

# *Letokruhy*

## *jako kalendář i záznamník*

Zajímavosti  
z dendrochronologie

Josef Kyncl











The background of the cover is a close-up photograph of a tree trunk's cross-section, showing distinct concentric growth rings. A large, dark green, semi-transparent geometric shape, resembling a stylized leaf or a shield, is overlaid on the right side of the image. The title and subtitle are printed in white, sans-serif font within this green area.

# *Letokruhy*

*jako kalendář  
i záznamník*

Zajímavosti  
z dendrochronologie

Josef Kyncl

Grada Publishing



Vydání této publikace podpořily  
Lesy ČR, s.p.

**Ing. Josef Kyncl**

## **Letokruhy jako kalendář i záznamník Zajímavosti z dendrochronologie**

Vydala Grada Publishing, a.s.

U Průhonu 22, Praha 7

obchod@grada.cz, www.grada.cz

tel.: +420 234 264 401, fax: +420 234 264 400

jako svou 6441. publikaci

Odpovědná redaktorka Helga Jindrová

Návrh obálky, grafická úprava a sazba Michal Dusil

Fotografie v knize Josef Kyncl, uvedení autoři a veřejnoprávní subjekty

Perokresby Tadeáš Kyncl

Fotografie na obálce Depositphotos

Počet stran 144

První vydání, Praha 2017

Vytiskly Tiskárny Havlíčkův Brod, a.s.

© Grada Publishing, a.s., 2017

Cover Design © Michal Dusil, 2017

### **Upozornění pro čtenáře a uživatele této knihy**

Všechna práva vyhrazena. Žádná část této tištěné či elektronické knihy nesmí být reprodukována a šířena v papírové, elektronické či jiné podobě bez předchozího písemného souhlasu nakladatele. Neoprávněné užití této knihy bude trestně stíháno.

Názvy produktů, firem apod. použité v knize mohou být ochrannými známkami nebo registrovanými ochrannými známkami příslušných vlastníků.

978-80-271-9548-0 (pdf)

978-80-271-0198-6 (print)



# Obsah

Úvod.....	7
1. Základy.....	10
2. Cesta do minulosti – Evropa.....	27
3. Řez časem u nás.....	41
4. Cíl: Velká Morava a dále do minulosti.....	59
5. ...a ještě dále na východ.....	68
6. Američané byli první.....	78
7. Až do doby ledové.....	86
8. Kronika klimatu.....	90
9. Stopa minulosti.....	102
10. Zápisy katastrof.....	115
11. Rekordy v říši stromů.....	120
12. Dendrochronologická matematika.....	128
Prameny, zdroje, poznámky.....	137

# Úvod

Tato kniha je věnována dendrochronologii, to jest dešifrování a čtení záznamu obsaženého v letokruzích stromů. Je to už pěkně starý obor lidského bádání. Od prvního pokusu o čtení tohoto přírodního rébusu uplyne letos 110 let, od pokusu o první dendrochronologické datování v Evropě 88 let, od prvního vstupu oboru na naše území 73 let, od začátku rozvoje do té doby netušených možností využití letokruhuvé analýzy 40 let, od zahájení běžného datovacího servisu u nás 22 let. Je paradoxem, že zatímco jsou výsledky letokruhuových analýz již běžně využívány třeba v památkové péči nebo praktické ekologii či lesnictví a výsledky jsou tématem mnoha zahraničních publikací, zpráv či posudků, v českém jazyce doposud kromě stručných textů v odborném tisku<sup>1</sup> a vysokoškolských skriptech<sup>2</sup> zatím nevyšlo žádné vědecké kompendium a ani populárně-naučná knížka pro širokou veřejnost. Já se nyní pokouším o to druhé.

Dějiny rozvoje lidského poznání mají svá kouzla. Jedním z nich je půvab detektivky. Znalci tohoto žánru vědí, že správná detektivka musí být bohatá na nečekané zvraty, překvapivé objevy, ale i zklamání, dostane-li se pátrání do slepé uličky, a zase návraty vedoucí k cíli někdy přímo, někdy složitými oklikami. Vývoj dendrochronologie má prvky právě takového kouzla. A mne potkalo to štěstí, stát se jedním z těch, kteří se trochu podíleli na luštění a využívání toho zapeklitého letokruhuového záznamu, nebo se alespoň stali svědky toho dechberoucího rozvoje v rámci Evropy i světa. Dostal jsem zkrátka příležitost stát se takovým malým a příznámým se, občas i dost nešikovným Mr. Watsonem (kdepak Sherlockem Holmesem – tím byli a jsou jiní) dendrochronologie v Čechách, na Moravě a trochu i na Slovensku a Ukrajině. Hovořím-li o štěstí, míním to doslova. Nebylo mou zásluhou, ocitnout se ve správný čas na tom správném místě. Proto cítím závazek vůči všem ostatním okolo – touto knížkou se chci podělit o celé to dobrodružství, ať už jsem je prožil, nebo jen pozoroval.

Z mnoha směrů využití tohoto tajemného oboru jmenuji alespoň čtyři, které měly donedávna punc neuvěřitelná:

- **přesné datování letokruhů použitého dřeva**, roku skácení zdrojového stromu a tím i vzniku stavební konstrukce nebo předmětu běžné spotřeby, a to s přesností na jeden rok nebo i vyšší; rozsah použitelnosti v ČR běžně zhruba 1000 let do minulosti, při splnění zvláštních podmínek i mnoha tisíc let zpět; pro tento způsob využití letokruhuové analýzy začal být v poslední době užíván termín „**dendroarcheologie**“;

- sestavení letokruhových chronologií, vytvoření „**datovacích kalendářů**“, u některých druhů dřevin a některých oblastí již více než 12tisíc let do minulosti;
- **rekonstrukce klimatu** dřívějších období, od současnosti až do závěru doby ledové;
- **odhalování dávných katastrof**, jejichž přesnější popis nebo datování se nedostalo do psané historie.

Už z rozsahu výčtu je zřejmé, že se tak široké pole nemůže vejít do jedné útlé knížky. Proto zdůrazňuji: **Tato kniha není učebnicí dendrochronologie, není vyčerpávající odbornou příručkou, která obsáhne všechny její metody a aplikace.** Je jen mým pohledem na historii a současný rozvoj letokruhové analýzy. Jsem jejím autorem, ale reálně pouhým spoluautorem mého syna **Tomáše Kyncla**<sup>3</sup>, který se na díle, zde představeném v kapitolách 3 a 5, podílel mnohem více než polovinou, avšak nepřeje si do předkládané knihy autorsky vstoupit. A upozorňuji: Kdekoli v té „trojce a pětce“ použiji jméno Tomáš, mám vždy na mysli právě jeho. A osobní zájmeno **my** tam znamená vždy „**já a Tomáš**“, nebo spíše, mnohem častěji „**Tomáš a já**“.

Několik dat: Dendrochronologií jsem se začal zabývat v polovině 80. let minulého století, poté, kdy **Jaroslav Dobrý**<sup>4</sup> v roce 1985 založil na Botanickém ústavu tehdejší ČSAV v Průhonických laboratořích a já se k němu přidal. Náplní postupně budované laboratoře zprvu nebylo datování, ale ekologické aplikace. Teprve roku 1995 bylo možno začít s datováním historického dřeva. To už byl úkol osobně pro mne. Pro období 1996–97 a 1998–99 jsem získal podporu Grantové agentury ČR<sup>5</sup>, zaměřenou na sestavení standardních chronologií základních dřevin. Úkol byl splněn a od druhé poloviny 90. let začalo pracoviště běžně poskytovat datovací servis. Roku 2000 jsem odchodem do důchodu ukončil svoji činnost v Botanickém ústavu a zřídil jsem v Brně svoji laboratoř, zaměřenou specificky na datování dřeva. Ta existuje dodnes a nese název DendroLab Brno.

Kolega Jaroslav Dobrý mezitím pokračoval ve směru ekologických aplikací, a to také na americkém kontinentu, v Rocky Mountains Britské Kolumbie v Kanadě. V letech 1985 až 1989 působil na University of British Columbia ve Vancouveru. Roku 1990 odešel do důchodu a založil soukromou laboratoř, nyní nazvanou DendroLab Praha, která je zaměřena na datování dřeva a její zvláštní specializací je datování objektů z raného středověku Prahy.

Tomáš Kyncl byl v letech 1999 až 2004 pracovníkem průhonické laboratoře, roku 2004 vstoupil do DendroLab Brno jako samostatný podnikatelský subjekt. Počínaje rokem 2005 se intenzivně zabývá servisem datování dřeva, zejména dřevěných konstrukcí historických objektů u nás a na Slovensku. V současné době je koordinátorem sestavování standardních chronologií jehličnanů pro všechny laboratoře ČR. Pracovní program DendroLab Brno je samozřejmě významně ovlivněn skutečností, že jde o subjekt na podnikatelské bázi, bez jakýchkoli příspěvků od státu. Naším chlebem je datování dřeva na zakázku a základní výzkum, na kterém se podílíme, je naším příspěvkem české vědě.

Uvedená pracoviště nejsou prvními v Československu, pokud jde o studium letokruhů. Již v úvodu musím zmínit laboratoř pro dendroekologii při Výzkumném ústavu lesního hospodářství a myslivosti ve Zbraslavi-Strnadlech, založenou **Bohuslavem Vinšem**<sup>6</sup> již v padesátých letech minulého století, která se stala průkopnickým pracovištěm využití letokruhové analýzy pro detekci poškození lesů průmyslovými imisemi, byť se, kromě výjimek, přímo datováním nezabývala. Koho však musím jmenovat již zde, je předčasně zesnulá **Jitka Dvorská-Vrbová**<sup>7</sup>, tvůrkyně základů naší nejdelší standardní chronologie, dnes



již 2150leté souvislé chronologie dubu – zejména její „velkomoravské“ části. V oboru aktivně působila v letech 1997 až 2001 a stala se zakladatelkou významného, dnes asi nejaktivnějšího českého pracoviště, které je po několika organizačních změnách ukotveno v Mendelově univerzitě. Velké dílo, které během pouhých čtyř let vytvořila, je tomu krátkému času naprosto neúměrné. Práce její a jejích následovníků je obsahem kapitoly 4.

Díkem jsem zavázán Jitčíným následovníkům, především **Michalu Rybníčkoví**<sup>8</sup> a **Tomáši Kolářovi**<sup>9</sup> za rady a poznámky k předkládané knize a také za zajímavé obrazové dokumenty o jejich „lovu“ na to nejstarší dřevo. Obzvlášť ale děkuji americkému dendrochronologovi **Henri Grissino-Mayerovi**<sup>10</sup>, znalci nejstarších stromů světa, jejich chronologií a aplikací plynoucích z jejich poznání. Poskytl pro tuto knihu celou sérii nenahraditelných pohledů do prostředí těch stařešinů z říše stromů a umožnil mi publikovat vše, o co jsem požádal. Díky jsem rovněž zavázán znalci ukrajinské dřevěné sakrální architektury **Pavlu M. Fedakovi**<sup>11</sup>, který mne doprovázel na mé dlouhé pouti po zakarpatských dřevěných kostelících, a islandskému dendrochronologovi **Ólafuru Eggertssonovi**<sup>12</sup> za poskytnutí dat jím vytvořené chronologie dubu severního Rumunska.

Je ale ještě jedna velká skupina spolutvůrců. Ty vyjmenovat nemohu, je jich příliš mnoho. Jsou to pracovníci státní památkové péče, soukromé subjekty zabývající se průzkumem historických staveb, archeologové, konzervátoři muzeí, restaurátoři, kulturní historici... Jsou pro nás nepostradatelní. Žádné datování se neobejde bez odborného zadání otázek a bez odborného rozčlenění objektu či popisu nálezové situace v případě archeologického výzkumu. Takže, díky jim všem teď můžeme začít číst v letokruzích. Základem každého čtení je abeceda. O ní bude první kapitola...

Brno, listopad 2016

Josef Kyncl

# 1 Základy

## Stále širší pole

Zakladatelé letokruhové analýzy se od počátku zaměřovali na dva cíle. Jedním z nich byla rekonstrukce či poznání nějakého dění v minulosti (což byl ostatně i hlavní motiv skutečného otce-zakladatele oboru i americké školy A. E. Douglassa), tím druhým přesné datování vzniku určitého díla, velmi často historické nebo prehistorické dřevěné konstrukce či předmětu (to bylo prvotním motivem zakladatele evropské školy B. Hubera). Okruh otázek, na který mohla analýza letokruhů odpovědět, se během zhruba posledních sta let neustále rozšiřoval, v posledním čtvrtstoletí přímo explozivně, a zároveň se postupně zcela setřely někdejší rozdíly v metodickém přístupu obou škol. Proto se široké pole dendrochronologie v současnosti rozděluje na několik dílčích specializovaných podoborů:

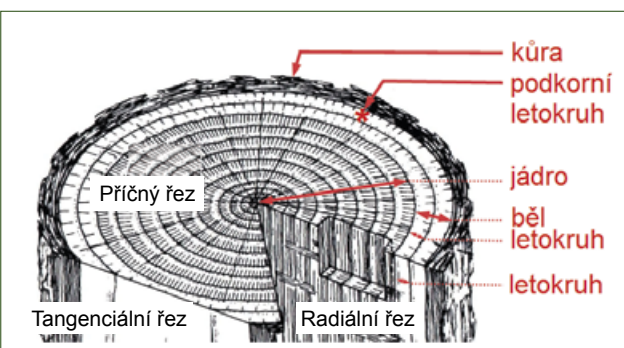
- **datování jakéhokoliv díla ze dřeva** – podmínkou pro stanovení stáří díla je již sestavená standardní chronologie pro co nejdější období a pro příslušnou dřevinu a oblast – tento požadavek platí i pro další body tohoto výčtu;
- **hodnocení změn stavu ekosystémů**, často vlivem lidské činnosti a jejich rekonstrukce – dendroekologie, jejíž součástí je i následující bod;
- **rekonstrukce klimatu** a jeho změn v čase, a to i globálních – dendroklimatologie;
- **poznání historie geomorfologických změn** vázaných na dílčí plochy, např. svahových sesuvů – dendrogeomorfologie;
- **poznání historie biogenních škod v lese**, např. přemnožením hmyzích škůdců,
- **rekonstrukce struktury lesa** v minulosti, např. pralesů v době počátků jejich využívání,
- **datování geofyzikálních událostí**, které zanechávají odraz ve struktuře letokruhu, např. větších sopečných erupcí, někdy se vztahem k historii humánních katastrof.

Omlouvám se čtenářů: Hovořím o standardní chronologii jako o nejdůležitější podmínce skoro všech výše uvedených aplikací, aniž bych ji nějak definoval. Rychle to napravím hned v následujících odstavcích.



## Každý rok je jiný

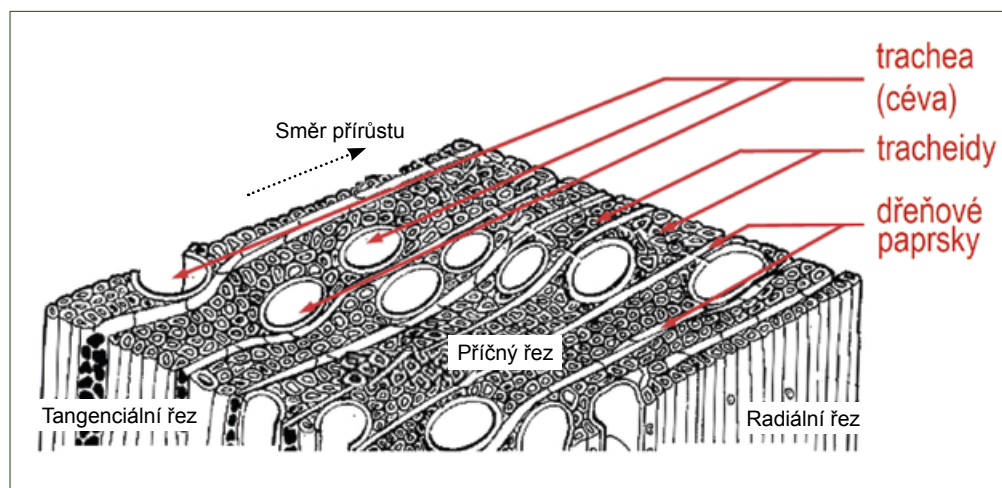
Jeden z principů dendrochronologie vidíme již prvním pohledem na každý trochu zachovalejší pařez v lese: každý letokruh je trochu jiný. Jinačnost letokruhů může spočívat ve více vlastnostech (a nejedna z nich se v dendrochronologii využívá), nás ale teď a v naprosto převažující části této knihy bude zajímat jen jedna jediná charakteristika, a to **šířka letokruhu**. Dříve však, než začneme letokruhy měřit, podívejme se na obr. 1.1, na podstatu té zdánlivě samozřejmé vlastnosti dřeva – na **letokruhovou strukturu**.



Letokruh je odrazem pravidelného střídání období aktivní vegetace a vegetačního klidu. V podnebí mírného pásu představuje období vegetačního klidu zima. V globálním měřítku to ovšem není jediný model vztahu prostředí–letokruhu, o těch exotických pouze následující zmínka:

- Dřevo bez letokruhů je odpověď na celý rok neměnné, tzn. stacionární klima. Absence letokruhů je typická pro většinu dřevin tropických deštných lesů, třeba balzu původem z tropů Jižní Ameriky, nebo některé nám známé pokojové rostliny, např. fíkovníky *Ficus elastica* (obr. 1.2) nebo *F. benjamina* původem z tropické Asie.
- Letokruh nebo jeho zdánlivá obdoba odráží periodicitu nebo nepravidelné kolísání suchého a vlhkého počasí. Tento jev je typický pro mnohé dřeviny afrických savan, např. akácie, jež jsou za sucha opadavé a do vegetačního klidu upadají často i vícekrát za rok.

**Obr. 1.1** Schematický řez kmenem. Rozdělení dřeva na **jádro** – obvykle tmavší vnitřní část, a **běl**, mnohdy světlejší vnější část, se týká jen některých druhů dřevin z jehličnanů, např. borovice a modřín, z listnáčů zejména dubu.

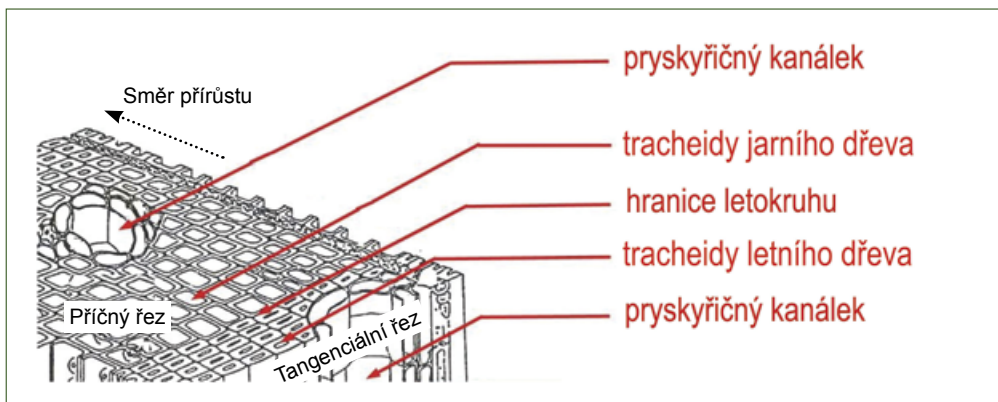


**Obr. 1.2** Ukázka dřeva bez letokruhů: tropický fíkovník *Ficus elastica*, u nás často pěstovaný jako pokojová rostlina.

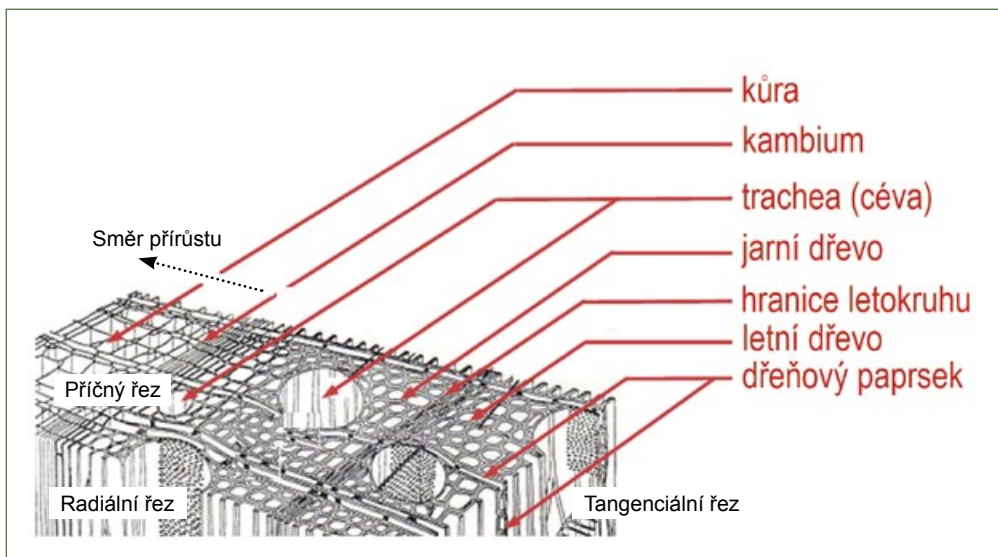
## LETOKRUHY JAKO KALENDÁŘ I ZÁZNAMNÍK

■ Existuje ale i případ přesně opačný. V Amazonii, v oblasti pravidelných záplav, rostou dřeviny, např. *Tabebuia barbata* z čeledi trubáčovitých, které při záplavě shodí listy a upadnou do vegetačního klidu. Tím sníží nároky na kyslík a uchrání své kořeny před „utopením“.

Ale vraťme se domů. Důkladnější pohled nám ukáže, že hranice letokruhu je viditelná, protože je rozhraním mezi dvěma typy dřeva, tak jak je během vegetačního období vytváří dělivé pletivo zvané **kambium**. Jde o **dřevo jarní**, jímž zjara tvorba dřeva začíná, a **dřevo letní**, kterým v létě pokračuje



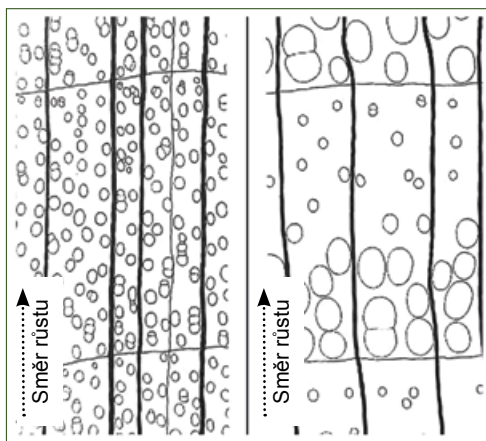
**Obr. 1.3** Anatomická stavba dřeva jehličnanu. Povšimněte si zejména hranice letokruhu, rozhraní mezi letním dřevem předchozího roku a jarním dřevem roku následujícího.



**Obr. 1.4** Anatomická stavba dřeva listnáče s roztroušeně pórovitou stavbou. Na první pohled je vidět, že oproti dřevu jehličnanů je dřevních elementů mnohem více. Hranice letokruhů, pro nás důležitý jev, je ale vytvářena obdobně.



a na podzim končí. Na obr. 1.3 a 1.4 vidíme, že svými základními elementy se dřevo listnáčů a jehličnanů docela liší. U jehličnanů jsou tou základní materiál **tracheidy** – trubice zajišťující dopravu minerálních živin od kořenů do koruny. V časném dřevě jsou široké, v pozdním úzké. Listnáče mají svislých vodivých pletiv více. Kromě tracheid jsou to zejména tracheje (cévy), mnohem silnější trubice, na příčném řezu viditelné jako **póry**. Ty jsou

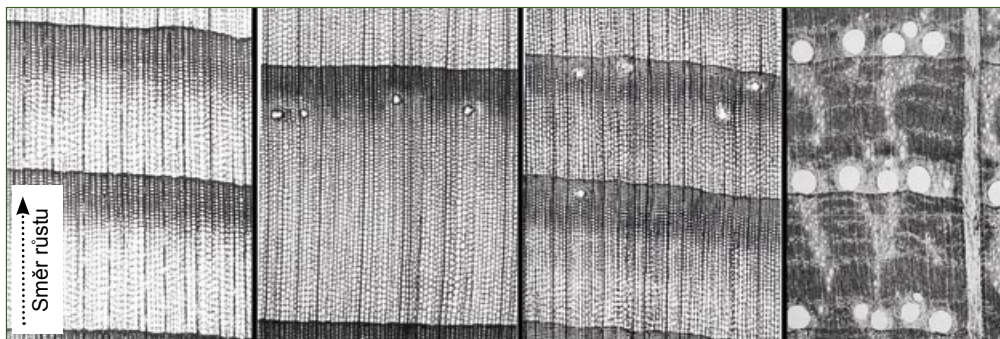


**Obr. 1.5** Rozdělení dřev listnáčů podle frekvence pórů (tzn. průřezů cév). Vlevo dřevo s roztroušeně pórovitou, vpravo s kruhovitě pórovitou strukturou. Při dané orientaci obrázku dřevo přirůstá zdola nahoru.

buďto rozptýlené v celém letokruhu – jde o dřeviny s **roztroušeně pórovitou** stavbou dřeva, nebo jsou nahlučené v jarní části letokruhu, kde tvoří jakýsi kruh – to jsou dřeviny s **kruhovitě pórovitou** stavbou dřeva (obr. 1.5). A jak dřevo vypadá pod mikroskopem „doopravdy“, vidíme na obr. 1.6.

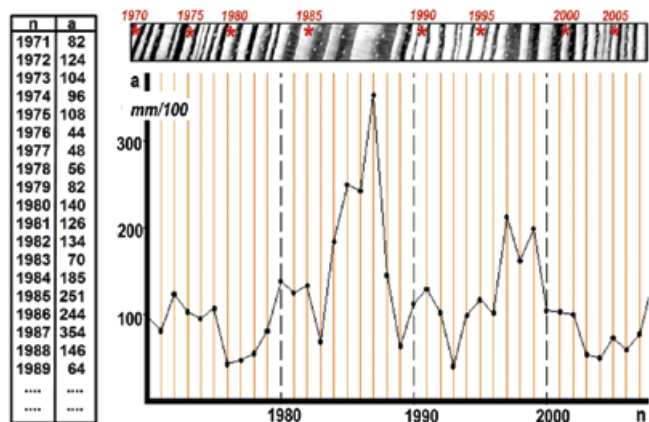
Měříme-li šířky letokruhů v tom pořadí, jak narůstaly, tedy od středu kmene směrem k obvodu, obdržíme řadu čísel, **letokruhovou řadu**. Letokruhovou řadu můžeme vyjádřit grafem, a to způsobem používaným téměř od počátku dendrochronologie: vodorovná osa je osou času, svislá je osou šířek letokruhů. Tomuto grafickému záznamu tradičně říkáme **letokruhová křivka**. Ukázkou bude již náhodně vybraný případ na obr. 1.7. Už první pohled na graf nám sděluje, že ona jinakost letokruhů, tak jak po sobě v řadě následují, je nejvíce markantní právě v grafickém zobrazení.

Na počátku dendrochronologie vědce zajímala otázka: co je příčinou oně jinakosti? Je nahodilá nebo je odrazem něčeho, co na strom během jeho života působilo? První část odpovědi podá porovnání letokruhových křivek více stromů téhož druhu rostoucích na tomtéž místě. Vždy se ukáže, že si jsou více či méně podobné, byť ne úplně shodné. To vede k logickému závěru: Tvorba letokruhů musela být ovlivněna i něčím společným pro celou

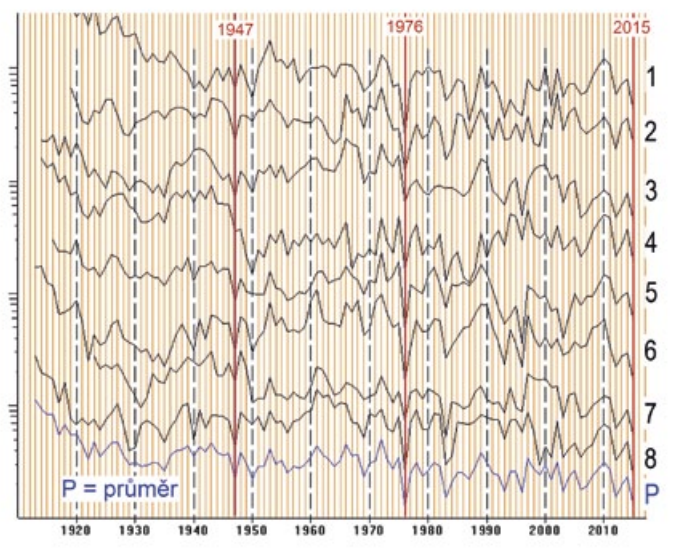


**Obr. 1.6** Pro dendrochronologii nejdůležitější čtyři dřeviny, zleva doprava: jedle, smrk, borovice a dub, při asi 20násobném zvětšení. Povšimněte si pryskyřičných kanálek (těch světlých kroužků u jehličnanů): u jedle chybí, u smrku a borovice se poněkud liší velikostí a tvarem.

## LETOKRUHY JAKO KALENDÁŘ I ZÁZNAMNÍK



**Obr. 1.7** Tatáž letokruhov $\acute{a}$  řada v různých formách zápisu: fotografie, tabulka, graf (letokruhov $\acute{a}$  křivka). Šířky letokruhů jsou důsledně vyjadřovány v setinách milimetru. (Zdroj: borovice z okraje parku Wilsonův les, Brno, ul. Tichého)



**Obr. 1.8** Průměrná letokruhov $\acute{a}$  řada a jejích osm zdrojových stromů (borový porost, Omice u Brna). Červeně jsou vyznačené význačné signatury „V“: 1947, 1976, i ta poslední, zatím bez druhého ramene, vytvořená rekordně suchým rokem 2015.

skupinu stromů. Zatím ještě nevíme, co to bylo. Logicky přemýšlíme: To, co mají všechny letokruhov $\acute{e}$  řady společné, pokládejme za **signál**, vše ostatní, čím se naopak vzájemně liší, za **šum**. A nabízí se další krok: **signál co nejvíce zesílit, šum co nejvíce potlačit**. Tento postup je jedním ze základních úkonů dendrochronologie, je součástí jejího principu. Pro to se u něj trochu zdržíme.

## Dobývání signálu

Síto na oddělení signálu a šumu hledali všichni zakladatelé, jakmile zjistili, že podobnost letokruhov $\acute{y}$ ch řad v rámci téhož místa a času opravdu existuje. To nejjednodušší řešení našli vcelku snadno. Je jím výpočet průměrné šířky letokruhu pro každý kalendářní rok celého souboru stromů příslušného druhu a místa. Čím více jedinců do výpočtu vstoupí, tím spolehlivěji se jejich individuální zvláštnosti – zdroj šumu – vytratí. A to, co zbude, je signál. Tím čistší, čím více jedinců do výpočtu vstoupilo.

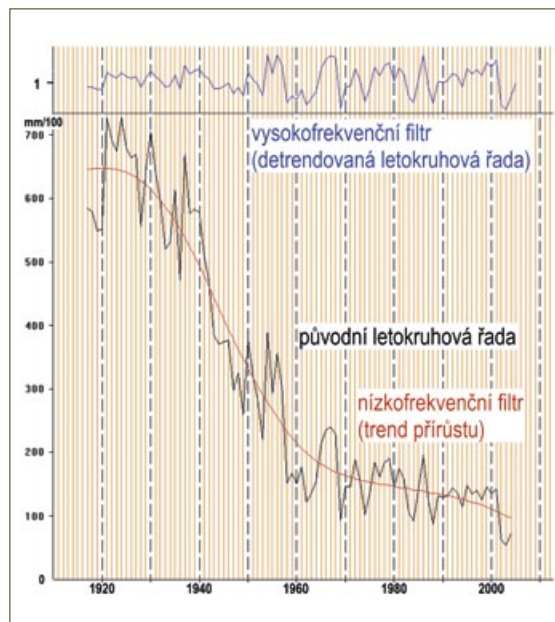
Ukažme si to na konkrétním případu. Začali jsme borovíci, tedy u ní zatím zůstaneme; a zůstaňme věrni i oblasti jižní Moravy. Předkládám letokruhov $\acute{e}$  řady osmi stromů borového porostu v Omicích na Moravě (obr. 1.8); je to onen porost, který vidíme z vlaku, jedeme-li z Brna do Třebíče nebo do Jihlavy, na sever od trati hned před zastávkou Omice na Moravě. Zcela dole, vykreslenou modře, vidíme průměrnou letokruhov $\acute{u}$  řadu celého souboru. Ta je jeho sku-



tečným extraktem – společné znaky zesiluje, individuální tlumí. Takže obzvláště zesílila ostrý pík směrem dolů v letech 1947 a 1976 (předem prozrazují: byla to léta s extrémně suchým jarem a létem). Obzvláště charakteristické tvary letokruhových křivek označujeme termínem **signatura**. V tomto případě jde o **signaturu „V“** (má tvar písmena V). Právě popsany postup dále v textu nazýváme průměrováním (sumarizací) letokruhových řad, jehož výsledkem je **průměrná letokruhová řada**, zobrazená jako **průměrná letokruhová křivka**.

V naznačeném postupu lze pokračovat o stupeň výše. Stejně tak, jako jsme si seřadili letokruhové řady jednotlivých stromů a nakonec získali průměrnou letokruhovou řadu jejich stanoviště, můžeme si seřadit průměrné řady celých lesních porostů určité oblasti a určitého druhu dřeviny. Tím získáme letokruhovou řadu očištěnou i od místních odchylek jednotlivých dílčích lokalit, tedy letokruhovou řadu celé širší oblasti. Ta ještě silněji vyjadřuje to, co mají stromy určitého druhu pro celou oblast společně, a má tedy obzvláště silný **společný signál**. Práce s takto vyčištěným signálem patří k běžné praxi při datování pomocí dendrochronologie. Konečným výsledkem sumarizace velkého množství letokruhových řad je **standardní chronologie**, vztahující se vždy k určité dřevině, určité oblasti a určitému časovému rozsahu.

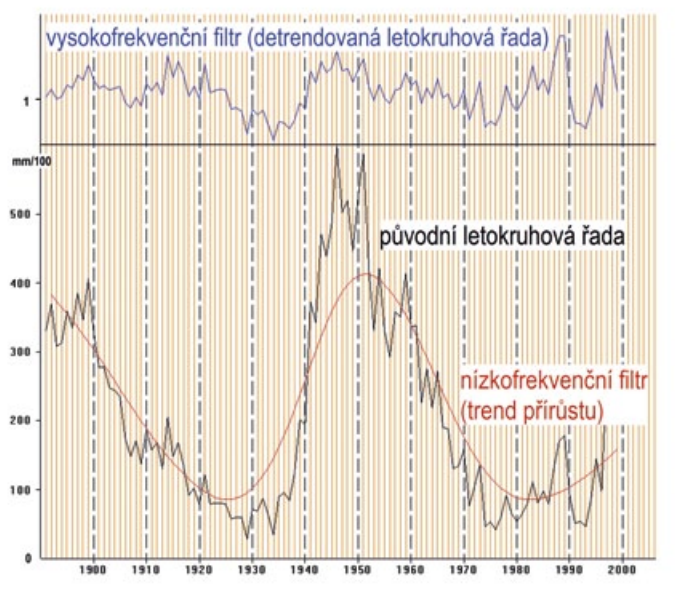
Nakonec nám zbývá ještě jedna odbočka do říše matematiky. Zbývá nám tu přece jenom ještě jeden zatraceně nepříjemný šum. Takový, který pouhou sumarizací, zvláště u stejnověkého porostu, jen tak snadno neodstraníme. Je jím odraz věku stromu v letokruhové řadě. Pohled na zachovalější pařež po starším stromu nám často ukáže, že letokruhy v blízkosti středu jsou nápadně širší než ty bližší k okraji. Zřetelněji tento efekt vidíme na letokruhové křivce; jako ukázkou jsem vybral jeden asi 90letý smrk z kopců nad Valašskými Klobouky (obr. 1.9). Z dolního grafu lze vyčíst, že v mládí se šířka letokruhů stromu pohybovala někde mezi 4 a 7 mm, u čtyřicetiletého ještě mezi 2 a 3 mm, po



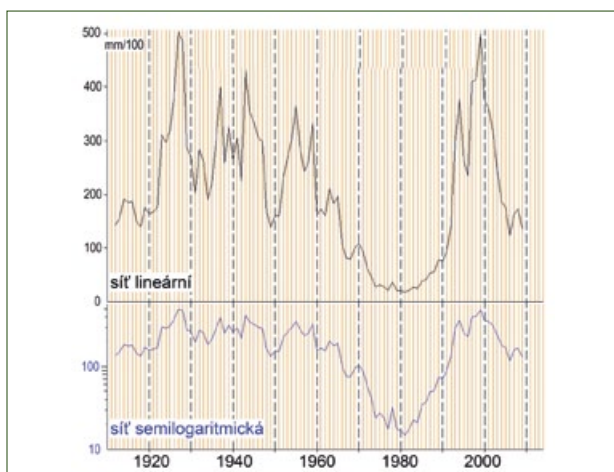
**Obr. 1.9** Filtrace: Dlouhodobý trend přírůstu je na horním grafu zcela odstraněn (modře, vysokofrekvenční filtr) a vyjádřen samostatně na dolním grafu (nízkofrekvenční filtr, červeně). Původní letokruhová řada je znázorněna černě. Letokruhy zhruba 1920 až 1960 zahrnují juvenilní dřevo. (Zdroj: asi 90letý soliterní smrk, Javorníky)

padesátém roce věku kolísá šířka kolem 1,5 mm. Slovně vyjádřeno: Mladý strom přirůstá rychle, s věkem se přirůst zpomaluje (nepůsobí-li i jiné vlivy). Rychleji rostoucímu dřevu mladých stromů říkáme **juvenilní dřevo**. Tato zákonitost platí v podstatě pro všechny listnaté i jehličnaté stromy. Kromě ní ale na stromy působí řada dalších dlouhodobých, pozvolně působících vlivů, hlavně tlak konkurence sousedních stromů, které nám do letokruhových křivek dodají další porci šumu. Ukázkou budiž jedna stará jedle z Dobročského pralesa (obr. 1.10). Rozdělení dlouhodobých (pozdolných) přírůstkových trendů a krátkodobého kolísání „z roku na rok“, nazýváme **filtrací**. Tu krátkodobě proměnlivou nazýváme „vysokofrekvenční filtr“, dlouhodobě proměnlivou „nízkofrekvenční

## LETOKRUHY JAKO KALENDÁŘ I ZÁZNAMNÍK



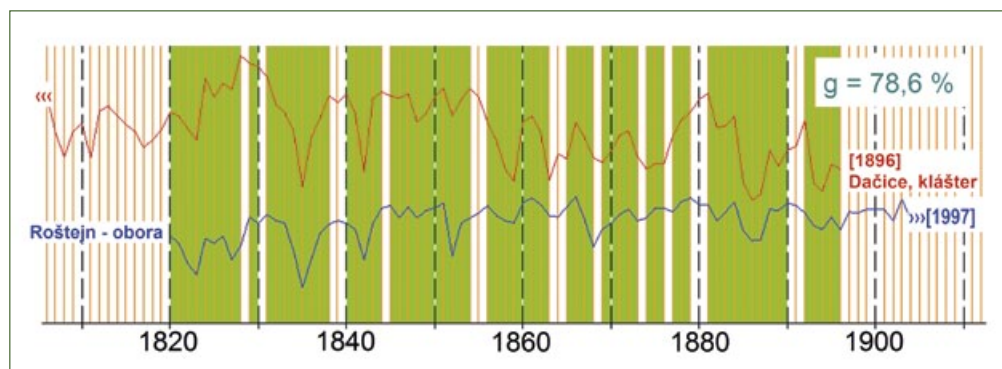
**Obr. 1.10** Filtrace: U stromů pralesního původu bývají přírůstové trendy často složité, protože jsou odrazem jejich vzájemné konkurence. V hospodářských lesích se v nich zase odrážejí výchovné zásahy, např. probírky. Filtrací se trendy přírůstu jednak odstraní (vysokofrekvenční filtr, modře, nahoře), jednak vyjádří samostatně (nízkofrekvenční filtr, červeně, dole). Původní letokruhová řada je vyznačena černě. (Zdroj: asi 110letá jedle z Dobročského pralesa ve Slovenském rudohoří)



filtr“. Filtrace je zásadně důležitá pro rekonstrukci klimatu. Proto se s ní setkáme v kapitole 8. Velmi názorně proces filtrace demonstrují oba právě zmíněné obrázky. Pro tvorbu průměrných letokruhových řad a standardních chronologií je signálem vysokofrekvenční filtr, protože řadu zbavil, tzn. z ní „odfiltroval“ mnoho prvků platných pouze pro jednotlivé stromy.

Existuje ale ještě jeden docela jednoduchý přístup, pomocí kterého tu zprohýbanou letokruhovou křivku „tak trochu narovnáme“, aniž bychom ji museli filtrovat, a tím to krátkodobé kolísání šířek letokruhů „z roku na rok“, které nás při datování nejvíce zajímá, učiníme mnohem zřetelnějším. Je jím využití logaritmické stupnice na kolmé ose (ose šířek letokruhů); takovou souřadnicovou síť označujeme jako **semilogaritmickou**. Efekt je zřejmý z obr. 1.11. Je třeba podotknout, že zobrazení letokruhových křivek v semilogaritmické síti je jejich vůbec nejběžnějším zobrazením zejména při datování a (až na nutné výjimky) je důsledně použito i v této knize. O tom, že bylo použito, vás přesvědčí už letmý pohled na členění kolmé osy.

**Obr. 1.11** Význam semilogaritmické soustavy souřadnic: meziroční kolísání hodnot se stává zřetelnějším; příliš velký rozsah hodnot přírůstu (na obrázku roky 1920–1960) je graficky utlumen, a naopak příliš malý rozsah (1970–1990) je zesílen. (Zdroj: asi 100letá jedle z Horní Planě na Šumavě)



**Obr. 1.12** Křížové datování. Letokruhová řada živých stromů Roštejn-obora je přesně datována svým posledním letokruhem při odběru vzorků roku 1997. Letokruhová křivka krovu dačického kláštera, zprvu neznámého stáří, vykazala vůči roštejnské křivce synchronní polohu zobrazenou na grafu, tedy končící rokem 1896, a tím byla odatována. Jedním z parametrů této polohy je vysoké procento souběžných úseků (78,6 %), které jsou vyznačené zelenými pruhy.

Takže: signál jsme už (skoro) dobyli a můžeme konečně začít datovat.

úseky jsou na grafu vyznačené zeleným pruhem. V našem případě toto procento, označené znakem **g**, činí 78,6 %.

## Dendrochronologické datování

Dostáváme se k jádru dendrochronologie jako datovací metody. Je jím odatování letokruhové řady neznámého stáří podle již datované porovnávací řady, tedy postup, který tvůrce prvních dendrochronologických standardů A. E. Douglass pojmenoval dodnes užívaným termínem *cross-dating* – **křížové datování**, často nahrazovaným slovem **synchronizace**. První ukázkou (obr. 1.12) je odatování letokruhové křivky trámy krovu kláštera v Dačicích podle již přesně datované letokruhové křivky smrků Roštejnské obory u Telče (ta byla datována již odběrem vzorků roku 1997). Ze všech možných vzájemných poloh obou křivek pouze ta zobrazená odpovídá kritériím dostatečné shody (bližší informaci o nich nalezneme v prvních odstavcích „matematické“ kapitoly 12). Jedním z těchto kritérií je „procento souběžnosti“, tedy procento případů, kdy obě křivky stoupají nebo obě klesají – takové

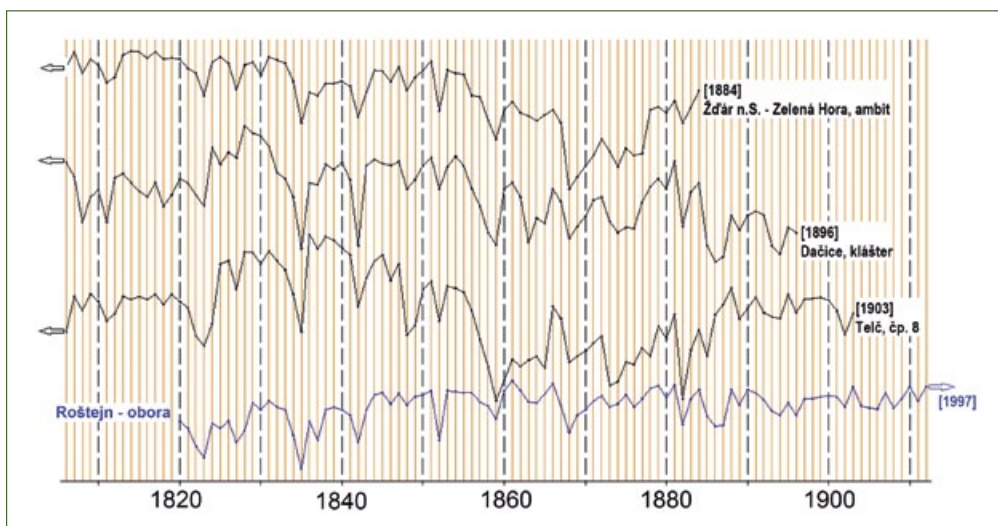
Obdobných příkladů lze nalézt bezpočet, datování je náš denní chléb, ale vybírám příklad pro nás už legendární. Je jím první krok k sestavení srovnávací letokruhové řady smrku pro Českomoravskou vrchovinu, budoucí standardní chronologie této dřeviny (obr. 1.13). Zahrnuje i účastníky předchozího příkladu, tedy živé smrky z Roštejna a trámy z Dačic, k nimž přibyly zprvu nedatované trámy z Telče a Žďáru nad Sázavou. Zcela obdobným postupem byly podle roštejnské letokruhové řady datovány ty telčské do roku 1903 a žďárské do roku 1884.

Mnoho dalších, velice různorodých příkladů dendrochronologického datování uspořádaných opravdu „v kostce“, lze najít ve sdělení, zaměřeném na datování konstrukcí krovů<sup>1</sup>, určeném pro širší okruh zájemců.

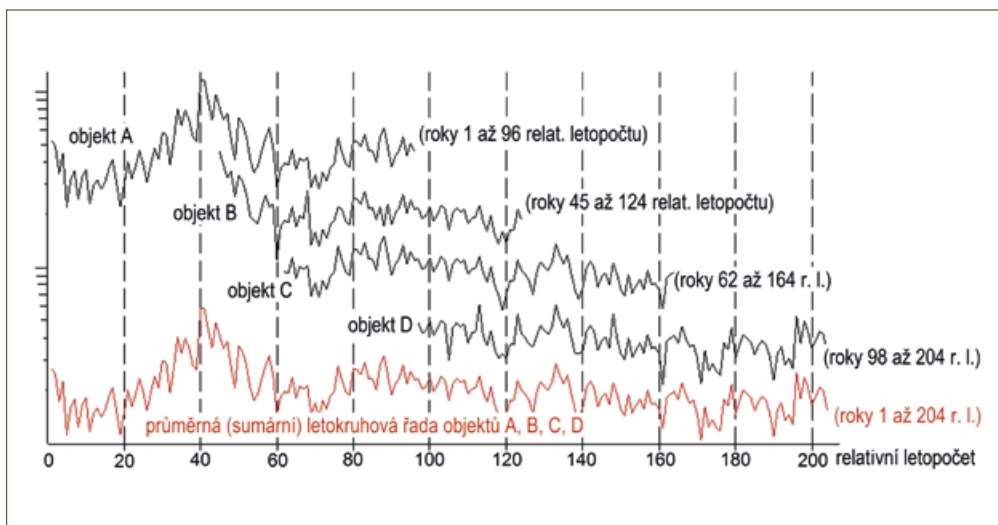
Pořad nám ale chybí vysvětlení, co to je ta „spolehlivě datující poloha“ a vůbec celý balík informací o spolehlivosti dendrochronologického da-



## LETOKRUHY JAKO KALENDÁŘ I ZÁZNAMNÍK



**Obr. 1.13** Sestavení standardní chronologie smrku. Zcela obdobně jako krov kláštera v Dačicích na obrázku 1.12 (zde to je druhá křivka od shora) byly datovány trámy domu v Telči a ambitu na Zelené Hoře. Tím byla odstartována tvorba naší standardní chronologie smrku.



**Obr. 1.14** Plovoucí letokruhové řady – ukázka datování v relativním letopočtu. Stáří objektů A, B, C a D v absolutním letopočtu neznáme. Třeba proto, že jsou tak staré, že jejich časový rozsah už je „mimo standard“. Mají ale mezi sebou jasný časový vztah – vysokou shodu v zakreslené poloze. Jejich synchronizací a sumarizací (výpočtem průměrných hodnot) získáme průměrnou letokruhovou řadu plovoucí, neukotvenou v absolutním letopočtu. Relativní letopočet vidíme na vodorovné ose. Objekty tím byly svým posledním letokruhem datovány do let 96, 124, 164 a 204 relativního letopočtu.

tování a o jejím posuzování. Celou problematiku jsem, společně s dalšími tématy vyžadujícími exaktní přístup, soustředil do kapitoly 12 věnované dendrochronologické matematice. Má to jistou výhodu. Čtenář, pro něhož není matematika zrovna nejmilejším koníčkem, ji může prostě vynechat, a je na mně podat vysvětlení, v němž vzorce nahradí cit a to, čemu říkáme selský rozum. Začnu hned: Podívejme ještě jednou na obr. 1.12. Vidíme, že obě křivky, červená i modrá, jsou v zásadě odlišné, ale dost společného přece jenom mají. Vzájemně se podobají zejména v extrémech, zvláště v těch záporných. Těm nejsilnějším jsme už začali říkat „signatury V“. Vzájemně se podobají i četností souběžných úseků, na obrázku vyznačených zeleným pruhem. Omyl, založený na náhodné shodě, ovšem vyloučit nemůžeme. Na čem vlastně závisí spolehlivost toho datujícího překrytí dvou křivek? Selský rozum odpoví, že spolehlivost musí být tím větší,

- čím vyšší je vzájemná podobnost jejich průběhu,
- čím delší je vzájemné překrytí dvou porovnaných řad, resp. křivek.

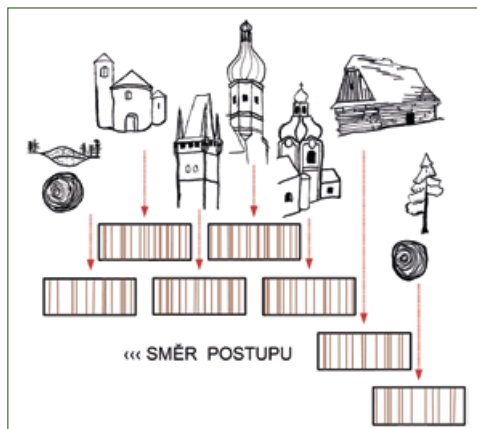
Oba tyto parametry vyhodnocujeme společně pomocí aparátu statistické matematiky. Za spolehlivě datující překrytí pokládáme takové, u něhož je pravděpodobnost náhodné shody menší než 0,05 %, tedy 1 : 2000. To je velice přísná podmínka. Pro srovnání: pravděpodobnost, že čtyřikrát po sobě hodíme klasickou kostkou a vždy nám padne šestka, je 0,07716 (1 : 1296), tedy pořád o hodně větší než tato naše ještě povolená mez.

Z dosavadního textu je jasné, že k datování přistupují vždy dvě letokruhové řady: první se známou datací, druhá, zatím nedatovaná, získá data svých letokruhů spolehlivým překrytím s tou první. Jsou ale případy, kdy porovnávané dvě řady, z nichž žádná není datovaná. Zajímá nás třeba časový vztah mezi dvěma objekty neznámého stáří. Pak hovoříme o **relativním datování**, jehož výsledkem mohou být i celé chronologie, které označujeme

termínem **plovoucí**. Ukázkou plovoucí letokruhové řady a jejího vzniku je graf na obr. 1.14.

Ale vraťme se k absolutním datům. Ze spolehlivě odatovaných letokruhových řad se tak stává další datovací vzor a postup, který umožňuje datovat stále další a další letokruhové řady směrem do minulosti ve smyslu schématu naznačeného obr. 1.15.

Ono „razení tunelu do minulosti“ bývá leckdy docela dobrodružné a bude obsahem hned příští kapitoly a významné části této knihy. Než však cestu zahájíme, musíme překonat ještě dvě bariéry. Zatím stále nevíme, jak vlastně ten konečný produkt, tzn. standard pro datování v rámci třeba celého tisíciletí, vlastně vypadá a jak se v dokonalé formě vytvoří. Tu první bariéru překoná následující odstavec věnovaný fenoménu standardní chronologie. A druhou bariéru zatím



**Obr. 1.15** Schéma tvorby standardní chronologie. Začíná se živými stromy, jejichž letokruhy jsou datovány rokem odběru vzorků. Podle jejich letokruhové řady datujeme trámy z nejmladších objektů, podle těch zase starších a starších... (na našem obrázku to znamená zprava doleva). Skončíme, až „už to dál nejde“, často jen dočasně. Ale obecně platí, že čím hlouběji do minulosti, tím je to těžší.