



Spolehlivá paměť stromů

Metoda datování staveb či lodních vraků **pomocí stromových letokruhů** je překvapivě exaktní a v ideálním případě umožní datování s přesností jednoho roku

Stromy odedávna lidem dávaly stavební dřevo, dostupné palivo i materiál na výrobu zbraní nebo uměleckých předmětů. Byly však vždy i něčím víc než jen stále rostoucí zásobárnou dřeva. Prakticky všechny starověké civilizace, počínaje Sumerem, měly své památné a uctívané stromy i příslušná božstva, kterým byly zasvěceny. Například Keltové a později i Slované si starých, mohutných stromů (především dubů) cenili do té míry, že se staly významnou součástí jejich náboženských představ. V mnoha starověkých kulturách bylo skácení posvátného stromu hodnoceno prakticky stejně jako vražda a trest pro viníka tomu odpovídal.

Lidé si již od nejstarších dob uvědomovali, že některé stromy rostly po celá staletí před tím, než se oni sami narodili, a že je s jistotou

také přežijí. Není tedy divu, že jim člověk, ještě slabý a závislý na rozmarech přírody, přičítal mnohé kouzelné atributy a uctíval je jako nezpochybnitelné a mlčenlivé svědky starých časů.

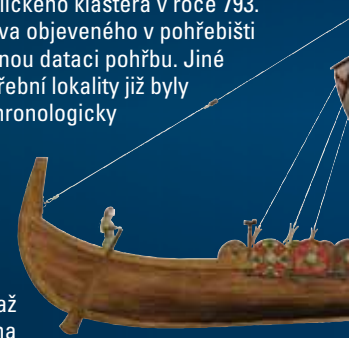
Záliba podivínů

Nemáme představu o tom, kdy si člověk poprvé všiml letokruhů a pochopil, že tyto sezónní přírůstky jsou jakousi živoucí kronikou, bylo to však zřejmě již v pravěku. Nejstarší dobře doložená pozorování letokruhů prováděl až renesanční génius Leonardo da Vinci (1452–1519). Na základě jeho dochovaných rukopisů lze soudit, že již pochopil existenci vztahu mezi kolísáním tloušťky letokruhů a dešťovými srážkami v průběhu vegetačního období. Výraznější základy pro pozorování letokruhů položili o něco později Ital Marcello Malpighi (1628–1694) a Angličan Nehemiah Grew (1641–1712), a to především díky vynálezu mikroskopu, který jim umožnil prozkoumat detailněji anatomickou podstatu letokruhu. V roce 1737 se sice francouzským přírodovědcům podařilo identifikovat letokruh pro rok 1709 na sérii kmenů díky jeho charakteristickému vzhledu, až do kon-

Co prozradilo dřevo

Dendrochronologické datování **tří pohřebních náspů s vikingskými loděmi** v jihovýchodním Norsku v roce 1993 dokázalo, že éru Vikingů je třeba posunout již do počátku 8. století n. l. Předchozí údaj vycházel až z písemně doloženého data vyplnění anglického kláštera v roce 793. Letokruhy dřeva objeveného v pohřebišti umožnily přesnou dataci pohřbu. Jiné vikingské pohřební lokality již byly také dendrochronologicky datovány.

Při příležitosti opravy stropů na **hradě Karlštejn** byla v letech 1997 až 2002 provedena série dendrochronologických výzkumů původní dřevěné konstrukce, které poněkud upravily naše dřívější povědomí o původní podobě hradu





ce 19. století však nebyla tato datovací metoda obecně uznávána.

Věda jednoho vědce

Pokud lze o některé vědní disciplíně říci, že vděčí za své počátky především jediné osobě, pak je dendrochronologie významným kandidátem. Za skutečného zakladatele této vědní disciplíny je považován americký astronom Andrew Ellicott Douglass (1867–1962). Douglass nejprve dlouhodobě zkoumal sluneční aktivitu a od roku 1894 se začal věnovat také předpokládané souvislosti slunečního cyklu a růstu vegetace. Brzy přišel na to, že na kolísání letokruhů mají vliv dlouhodobé klimatické podmínky, přestože neměl k dispozici spolehlivé meteorologické záznamy. Další podnětné informace získal vědec ve 20. letech 20. století při datování původních indiánských vesnic na americkém jihozápadě při práci se dřevem borovice těžké (*Pinus ponderosa*). Sídlíště Pueblo Bonito se mu podařilo dle kmenů použitých na stavbě datovat do doby 800 let před příchodem Kryštofa Kolumba. Jeho bádání však přineslo zejména dva základní principy, na nichž je dodnes dendrochronologie založena.

chronologie, jako byla dendroklimatologie (věda, zkoumající podnebí v minulosti podle letokruhů) nebo dendroekologie (zkoumá dlouhodobou dynamiku lesních ekosystémů). Výzkum letokruhů v Americe byl usnadněn také faktem, že zde na rozdíl od Evropy rostou živoucí extrémně dlouhověké druhy stromů, jako jsou obří kalifornské sekvoje (přes 2 200 let) nebo borovice osinatá (*Pinus aristata*), která se dožívá s jistotou 2 500, pravděpodobně ale také přes 4 800 let.

Základní koncepce dendrochronologie v Evropě byla ustavena také již na přelomu 19. a 20. století. K průkopníkům tohoto vědního oboru na „starém“ kontinentě však patřil až německý lesní botanik Bruno Huber. Jeho příspěvkem ještě poměrně nové vědní disciplíně bylo především převzetí Douglassových poznatků a jejich aplikace na středoevropské klimatické podmínky, často výrazně odlišné od amerických. Svůj předpoklad, že sluneční cykly ovlivňují růst letokruhů po celém světě, se mu v 60. letech minulého století povedlo prokázat na dubech z hessenského Spessartu v jižním Německu. V této době se již také „letokruhovou“ metodou hromadně datovaly četné ar-

slovníček

Dýmník je trychtýř určený k zachycování a odvádění dýmu z místnosti do komína

Krákorce jsou konzole (trámy) dřívě vyráběné ze dřeva

Profily letokruhů nám například umožňují určit vývoj klimatu v době tzv. Malé doby ledové v letech 1300–1850

První říká, že stromy, rostoucí na jednom území ve stejných klimatických podmínkách, vykazují stejnou reakci vyjádřenou množstvím vytvořeného dřeva. Druhý princip je pak založen na referenčních bodech, sestávajících z odlišných řad letokruhů. Tyto základy dovolují, aby vzorky dřeva různého stáří byly navzájem spojovány překrýváním jejich společných sektorů. Takové soubory po sobě jdoucích změn šířky letokruhů pak tvoří specifickou řadu.

Do hloubky tisíciletí

Ve 20. století založil Douglass laboratoře pro výzkum letokruhů (*Laboratory of Tree-Ring Research*) při Arizonské univerzitě. Zde se také brzy oddělily příbuzné podoby dendro-

cheologické lokality (stavby z 10. a 15. století v Německu, datování deskových obrazů v Nizozemí apod.). Zajímavé je, že datovací chronologie pro duby rostoucí u německých řek Mohan a Rýn sahá až do doby před 10 000 lety, zatímco podobná chronologie pro extrémně dlouhověké borovice osinaté „pouze“ 8 500 let do minulosti. Dnes lze vhodně doplňovat a ověřovat dendrochronologické údaje ještě dodatečným datováním radiokarbonovou metodou.

Archeologie a stáří vraků

Dendrochronologii tak využívá k datovacím účelům především archeologie, která těží z možnosti určovat nepřímo stáří dřevěných staveb během celého středověku. Takováto porovnávání se prováděla dříve pouze ruč-



(např. krákorce dýmnicku u krbu třetího patra tzv. Velké věže zde byly podle podkrovních letokruhů usazeny až 10 let po doloženém datu položení základního kamene hradu, tedy po roce 1358–59).

Dendrochronologické datování z nedávných let také pomohlo určit přesné stáří **bývalých dolů na zlato a železnou rudu** v jihozápadním Polsku (Slezko a Kladsko) a v České republice (nejstarší důl ze Zlatých Hor byl datován na konec 15. století).

Podle nových dendrochronologických výzkumů raně **středověkých hradišť centrálního Velkopolska** byl také posunut počátek vzniku polského státu do konce 1. poloviny 10. století. Jiný výzkum, zaměřený na dřevěné konstrukce valů několika hradišť, zase odhalil, že prvním sídlem dynastie Piastovců nebylo Hnězdno (asi 940 n. l.), ale Giecz (860 n. l.).

Dendrochronologické datování také pomohlo upřesnit **dobu vzniku města Litovel** na Olomoucku. První písemná zpráva o městě založeném králem Přemyslem Otakarem II. pochází z roku 1272.

Použité stromy, které tvořily palisády nejstarších objevených domů, však byly pokáceny o něco dřívě, přesně v letech 1252–56. Město tedy zřejmě vzniklo již v této době.



Jak promlouvají stromy

Samotné letokruhy jsou vlastně vrstvy, které je možné pozorovat na příčném řezu kmenem stromu. Vznikají díky pravidelnému dorůstání „stavebního“ materiálu – cévnatiny (kambia), rychlost růstu přitom závisí na ročním období. Letokruhy jsou většinou podstatně výraznější v mírných klimatických oblastech (včetně naší republiky), kde jsou běžné velké rozdíly mezi teplejšími a chladnějšími částmi roku.

I dva letokruhy za rok

Světlejší zbarvená vnitřní část letokruhu vzniká na jaře, kdy je růst po zimním období klidu rychlejší a dřevní hmota je díky tomu méně hustá. Tmavší (a více hutná) část na vnější straně letokruhu zase odpovídá pomalejšímu růstu v letním období. Celková rychlost růstu je – jak dokázal již Douglass – přímo závislá na klimatických podmínkách daného roku: dlouhé teplé a vlhké růstové období se obvykle projevuje širokými letokruhy, v suchém roce zase vznikají vždy letokruhy úzké. Pokud se v jednom roce střídá příznivé a nepříznivé počasí (například příliš suché období uprostřed léta), může se stát, že během jednoho roku naroste více než jediná vrstva letokruhů. Stromy, které rostou současně ve stejné oblasti a v obdobných klimatických podmínkách, mívají značně blízkou posloupnost letokruhů. Díky tomu lze sestavit chronologické řady pro příslušné oblasti světa. Dřevo použité ve starých stavbách pak lze pomocí těchto řad poměrně přesně datovat.

Přesné datum, nebo nic

Dendrochronologie je tedy vědecká metoda datování (určování stáří dřevinného materiálu) založená na podrobném analyzování letokruhů dřeva (především šířky letokruhů). Umožňuje v ideálním případě určit stáří dřeva s přesností na jediný kalendářní rok, což může být velmi důležité při pokusech určit stáří mnoha archeologických nálezů doprovázených tímto materiálem (včetně uhlíků, starého nábytku apod.).

Na speciálním měřicím stole je nejprve změřen vzorek dřeva, přičemž údaje jsou pak přenášeny přímo do počítače. Program následně zobrazí data ve formě jakési křivky, kterou počítač dále porovnává s dříve zvolenou standardní křivkou vytvořenou pro každou dřevinu.

Pro přesnější dataci určitého objektu nebo lokality je

vhodné změřit větší množství vzorků. Cílem je vyhledat průměrnou korelační střední křivku, která zvýrazní společné výkyvy způsobené klimatickými změnami. Je tedy zřejmé, že dendrochronologie je čistě exaktní metodou, u které prakticky neexistuje žádná tolerance. Tím je míněn fakt, že se vzorek vždy buď podaří datovat do konkrétního roku (ve kterém bylo měřené dřevo ještě součástí živého stromu), nebo se datování vůbec nepodaří.

Záludná paměť dřeva

Pro samotné datování dřeva je nejdůležitější poslední letokruh, vytvořený před skácením stromu, tzv. letokruh podkorní. Je-li identifikován, můžeme snadno určit, ve kterém roce (případně i ve kterém ročním období) byl strom skácen. Tento letokruh však bohužel často schází, protože byl ze vzorku odstraněn při opracování. Pak určujeme alespoň rok, po kterém ke kácení došlo, tzv. terminus post quem.

Rok skácení stromu nicméně nemusí odpovídat roku, ve kterém byl použit jako stavební materiál. Vždy je tedy třeba připočítat nějaký čas potřebný pro uzpůsobení dřeva (např. vysoušení). Může navíc nastat i zajímavý stav druhotného použití dřeva, kdy z rozbrané stavby je dřevo opracováno a znovu použito. Jedním z hlavních pravidel je tedy odběr většího počtu vzorků z každého zkoumaného objektu. Dostatečně velký počet vzorků je nezbytný pro obdržení objektivních a nezkrivených údajů. Dalším pravidlem je odběr vzorků, které by měly obsahovat alespoň 40 nebo 50 letokruhů, a to v závislosti na četnosti vzorků v souboru. Silně omezujícím faktorem je tedy stav zachování zkoumaného dřeva a míra rozzeznatelnosti letokruhů. „Nepřítelem“ dendrochronologů jsou také některé druhy mravenců a jiného dřevokazného hmyzu, jejichž chodby mohou vzorek významně poničit a pro datovací účely tak znehodnotit.

ně, dnes se k vyhodnocování údajů – jako ve většině vědeckých i průmyslových odvětví – ve značné míře používají výkonné počítače. Mnohé dendrochronologické údaje mají zajímavou výpovědní hodnotu. Evropské chronologie například zaznamenávají opakovanou mezeru v budování dřevěných staveb během velkých morových ran ve 14. století i později. Různá šířka a profil letokruhů u evropských stromů nám také výrazně pomáhá určit vývoj klimatu ve středověku, včetně tzv. Malé doby ledové zhruba v letech 1300–1850, kdy Evropu postihlo období výrazného ochlazení (s mnoha podstatnými důsledky pro další vývoj lidské společnosti a civilizace). V neposlední řadě může dendrochronologie také určit druhy a oblast původu stromů, ze kterých byl postaven vrak jakékoliv lodi.

Sochy pod mikroskopem

Pro dendrochronologické datování bylo třeba vytvořit tabulku chronologických standardů, podle kterých se jednotlivé vzorky datují v závislosti na druhu dřeva. Pro datování staveb mají v ČR největší význam chronologie jedle, smrku a borovice, jež tvoří významnou většinu veškerého dřeva používaného pro stavební účely (asi 90 %). Pro datování archeologického materiálu je zase rozhodující chronologie dubu. Ostatní dřeviny jako lípa nebo topol jsou špatně datovatelné vzhledem k náchylnosti k anatomickým abnormalitám, které ztěžují rozzeznatelnost letokruhů.

Mezi nejčastěji datované objekty patří krovy a trámy staveb, starý nábytek a náročně datovatelné zuhelnatělé dřevo. Dřevěné sochy a jiné umělecké předměty také patří k častým objektům výzkumu; často byly tesány z lipového dřeva. Nelehkým úkolem bývá rovněž botanické (systematické) zařazení dřeva, tj. určení původního druhu stromu. Na často i mnoho století starém vzorku je většinou obtížné přesně určit dané anatomické znaky, takže sledování makroskopických odlišností pomůže druh zařadit pouze orientačně. Pro přesné odlišení je pak třeba zkoumat vzorek mikroskopicky. Teprve po zjištění druhu stromu lze aplikovat dendrochronologické standardy, umožňující datovat samotné stáří stromu.

Stromy jako věže

Zvláště staré a mohutné stromy u nás dostávají přízvisko „památný strom“

a vztahuje se na ně zákon o ochraně přírody a krajiny. Tvoří významné krajinné prvky a jsou dokladem ohromného délkového rozpětí života dřevin. Takových památných stromů u nás bylo k roku 2004 napočítáno přesně 4 864 a byly rozděleny do tří kategorií podle dosaženého věku:

- » I. kategorie – památné stromy „kmetského věku“
- » II. kategorie – památné stromy „zralého věku“ (200 až 400 let)
- » III. kategorie – památné stromy – „čekatelé“ (pod 200 let)

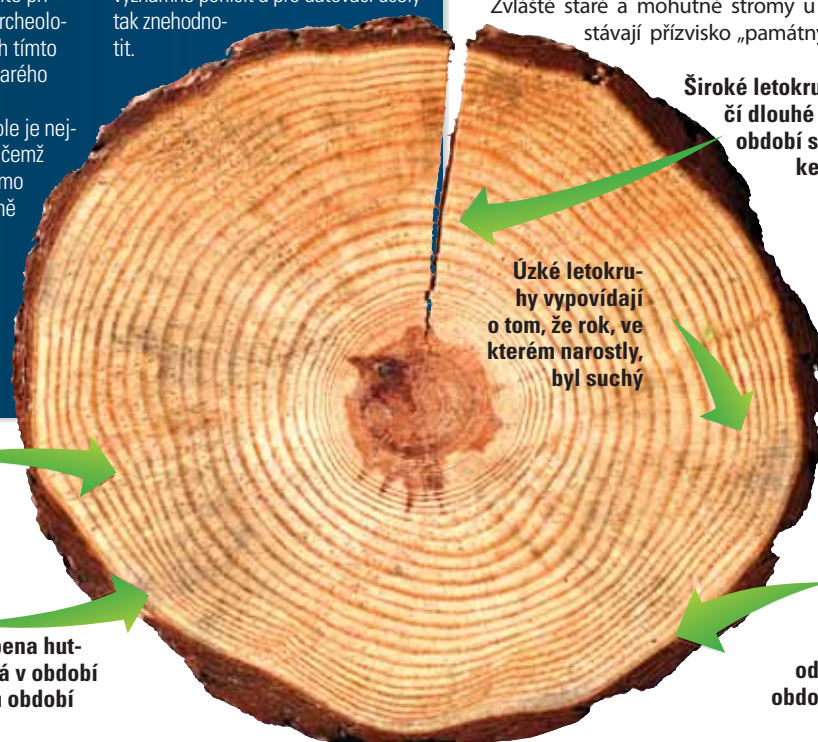
Dle vyhlášky je přítom o stromy I. kategorie nutno pečovat, aby se zachovaly co nejdéle, o stromy II. kategorie je nutno intenzivně pečovat, aby byly co nejpůsobilější, a o stromy III. kategorie je nutno pečovat, aby se dožily kmetského věku.

Památné stromy nejsou pozoruhodné jen svým stářím, ale v přímé souvislosti s tím také úctyhodnými rozměry. Tak např. Vejdova lípa u Pastvin má obvod kmene ve výšce 130 cm nad zemí přes 12 metrů, Sudslavická lípa u Vimperka pak 11,70 m. Nejvyšší památný strom na našem území byl dříve zřejmě Nancin smrk u Stříbrné na Sokolovsku s výškou 45 m, dnes je to Smrk na Ronovci, který dosahuje výšky dokonce 51 metrů.

Stromy jako pyramidy

Věk některých rostlinných kmetů je ještě více fascinující než jejich velikost. Za nejstarší památné stromy na našem území, jejichž věk lze u nich jen nepřesně odhadovat, jsou pokládány např. Klokočovská lípa v Klokočově na území Chráněné krajinné oblasti Železné hory, Svatováclavský dub ve Stochově u Kladna, Žižkův dub v Náměšti nad Oslavou a řada dalších, jejichž věk se dle odhadů pohybuje řádově od 500 do 800 let. To znamená, že nejstarší z nich rostl již celé století před tím, než přišel na svět Karel IV.! Podle jiných údajů však existují na našem území i stromy, pamatující ještě Velkomoravskou říši (existovala v období asi 830 – 906 n. l.), tyto údaje však není snadné prokázat a obecně lze říci, že naše dřeviny (snad až na vzácné výjimky) magického věku 1 000 let nikdy nedosahují. A i kdyby takový strom u nás existoval, byl by ještě téměř neobrostlou haluzí proti borovici osinaté, americkému rekordmanovi z Nevady (dnes již skácenému), který dostal příznačný název Prométeus a v 60. letech minulého století bylo jeho stáří odhadnuto na 4 850 (s odchylkou 15) let. Je tedy starší než Cheopsova pyramida v Gíze! Navíc se dnes předpokládá, že nebyly započteny některé již neidentifikovatelné letokruhy, které by zřejmě stáří stromu posunuly na víc než 5 000 let. Jiný pozoruhodný zástupce tohoto druhu, který dostal přezdívku Metuzalém, žil podle dendrochronologů asi 4 789 let. Tyto extrémně dlouhověké borovice se tedy dožívají nejméně 70krát delší doby než průměrný člověk z vyspělých zemí. Není divu, že i v dnešní přetechnované době cítíme ke stromům hlubokou úctu. Jsou živoucí kronikou minulosti. ◀

Vladimír Socha, historik



Světlejší zbarvená vnitřní část letokruhu vzniká na jaře, v období rychlejšího růstu, kdy je dřevní hmota méně hustá

Tmavší část na vnější straně letokruhu je způsobena hutnější dřevní hmotou, vzniká v období pomalejšího růstu v letním období

Tzv. podkorní letokruh je posledním letokruhem, který vznikl před skácením stromu, a je proto z hlediska datování dřeva nejdůležitější. Pokud nebyl odstraněn při opracování dřeva, umožňuje určit i roční období, kdy byl strom skácen