

DENDROCHRONOLOGICKÉ DATOVÁNÍ HISTORICKÝCH DŘEVĚNÝCH STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ

Ing. Tomáš Kolář, Ph.D.¹, doc. Ing. Michal Rybníček Ph.D.¹

¹ Ústav nauky o dřevě a dřevařských technologiích, Lesnická a dřevařská fakulta, Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika

Úvod

Dendrochronologii je možné v užším slova smyslu chápat jako metodu datování dřeva založenou na měření šířek letokruhů [1]. Nejčastěji je tato metoda používána pro datování dřevěných prvků historických staveb (zejména krovů, stropů, stěn či dveří), dřevěných archeologických nálezů, dřevěných uměleckých předmětů (např. obrazy, hudební nástroje či sochy), nábytku nebo subfossilních kmenů. Pomocí dendrochronologie je možné datovat skácení použitého stromu s přesností na rok nebo roční období. Následující text popisuje přesný metodický postup při dendrochronologickém datování historických stavebních konstrukcí. Soubor všech objektů dosud datovaných na území České republiky je možné nalézt v databázi na stránkách www.dendrochronologie.cz.

Princip

Základním vstupním parametrem v dendrochronologii je šířka letokruhu. Letokruh se utváří v průběhu vegetačního období a je výsledkem přerušení tloušťkového růstu stromu v důsledku vegetačního klidu u dřevin rostoucích v oblasti mírného a chladného pásma. Šířka letokruhu je jedinečná pro určitý čas a místo, ve kterém daný strom roste. Stromy rostoucí na stejném území a tedy i ve stejných klimatických podmínkách vykazují stejnou reakci vyjádřenou šířkou letokruhu. Existuje tedy podobnost ve změnách šířky letokruhu v rámci porostu, zejména pokud se jedná o maximální a minimální hodnoty [2]. Na základě tohoto principu je možné přiřadit každému letokruhu rok jeho vzniku a datovat tak další vzorky dřeva na základě podobnosti letokruhových křivek.

Odběr vzorků a jejich příprava před měřením letokruhů

Šířka letokruhu je obvykle měřena na příčném řezu. Pokud na tomto řezu není možné letokruhy měřit, je možné šířky letokruhů měřit na radiálním řezu. Odběr vzorků se liší v závislosti na datovaném objektu, přičemž zásadní pro správný odběr vzorků je vybrat vhodné místo. Primárně se odebírají vzorky z trámů, kde se předpokládá co největší počet letokruhů, což výrazně zvyšuje pravděpodobnost úspěšného dendrochronologického datování. Vzorky se obvykle odebírají v místě, kde je uchován tzv. podkorní letokruh nebo v případě dubu alespoň letokruhy bělového dřeva, aby následné datování bylo co nejpřesnější. Podkorní letokruh je poslední letokruh, který se vytvořil před pokácením stromu. U trámů historických stavebních konstrukcí se podkorní letokruh nachází na jejich hranách, kde je patrná oblina. V ideálním případě je na trámech možné nalézt i zbytky kůry. Vzorky jsou nejčastěji odebírány pomocí Presslerova přírůstového nebozezu (obr. 20) v podobě vývrtů. Vrt je veden z místa podkorního letokruhu (pokud není zachován

tak z hrany trámu) směrem k jeho středu (dřeni) tak, aby bylo odebráno co nejvíce letokruhů (obr. 21). Vývrty jsou následně nalepeny do dřevěných lišt, aby nedošlo k jejich poškození. Vývrty je nutné do lišt nalepit tak, aby po obroušení byly letokruhy viditelné na příčném řezu. Vhodnější pro dendrochronologické datování jsou však vzorky ve formě příčného řezu daným prvkem (obr. 20), protože je možné si vybrat nejlepší směr měření a vyhnout se případným růstovým anomáliím. Takové vzorky je ovšem možné z historických stavebních konstrukcí odebrat pouze v případě, kdy dochází k rekonstrukci objektu a staré prvky jsou nahrazovány novými. Tenké prvky (např. podlahová prkna, parapety, okenní překlady), dřevo napadené hnilobou nebo značně povrchově poškozené dřevokazným hmyzem nelze navrtat (vzorky se rozpadají) a příčný řez je tak v podstatě jedinou možností odběru vzorků pro datování. Dále je možné pro datování využít fotografie o vysokém rozlišení pořízené z pečlivě vybraného místa, kde jsou hranice letokruhů dobře čitelné nebo je nutné před fotografováním povrch upravit žiletkou. Tohoto postupu je možné využít například v případě čel jednotlivých trámů u stěn roubených staveb, protože příčný řez konstrukčních prvků je u krovových konstrukcí zpravidla těžko dostupný. Z každé stavební konstrukce či předpokládané historické stavební etapy je potřebné odebrat alespoň 4 kvalitní vzorky z různých konstrukčních prvků, přičemž přesné místo odběru každého prvku se zapíše do odběrového formuláře. Se zvyšujícím se počtem vzorků se obvykle zvyšuje pravděpodobnost úspěšného datování. Pro následné měření šířek letokruhů je nezbytné, aby hranice letokruhu byly co nejzřetelnější. Z tohoto důvodu je před měřením vzorků jejich povrch obroušen brusným papírem s postupným zvyšováním zrnitosti (minimálně 400) nebo směr měření vyřezán žiletkou.



Obr. 20: Presslerův přírůstkový nebozez (vlevo) a příčný řez trávem (vpravo)

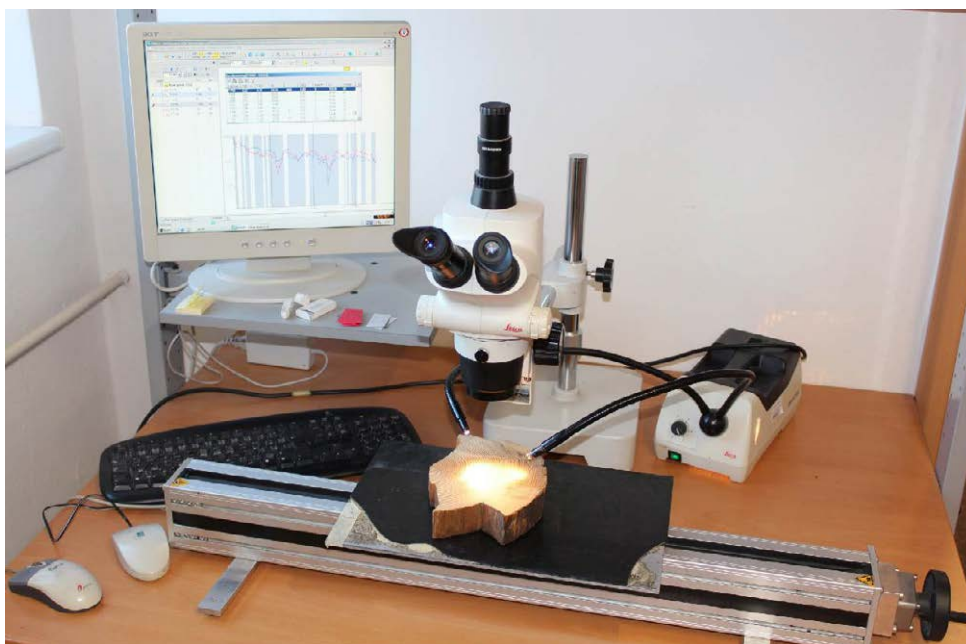


Obr. 21: Odběr vzorků Presslerovým přírůstovým nebozezem v místě podkorního letokruhu směrem ke středu konstrukčního prvku

Měření vzorků

Měření šířek letokruhů se provádí pomocí speciálního měřicího stolu (obr. 22), který je vybaven posuvným šroubovým mechanismem a impulsmetrem, který zaznamenává interval posunu desky stolu a tím i šířku letokruhu. Součástí celého měřicího setu je na stativu umístěná stereolupa s nitkovým křížem a osvětlení měřicího stolu (nejčastěji husí krky). Pokud se jedná o předmět menších rozměrů (vývrt), je tento předmět umístěn přímo na měřicí stůl. Pokud se jedná o větší předmět (nábytek), je na měřicí stůl umístěna stereolupa a měřený předmět je statický. Měření je prováděno s přesností na 0,01 mm ve směru od dřene po kůru a obvykle ve více radiálních směrech. Měření šířek letokruhu je také možné využitím ruční světelné lupy (obr. 23), která se používá u objektů, které je nutné měřit v terénu a není možné je přemístit do laboratoře na měřicí stůl. V tomto případě je přesnost měření 0,1 mm.

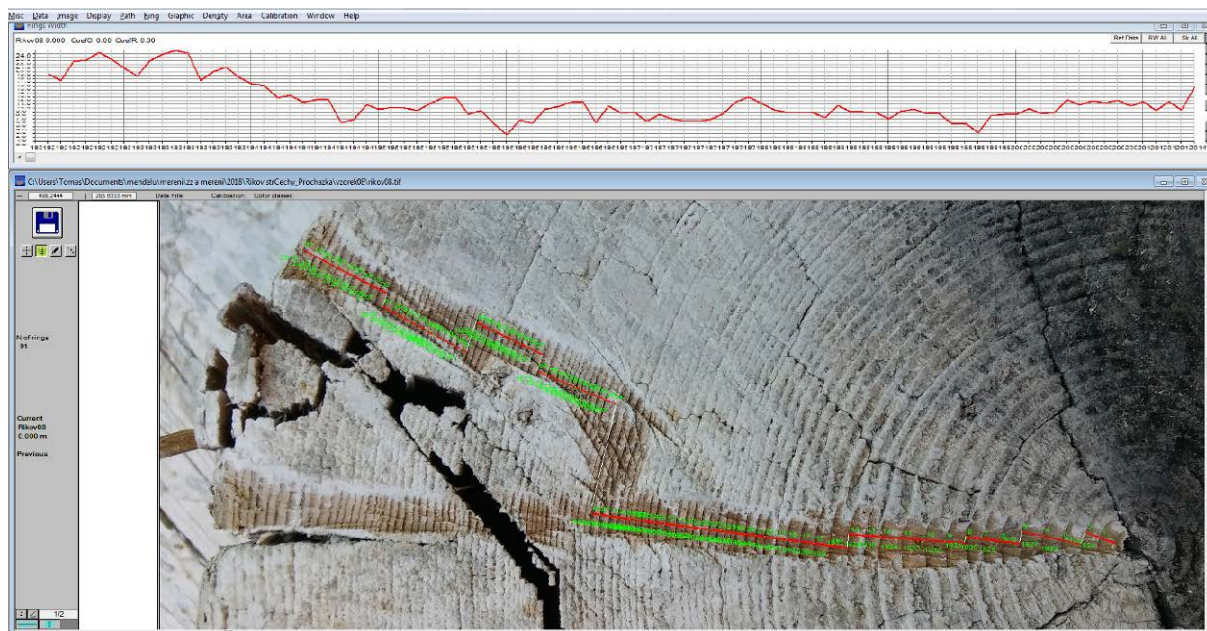
V případě, že se měření provádí z fotografie, jsou pro tyto účely využívány speciální programy na analýzu obrazu, který automaticky detekuje hranice letokruhu (obr. 24). Správnost detekce letokruhů musí být následně zkontrolována. Ve speciálních případech může pro datování posloužit snímek z počítačové tomografie, který je zpracován stejným způsobem jako fotografie.



Obr. 22: Speciální měřicí stůl se stereolupou a husími krky



Obr. 23: Ruční světelná lupa



Obr. 24: Měření fotografie s využitím softwaru na analýzu obrazu

Zpracování dat a limity datování

Změřené šířky letokruhů daného vzorku jsou zobrazeny ve formě letokruhovité křivky, přičemž každý vzorek má svou jedinečnou letokruhovitou křivku. Jednotlivé letokruhovité křivky ze stejné konstrukce jsou následně křížově datovány (synchronizovány). Z dobře synchronizovatelných letokruhovitých křivek je vytvořena tzv. průměrná letokruhovitá křivka, která zvýrazní společné extrémy související s klimatickými změnami a potlačí všechny ostatní oscilace způsobené jinými vlivy. Průměrná letokruhovitá křivka, která reprezentuje příslušnou historickou stavební konstrukci či historickou stavební etapu, je následně porovnána se zvolenou standardní chronologií pro danou dřevinu a oblast původu dřeva. Míra podobnosti mezi letokruhovými křivkami a standardními chronologiemi je posuzována pomocí následujících statistických parametrů: T-test podle Baillie–Pilcher [3], T-test podle Hollsteina [4] a tzv. koeficient souběžnosti (Gleichläufigkeit) [5]. Tyto výpočty slouží k usnadnění optického srovnání obou křivek, které je pro konečné datování rozhodující.

Dendrochronologické datování historických nálezů má několik problémů a omezení. Klíčový parametr pro spolehlivé dendrochronologické datování je minimální počet letokruhů na datovaném vzorku. Letokruhovité křivky by měly mít alespoň 40–50 letokruhů. Datovat lze i kratší letokruhovité křivky, pokud jsou ovšem součástí většího souboru vzorků. Problematické může být i datování prvků vyrobených z jednoho kmene, protože růst stromu mohla ovlivňovat celá řada faktorů, které ovšem nebyly společné pro daný porost, a proto pravděpodobnost úspěšného datování je podstatně nižší. Změřená letokruhovitá křivka pak nemusí dobře korelovat s použitou standardní chronologií. Dalším problémem při dendrochronologickém datování je stupeň biotického poškození dřeva, druh dřeviny a lokalita původu dřeva použitého na výrobu. Z dendrochronologického hlediska jsou nejvhodnějšími dřevinami pro datování dřeva listnatá s kruhovitě pórovitou stavbou dřeva a dřeva jehličnatá. Dřeviny s roztroušeně pórovitou stavbou dřeva jsou jen velmi obtížně dendrochronologicky datovatelné.

Standardní chronologie

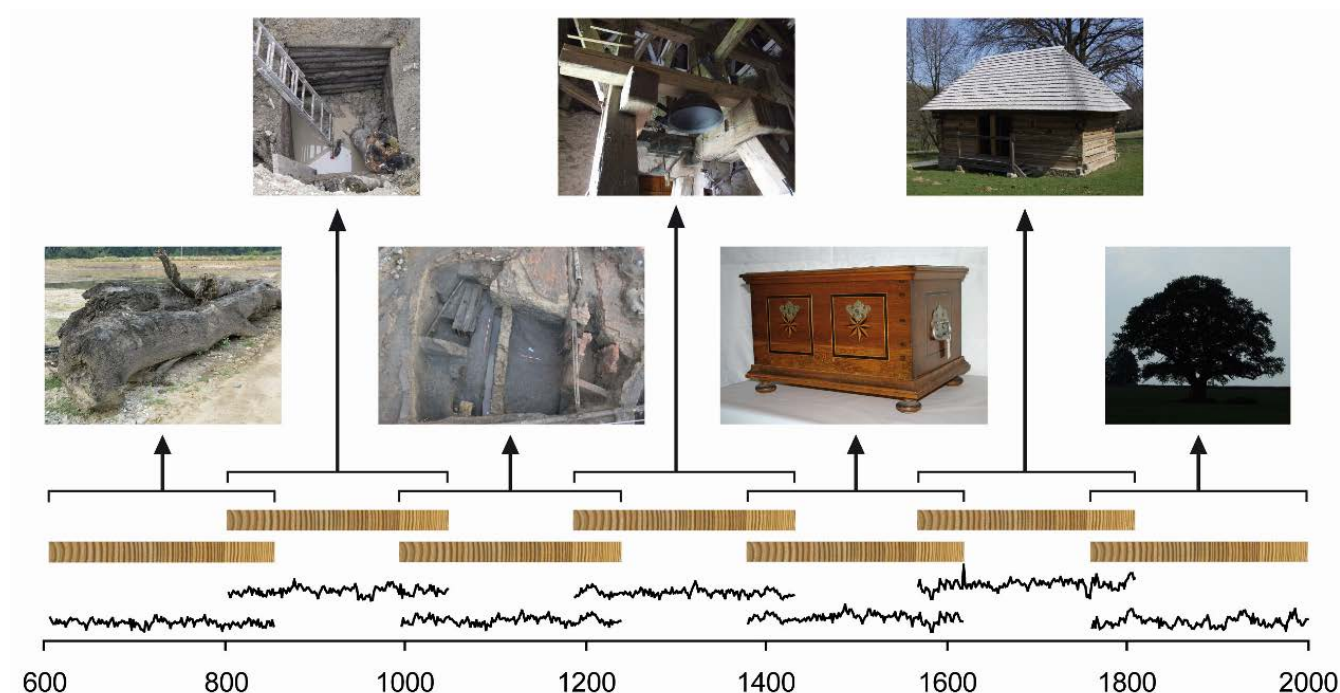
Základním předpokladem pro úspěšné dendrochronologické datování historického dřevěného materiálu je existence standardní chronologie pro danou dřevinu a oblast. Standardní chronologie se tvoří pro každou dřevinu zvlášť a vzniká postupným překrýváním letokruhovitých sekvencí od současnosti směrem do minulosti (obr. 25). Kvalita standardní chronologie se hodnotí podle počtu jednotlivých letokruhovitých křivek, které ji v každém roce tvoří. Současně je důležité, jak tyto letokruhovité křivky spolu vzájemně korelují. Použitelnost standardních chronologií na daném území klesá se vzdáleností, odkud datované dřevo pochází. Geografický rozsah, pro který

je standardní chronologie použitelná, není jednoznačně definovaný a závisí na řadě faktorů. Každá dřevina se vyznačuje odlišným areálem svého rozšíření a odlišnou reakcí na klimatické parametry, proto se oblast použitelnosti standardních chronologií značně liší mezi jednotlivými dřevinami.

Pro spolehlivé dendrochronologické datování je potřeba sestavovat hustou síť regionálních standardních chronologií, která může být využita pro identifikaci přesného původu dřeva nalezaného v historických konstrukcích. Standardní chronologie mohou sloužit mimo dendroarcheologické aplikace také například k rekonstrukci klimatu v minulosti, geomorfologických procesů, historie lesních požárů, zemětřesení, imisních kalamit a podobně. Pro datování ostatních dřevin lze v některých případech využít některých stávajících standardních chronologií, např. pro datování jilmu nebo buku lze použít dubovou standardní chronologii. V současné době jsou pro Českou a Slovenskou republiku sestaveny standardní chronologie pro dub, jedli, borovici, smrk a modřín (tab. 2).

Stát	Dřevina	Název	Začátek	Konec	Autor
Česká republika	dub	CZGES 2016	4682 př. n. l.	2014	Mendelu, Kyncl
	buk	není sestavena	–	–	Mendelu, Kyncl
	jedle	jedle-ČR 2005	1056	1996	Kyncl, Mendelu
	smrk	smrk-ČR 2005	1101	2004	Kyncl, Mendelu
	borovice	borovice-ČR 2005	1183	1995	Kyncl, Mendelu
Slovenská republika	dub	dub_Slovensko	967	2013	Mendelu, Kyncl
	modřín	modrin_Slovensko	963	2011	Kyncl
	jedle	ABNCAR16	1077	2015	Kyncl
	smrk	Slovensko-sever	1498	2011	Kyncl
	borovice	Slovensko_Spiš	1620	1854	Kyncl

Tab. 2: Přehled standardních chronologií na území České a Slovenské republiky



Obr. 25: Princip tvorby standardních letokruhových chronologií

Interpretace výsledků dendrochronologického datování

Přesné stanovení letopočtu skácení stromu je možné provést pouze v případě, kdy je na vzorku zachován podkorní letokruh. Pokud není zachován podkorní letokruh, nelze s jistotou odhadnout, kolik letokruhů na datovaném vzorku chybí. U dřevin bez jasně odlišeného jádra a běle (např. jedle, smrk) je zpravidla možné pouze stanovit rok, po kterém byl daný strom skácen. Konstatuje se tedy pouze, že strom byl skácen po roce nejmladšího datovaného letokruhu. Pokud se jedná o dubový vzorek, na kterém byly zachovány letokruhy bělového dřeva, je možné chybějící letokruhy s určitou tolerancí dopočítat. Pro území České republiky platí, že podle stáří stromu a lokality obsahuje dřevo dubu 5–25 letokruhů bělového dřeva.

Je také důležité upozornit na fakt, že rok, kdy došlo ke skácení stromu, nemusí odpovídat roku, ve kterém byl daný strom použit k výrobě datovaného konstrukčního prvku. Při interpretaci je tedy nutné brát v úvahu, že dřevo nemuselo být zabudováno ihned po svém skácení, ale mohlo být nějakou dobu vysoušeno nebo transportováno, proto také může dojít k odchylkám mezi výsledky dendrochronologického datování a údaji z archivních pramenů nebo dochovaných nápisů na stavbách. Dále je nutné počítat s možností, že dřevo bylo druhotně použito, i když se nejedná o příliš častý jev.

Kromě samotného dendrochronologického datování lze z výsledků vyvodit i další zajímavé poznatky týkající se například ročního období lesní těžby. Pokud je podkorní letokruh na datovaném vzorku dobře zachovalý, je možné určit roční období, kdy byl strom pokácen. Pokud je u podkorního letokruhu zachováno pouze jarní dřevo, které se tvoří v první polovině vegetačního období, strom musel být pokácen během jara nebo počátkem léta. Naopak přítomnost letního dřeva u podkorního letokruhu ukazuje, že strom byl pokácen mezi koncem vegetačního období jednoho roku a počátkem vegetačního období roku následujícího.

Použitá literatura

- [1] KAENNEL, M.; SCHWEINGRUBER, F. H. 1995. *Multilingual Glossary of Dendrochronology: Terms and Definitions in English, German, French, Spanish, Italian, Portuguese and Russian*. Birmensdorf, Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research. Berne, Stuttgart, Vienna: Paul Haupt Publisher, s. 91–92.
- [2] DOUGLASS, A. E. 1937. *Tree rings and chronology*. Bulletin, University of Arizona, 8(4). Physical Science Series 1.
- [3] BAILLIE, M. G. L.; PILCHER, J. R. 1973. A simple Cross-dating Program for Tree-Ring Research. *Tree Ring Bulletin*, 33, 7–14.
- [4] HOLLSTEIN, E. 1980. Mitteleuropäische Eichenchronologie. In: *Trierer Grabungen und Forschungen*. Band XI. Mainz a Rh: Phillip von Zabern.
- [5] ECKSTEIN, D.; BAUCH, J., 1969. Beitrag zur Rationalisierung eines dendrochronologischen Verfahrens und zur Analyse seiner Aussagesicherheit. *Forstwiss. Centralblatt*, 88, 230–250.

Kontakty

Ing. Tomáš Kolář, Ph.D.: tomas.kolar.und@mendelu.cz

doc. Ing. Michal Rybníček Ph.D.: michal.rybnicek@mendelu.cz