos, ez a fűró belső élének élezéséhez szolgál, a másik pedig lapos. A méhviasz a fűró élének a védelmére és kenésére szolgál a fűréskor. Egy jól karbantartott fűró 1 000 -2 000 vagy akár még ennél több fűrészt is kibír.

Tanácsos a fűrés magmintákat frissen kimérni, mert a minta deformálódik, vetemedik. Ha a magminta a rögzítésére használt ragasztószalagtól nehezen választható el, meleg vízbe helyezés megkönnyíti a ragasztószalag leválasztását.

Sokszor hasznos mintavételkor, ha tudjuk, hogy milyen fatörzs esetén hány évgyűrűt tartalmazó mintára számíthatunk. Ebben segít eligazodni az 1. táblázat.

Átlagos évgyűrűvastagság	Életkor	A fatörzs átmérője	A fatörzs kerülete
0.1 mm	50 év	1 cm	3.14 cm
	100 év	2 cm	6.28 cm
	200 év	4 cm	12.56 cm
0.5 mm	50 év	5 cm	15.7 cm
	100 év	10 cm	31.4 cm
	200 év	20 cm	62.8 cm
0.75 mm	50 év	7.5 cm	23.55 cm
	100 év	15 cm	47.1 cm
	200 év	30 cm	94.2 cm
1 mm	50 év	10 cm	31.4 cm
	100 év	20 cm	62.8 cm
	200 év	40 cm	125.6 cm
1.5 mm	50 év	15 cm	47.1 cm
	100 év	30 cm	94.2 cm
	200 év	60 cm	188.4 cm
2 mm	50 év	20 cm	62.8 cm
	100 év	40 cm	125.6 cm
	200 év	80 cm	251.2 cm
3 mm	50 év	30 cm	94.1 cm
	100 év	60 cm	188.4 cm
	200 év	120 cm	376.8 cm
4 mm	50 év	40 cm	125.6 cm
	100 év	80 cm	251.2 cm
	200 év	160 cm	502.4 cm
5 mm	50 év	50 cm	157 cm
	100 év	100 cm	314 cm
	200 év	200 cm	628 cm
10 mm	50 év	100 cm	314 cm
	100 év	200 cm	628 cm
	200 év	400 cm	1256 cm

1. Táblázat. Afa átlagos évgyűrűvastagsága és életkora szerint a fatörzs elméletileg számított átmérője és kerülete

Élő fákból fűrt minta megvédése és tárolása a leg-egyszerűbben úgy oldható meg, hogy a fűrást követően a magmintát rögtön egy, a mintánál hosszabb, széles, öntapadós, a csomagolástechnikában használt ragasztószalag közepére helyezjük, majd a szalagot ráhajtuk és összenyomkodjuk. Ez védi a mintát a töréstől, az elmozdulástól és a kiszáradástól. Az így csomagolt mintákat a fűrás helyszínén egy levágott tetejű műanyag palackban gyűjtjük. A méréskor a mintákról éles tapétakéssel a ragasztószalagot levágjuk. A mintákat átmérőjüknel kicsit szélesebb árkot tartalmazó falpra ragasztjuk, úgy, hogy a pálca-minta felső része kicsit kiálljon. A kiálló rész pengével, gyaluval, esetleg csiszolópapírral történő megmunkálása után a mérés elvégezhető.

6.3. Száraz faanyagból, épületből vett minták

Szerencsés esetben az épület faszervezetéből lehetséges keresztmetszeti minta levágása. Műemlékekből, múzeumi tárgyakkól legtöbbször nem lehet mintát levágni, ezért ilyen esetben a kis sérülést okozó fűrásos mintavételhez folyamodunk.

A kiszáradt faanyagokból, pl. épületszerkezetekből történő fűrásos mintavételhez elektromos fűrőgépbe fogott, speciális kiképzésű vágóélű fűrő szükséges.

Az angliai Sheffield kutatólabor munkatársai például fűrészfogélú csőfűrőt használnak. A fűrást lassan kell végezni, közben a fűrőt időnként ki kell húzni a fából és a forgácsot a lyukból spray-flakonból származó sűrített levegővel ki kell fújni. A mintavétel során ezt többször meg kell ismételni.

A fűrást 750-1000 W-os elektromos vagy akkumulátoros fűrőgép segítségével végzik. A mintavételkor különösen kell ügyelni a külső évgyűrűkre, hogy ezek épségben megmaradjanak, mivel ezek segítségével lehet kormeghatározást elvégezni. A fűrás megkezdésekor ezek nagyon könnyen megsemmisülhetnek. Ennek kiküszöbölésére vagy egy a fűrő belső átmérőjének megfelelő kis bütyköt (pl. polctartó bütyök) fogatnak fel a fára csavar vagy szög segítségével, ami megvezeti a fűrőt és így elkerülhető a fűrő kezdeti „lötyögése”, aminek következtében megsemmisülne a külső évgyűrűket tartalmazó felületi farész. A fűrő külső átmérőjének megfelelő, a fűrőt körülvevő karmantyú (a fára rögzített, a fűrő átmérőjének megfelelő furatot tartalmazó keményfa deszkadarab) is megfelelő.

A fűrt magminta felületét általában előzetes nedvesítés után tapétakéssel lehet „megválni” a méréshez.

7. Az évgyűrűszélesség mérése

A mérést mozgatható kocsi-val megfelelő érzékenysé- gű hosszúságmérővel ellátott speciális mérőasztalon végezzük.

A mérés során az évgyűrűket sztereo mikroszkóp segítségével vizsgáljuk, hogy az évgyűrűhatár a tavaszi és a nyári sejtek eltérő mérete alapján is világosan felismerhető legyen. A mérőasztal számítógéppel van összekötve, ami speciálisan írt dendrokronológiai program segítségével rögzíti és feldolgozza a mérési adatokat. Egyes megoldásoknál a mikroszkóp által mutatott képet monitorra viszik és a mérés során az egyik évgyűrűről a másikra történő átállást ezen követik. Ennek előnye, hogy a szem kevésbé fárad el, mintha a képet mikroszkópon keresztül követjük. (5. kép)

A minta felületének az előkészítése után minden egyes évgyűrű szélességének a kimérését kívülről a legfiatalabb évgyűrűtől, a kéregtől a bél felé haladva a legbelső, legöregebb évgyűrűig 0,01 mm pontossággal végezzük.

A méréskor ráállunk az első évgyűrűre, majd a nyomógombbal „lenullázzuk” a mérőasztalt, innen átállva a mérőasztallal a második évgyűrű határára újból lenyomjuk a nyomógombot. Ennek hatására a mért érték a számítógépbe kerül. A mérést tovább folytatva lemérjük a mintán található évgyűrűk szélességét. A számítógép minden minta mérési eredményét egy-egy fájlban rögzíti.

Méréskor a mérési eredmények könnyebb ellenőrizhetősége miatt a famintán minden tizedik évgyűrűt egy ponttal, minden ötvenediket két ponttal minden századikat 3 ponttal jelölünk meg. Régészeti puha, vizes fa esetén a jelölést gombostűvel vagy rovartüvel, amíg száraz faminta esetén filctollal vagy ceruzával végezzük.

Ugyanazon a mintán, ha több irányban mérünk, a mérések átlagát vesszük.

Az évgyűrűszélességek kimérésekor figyelemmel kell lenni a következőkre:

- Az évgyűrűkre mindig merőlegesen (a legrövidebb távolságon) kell mérni az évgyűrű-szélességet, mert ez adja meg az évi növekedést. Ha nem így végezzük, akkor hibás adatot mérünk. Ugyanígy kell eljárni ha az évgyűrűk deformáltak. Tölgy esetében régi mérési szabály, hogy a bélsugár mentén kell a mérést elvégezni! (A bélsugár iránya kicsit eltérhet a fa keresztmetszeti sugárirányától.) Ez a legrövidebb távolság, ami egyébként merőleges is!

- Esetenként előfordulhat, hogy a fa egy évben két évgyűrűt is növeszt. Ez az ún. álévgyűrű a lombozot tönkretévő tényezők miatt áll elő, pl. többnyire

kései fagyok, levélrágó rovarok, tűz vagy rendkívül száraz nyár miatt. Ez általában csak a törzs egyik felén félhold alakban fejlődik ki. Méréskor ezt az évgyűrűt figyelmen kívül kell hagyni. Az álévgyűrű képződése jegenyefenyőnél, lucfenyőnél és bükknél aránylag gyakori, viszont tölgy esetében szinte sosem fordul elő.

8. A mérési adatok feldolgozása

A mérési eredményeket olyan grafikonon ábrázoljuk, amelynek az ordinátája (y tengelye) az évgyűrűszélességek (általában századmilliméterekben) tízes alapú logaritmusát tartalmazza és az abcissa (x tengely) az éveket. Azért ábrázolják logaritmikus léptékben, hogy a növekedési minimumok jobban kiugorjanak. Ilyen feldolgozás mellett két olyan fa is jól összehasonlítható, amelyeknél az évgyűrűk abszolút vastagsága jelentősen különbözik, viszont az egymást követő évgyűrűk vastagságának változása mindkét mintán azonos.

Ezt az egyedi görbét vetjük össze az ún. összehasonlító görbével, hogy a fa korát meghatározzuk.

A datáláshoz két feltétel szükséges:

- Összehasonlító (vonatkoztatási) évgyűrű-görbe megléte, ami a jelen időtől legalább addig az időig megy vissza, amikor a fa nőtt.
- A datálandó fa évgyűrűgörbéje teljesen egyértelmű együttlutást (szinkronfekvést) mutasson a vonatkoztatási évgyűrűgörbével.

Tekintettel a fa éves növekedését befolyásoló sokrétű hatásra két egykorú fa évgyűrűgörbéi között sem várható el teljes egyezés. A dendrokronológia az évgyűrű görbék összehasonlításakor vizsgálja, hogy az egyezés elégséges e vagy nem a datáláshoz. Ezt a vizsgálatot a számítógép nagyon megkönnyíti. Azonban mindig szükséges, hogy átvilágító asztalon vizuálisan is tanulmányozzuk, hogy az összehasonlítandó görbék helyzete szinkronfekvésnek elfogadható, vagy elvetendő.

A legtöbb laboratórium a megbízhatóság fokozása miatt három eljárás kombinációját használja a dendrokronológiai kiértékelés során. Ezek a következők:

- Vizuális egyezés keresése
- Számítógépes statisztikai teszt (t-érték számítása)
- Próba-ellenőrzés.

Számítógépes egyezés keresése

A gyakorlatban nagyon gyorsan lehet számítógépes program segítségével két görbe közötti egyezéseket felfedezni. A két összehasonlítandó évgyűrűszé-

lességeket tartalmazó görbének megfelelő két fájl behívjuk a számítógépbe és egy speciális program segítségével összehasonlítjuk. Az egyezések keresésére a programok az ún. t-érték számítását használják.

A t-érték és a számítógépes egyezés keresése

A statisztikai Student-féle t-teszt a dendrokronológiában is alkalmazott olyan teszt, amelyik két évgyűrűgörbe hasonlóságát számítja ki egy korrelációs koefficiens (r) segítségével. A számítógépes programmal végzett számítás egyszerű és gyors. Ezzel a módszerrel könnyen megtalálható a két görbe szinkronfekvése. Segítségével az egyezések keresése felgyorsítható és a vizuális egyezés is gyorsabban kontrollálható. Baillie és Pilcher szerint $t = 3,5$ -nél nagyobb értékek esetén keresztegyezés (szinkronfekvés) várható. A $t = 3,5$ esetén statisztikailag 1000 esetből csak egyben várható téves illesztés.

A számítógép segítségével kimutatott egyezéseket azonban vizuálisan mindig ellenőrizni kell, mielőtt az egyezést elfogadjuk. A szem még a legjobb számítógépes programoknál is sokkal érzékenyebben képes a görbe-mintázatban az egyezéseket felfedezni.

Vizuális egyezés keresése

A mérési eredményeket a számítógép grafikon formájában kinyomtatja. A kérdéses grafikont minden egyes más grafikonnal összehasonlítjuk egy átvilágító asztalon, a grafikonok egymásra helyezése után. Ekkor láthatóvá válnak az esetleges egyezések, amelyek egyidőben történt növekedésre utalhatnak. Az egy helyről vagy egy szerkezetből, épületből származó faminták görbéit először egymással kell összevetni és csak utána szabad egy lelőhely görbévé (site master) átlagolni, tekintettel arra, hogy ezek feltehetőleg egy erdőterületről származnak.

Próba-ellenőrzés

A próba-ellenőrzést minden laboratórium alkalmazza. Ennek lényege, hogy ha egy évgyűrűszélesség sorozat (grafikon vagy részlete) egyezését vizsgáljuk egy második és egy harmadik grafikonnal, akkor, ha az évgyűrűsorozat és a második grafikonnal között egyezés áll fenn, abban az esetben a harmadikkal is meg kell egyezzen. Hasonlóan, ha egy negyedik megegyezik az elsővel, akkor meg kell, egyezzen a másodikkal és a harmadikkal is.

Elvégezve a próbát a kérdéses évgyűrűszélesség sorozattal, ha a harmadik megegyezik az elsővel, de nem egyezik a másodikkal, akkor valami hibás és minden egyezést újra át kell vizsgálni.

Nagyon fontos, hogy minden egyes új mester kronológia próbáját el kell végezni a korábban kialakítottal! A próba elfogadása nem garantálja, hogy a mester kronológia/görbe minden egyes szekvenciája teljesen megegyezik. A kronológia még valószínűleg használható datáláshoz akkor is, ha pl. tíz szekvenciából három elhelyezése hibás.

9. Összegzés

A dendrokronológia célja a fából készült tárgyak datálása (kormeghatározása). Ehhez szükséges az adott területre érvényes ún. kronológia-görbe felállítás, ami az adott területről származó azonos fafajú minták kimért, ugyanazon évhez tartozó évgyűrűszelvényeinek átlagértékéhez konkrét (ismert) évszámokat rendel.

Magyarországon dendrokronológiával alig foglalkoztak, ezért nem rendelkezünk hosszabb időszakokra visszanyúló kronológiával. Nem ismert azt sem, hogy az esetleges kronológiák érvényességének a kiterjedési területe mekkora. Jelenlegi ismereteink szerint a tőlünk messzebb fekvő német, svájci, lengyel területeken összeállított kronológiák - nem érvényesek Magyarországon.

Az élő fákból vett minták segítségével az elmúlt 150-200 évre érvényes kronológia görbék állíthatók össze. Ennél régebbre csak a ma még meglévő vastag faanyagot tartalmazó épületek, boronafalú házak, szőlőprések gerendáiból, régészeti leletekből stb. származó minták segítségével lehet a görbét felépíteni. Épített faemlékekből vett mintákkal Magyarországon a 18., esetleg a 17. századig állítható össze kronológiai görbe, korábbi évszázadokból már csak elvétve található, így jóformán csak régészeti feltárások során előkerülő faletek vizsgálhatók. Sajnos Magyarországon ezek sem olyan gyakoriak, mint Nyugat-Európában, ezért az előkerülő összes régészeti falet dendrokronológiai feldolgozása különösen fontos. Ha a régészeti faletek a feltárást követően kiszáradnak - nem kerülnek nedvesen konzerválásra - az esetek többségében száradás során végbemenő abnormális méretváltozások, kialakuló feszültségek miatt szétesnek, megsemmisülnek, mintavételre alkalmatlanná válnak. Magyarországon a feltárt, vastagabb (több évgyűrűt tartalmazó- régészeti faletek (pl. gerendák, dorongút-maradványok, cölöpök stb.) elenyésző része kerül konzerválásra, ezért ezekből az ásatás alatt mintát kell venni a vizsgálatokhoz.

Száraz faanyagok közül tetőszerkezetekben a 17. század előtti idokból csekély számban maradtak fel gerendák, a 17.-19. századi eredeti elemek száma nagyobb. A gerendák fokozott veszélynek vannak kitéve, mert a rossz állapotúakat az épületek felújításakor meg gondolás nélkül (nem ismerve pótolhatatlan dendrokronológiai információhordozóértéküket) újakra cserélik, a régit kidobják, elégetik. Magyarországon és Kelet-Közép-Európában ma még nem elfogadott szabály, hogy a műemléki épületek farészeit, a korábbi évszázadokra vonatkozó történelmi klíma-információkat őrző faelemeket csak mintavétel után lehessen kidobni.

A különböző vidékekre jellemző kronológiák elkészítése érdekében kérjük informáljanak, ha bármilyen korú, sok évgyűrűt tartalmazó tölgy vagy fenyőfatárgyról, régészeti leletről, ma is élő illetve korábban kiszáradt famatuzsálemről vagy felújítás alatt lévő műemlék épületekből származó, a megsemmisülés veszélyének kitétt vastag gerendákról szereznek tudomást.

Irodalom:

Douglass, A.E.: A method of estimating rainfall by the growth of trees. In: *The Climatic Factor* 1914. 192. pp. 101-122.

Douglass, A. E.: The secret of the Southwest solved by talkative tree rings. *Nat. Geogr. Mag.* 1929. 54. pp. 737-770.

Douglass, A. E.: Dating Pueblo Bonito and other ruins of the Southwest, Washington, *Nat. Geogr. Soc., Pueblo Bonito Ser.* 1. 1935. pp.1-74.

Douglass, A.E.: Climatic cycles and tree-growth, *Cramer Lehre* (New impression of the work of 1919. p. 127., 1928. p. 166., 1936. p.171.) 1971.

Huber, B.: Aufbau einer mitteleuropäischen Jahrring-Chronologie. *Mitt. H. G. Akad deutsch. Forstwiss.* 3. 1941. pp. 137-142.

Huber, B.: Über die Sicherheit jahrringchronologischer Datierung. In: *Holz als Roh- und Werkstoff* 6. 1943. pp. 263-268.

Huber, B. - Jazewitsch, W.v. - John, A. - Wellenhofer, W.: Jahrringchronologie der Spessarteichen. In: *Forstwissenschaftliches Centralblatt* 68. 1949. pp. 706-715.

Huber, B. - Siebenlist, V.: Das Watterbacher Haus im Odenwald, ein wichtiges Brückenstück unserer tausendjährigen Eichenchronologie. In: *Mitt. Floristisch soziologischen Arbeitsgemeinschaft N.F.* Heft 10. 1963. pp. 256-260.

Huber, B. - Merz, W.: Jahrringchronologische Synchronisierungen der jungsteinzeitlichen Siedlungen Thayngen-Weier und Burgäschisee-Süd und -Südwest. In: *Germania* 41. 1963. pp.1-9.

Huber, B.: Seeberg, Burgäschisee-Süd, Dendrochronologie. In: *Acta Bernensia* 2. 1967. pp. 145-156.

Huber, B.: Dendrochronologie, in: *Handbuch der Mikroskopie in der Technik* 5. Teil 1. Frankfurt, 1970. pp.171-211.

Brown, D.M. - Munro, M.A.R. - Baillie, M. G. L. - Pilcher, J. R.: Dendrochronology - the absolute Irish standard. *Radiocarbon* 28(2A). 1986. pp.279-283.

Brown, D.M. - Baillie, M.G.L.: Construction and dating of a 5000 year English bog oak tree-ring chronology, in *Tree rings and environment. LUNDQUA report*, 34. 1992. pp.72-75.

Pilcher, J.R. - Baillie, M.G.L. - Schmidt, B. - Becker, B.: A 7272-year tree-ring chronology for western Europe *Nature* 312. 1984: 150-152.

Pilcher, J.R. - Baillie, M.G.L. - Brown, D.M. - McCormac, F.G. - MacSweeney, P.B., - McLawrence, A.S.: Dendrochronology of subfossil pine in the north of Ireland. *J. Ecol.* 83. 1995. pp.665-71.

Baillie, M.G.L. - Pilcher, J R: A simple crossdating program for tree-ring research. *Tree Ring Bulletin*, 33. 1973. pp.7-14.

Baillie, M.G.L.: A slice through time - Dendrochronology and precision dating. London, B.T. Batsford Ltd., 1995. pp.1-176.

Dr. Morgós András

Főosztályvezető

Magyar Nemzeti Múzeum

1088 Budapest Múzeum krt. 14-16.