

# Letokruhy dubu jako řez časem

## II. Irsko a severozápad kontinentu Evropy

**Dub (*Quercus*) je jedinou dřevinou, jejíž letokruhy se podařilo získat souvislou řadu delší než 10 tisíc let, končící současností. První pokus o prodloužení letokruhové řady dubu ze středověku do starověku startoval počátkem 70. let na jihozápadě Německa, současně se snahou o využití subfosilních kmenů dubu a borovice (*Pinus*) ze sedimentů řečišť velkých toků k protažení chronologie do ještě hlubší minulosti. O tomto vysoce úspěšném pokusu, který poskytl řez celým holocémem a závěrem glaciálu o délce 12 450 let, referoval první díl článku (Živa 2022, 3: 123–126). Tento díl podává zprávu o druhém pokusu, kdy zdrojem byly opět subfosilní kmeny dubů, avšak z úložišť docela jiného typu – rašelinišť. Jejich hojný výskyt v přírodním i použitém stavu (jako stavební konstrukce) v Irsku a méně hojný výskyt v Dolním Sasku a Nizozemsku byl známým faktem, od 60. let existovala i radiokarbonová data o jejich stáří.**

Dub však v rašeliništi žít nemůže. Proto tento zdroj (peat bog oaks, Torfeichen, Mooreichen), duby „rašeliništní“ či „bažinné“, budil pozornost řady autorů (např. Leuschner a kol. 1985). Fenomén jevu je vázán na plochý reliéf se sítí meandrujících toků a s mozaikou terénu s normální i vysokou hladinou podzemní vody. Plochy s normální hladinou obvykle porůstají právě doubravy, naopak ty s vysokou hladinou pokrývají mokřady různého typu; na území s výrazně atlantským klimatem velmi často rašeliniště. V terénu dochází k dlouhodobým změnám výše hladiny v závislosti na meandrování vodní sítě, na změnách klimatu a v pozdní fázi i vlivem člověka. Na jedné straně doubravy obsazují vysychající mokřady, na straně druhé zanikají a jejich kmeny končí v rašelinném sedimentu, v dlouhém časovém horizontu i opakovaně. Počátkem 70. let se pro tuto druhou, „irskou“ cestu rozhodli Michael Baillie, Jonathan Pilcher a David Brown z Queen's University v Belfastu. V té době ale nikdo netušil, která z obou cest bude úspěšnější.

### Stejný cíl...

Při tvorbě chronologie nutno začít obvyklým způsobem, tedy živými stromy, a pokračovat použitým dřevem, obdobně jako to učinili Bruno Huber nebo Ernst HOLLSTEIN na jihozápadě Německa. Práce hned od počátku narazila na potíže sice nikoli nečekané, avšak pro Středoevropu docela překvapivé, a ubírala se dále vlastními cestami. Příčinou byly rozdíly vyplývající z irské historie, spíše společenské než přírodní. Lesy s podstatným podílem doubrav byly ve vegetaci Irsku v období atlantiku vysoce dominantní; tvořily asi 95 % území. Významným rozdílem oproti větší části kontinentu byla absolutní absence smrku

(*Picea*), jedle (*Abies*) a buku (*Fagus*) – tyto dřeviny do Irsku ze svých glaciálních refugií vůbec neprošly. Již v neolitu (asi 4000 let př. n. l.) registrují pylové diagramy (např. Plunkett 2007) pokles zastoupení dřevin a postupný nárůst četných indikátorů pastvy, který dále graduje až do počátku doby železné. Pokračující úbytek lesů v době bronzové a železné souvisí s hutnictvím kovů. Po ovládnutí území Vikingy (840) a Normany (1169) bylo pro oblast charakteristické budování dřevěných pevností a vznik městských sídel s převahou dřevěných konstrukcí (např. Dublin jako sídlo postupně Vikingů a Normanů). Tím byl proces odlesnění většího území jihu Irsku téměř dokonán (obr. 2–9). Středověkem počíná intenzivní exploatace rašelinišť jako zdroje paliva, ale také staveb-



1 Mapa Irsku. Zeleně národní parky, modře lokality objektů zmiňovaných v textu

2 Irský národní park Glenveagh. Vysočina při severozápadním okraji ostrova v blízkosti starého centra Derry, od raného středověku vystavená intenzivnímu využívání, strmější svahy jsou často silně erodovány. Foto J. Werner

3 NP Ballycroy. Březina jako náhradní vegetace, častý typ lesa v Irsku. Původně doubrava, od středověku do 19. století pastvina, po ukončení pastvy spontánně obsazena břízou (*Betula*). Foto R. Schoeps

4 a 5 NP Connemara v Irsku. Mírně zvlhčený terén na západním okraji ostrova, ve středověku byl vystaven zemědělské exploataci. Mozaika rašelinišť, zarůstajících luk po jejich odvodnění a vřesovišť. Foto S. Stockli (obr. 4) a J. Fehre (5)

6 NP Burren, rovněž území Irsku. Nížina, převážně rovina. Mozaika ploch s různě vysokou hladinou podzemní vody, analogie někdejší mozaiky doubrav a mokřadů, zdrojů subfosilních kmenů. Foto L. Lisaght

ního materiálu, často jediného dostupného. Tím jsou kmeny nacházené při těžbě rašeliny. Dlouhodobý sociální neklid se promítl do struktury osídlení – osady a samoty byly budovány spíše jako provizoria, odkud bylo možné se snadněji přesunout jinam. Odpovídající typ specificky irské rurální architektury zanechal dlouhodobý otisk a uplatnil se i v letech krize 17. století. Smrtí Alžběty I. a nástupem Jakuba I. na britský trůn v r. 1603 začíná tudorovská kolonizace severního Irsku – Ulsteru. Koruna konfiskuje 6 ulsterských hrabství, své dluhy anglickým a skotským protestantským pánům splácí, zejména v období 1608–13, předáním území v Irsku, což zahrnovalo vyhnání původních obyvatel mimo konfiskované území a vypálení jejich osad. Tradiční architektura irského venkova byla pro nové kolonisty nepřijatelná, nahrazovali ji hrázdnými domy. Situaci obrací Irské povstání let 1641–52. Hlavní zbraní je opět vypalování osad, tentokrát kolonistů. Všechny tyto události vedou k úplné ztrátě přirozených zdrojů dřeva v Ulsteru. Od konce 17. století se již na Britské ostrovy běžně dováží dřevo ze Skandinávie. Chudé vrstvy si použití drahého dovezeného dřeva nemohou dovolat, což velmi zesílilo používání kmenů z rašeliny.

### ... ale docela jiné problémy

Prvním problémem byl nedostatek starých živých stromů. Inventarizace možných zdrojů v rámci Britských ostrovů (šlo o skupiny alespoň 10 stromů) vedla ke zjištění existence pouze 18 skupin, z toho 7 v Irsku. Naprosto převažovaly stromy mladší 200 let, výjimkou byly stromy ze zbytků původních doubrav ze Skotska, jejichž letokruhy dosáhly poloviny 15. století. Začalo být jasné, že vytvoření souvislé chronologie dubu založené výhradně na materiálu z Irsku není možné. Pokus o vzájemné křížové datování všech 18 skupin potvrdil, že lze provést vzájemnou spolehlivou synchronizaci letokruhových řad dubu v rámci Britských ostrovů (obr. 10), což vlastně umožnilo pokračování projektu. Druhým problémem se stal fakt, že se ve stavebních konstrukcích



nedochoval dostatek dřeva, které „přežilo“ krizi 17. století. Zní to neuvěřitelně, ale ukázalo se, že dřevo s letokruhy 1500–1650 má v Irsku pouhých pět domů, z nichž asi nejznámější je zámek Hillsborough Fort v hrabství Down. Pro srovnání, v doposud zpracovaném materiálu z České republiky ([www.dendrochronologie.cz/databaze](http://www.dendrochronologie.cz/databaze)) tuto sekvenci vykazuje téměř 500 objektů (ovšem s naprostou převahou jedle). Navázání letokruhových řad z živých stromů a užitého dřeva přitom představovalo u nás i třeba v Německu tu vůbec nejsnadnější operaci při sestavování chronologií. Překonání letopočtu 1500 nicméně bylo pro chronology velkou úlevou. Hluběji pokračují téměř už jen prameny archeologické.

Jakákoli obdoba bohatých chronologií gotické architektury střední Evropy vytvořené na dosud funkčních stavbách v Irsku neexistuje – nahrazuje ji chronologie zaniklých objektů, např. níže zmíněná z Dublinu. Na druhé straně nám ale Irsko nabízí překvapení tentokrát s opačným znaménkem. V Německu dlouho nepřekročitelná překážka – překonání doby stěhování národů – se v Irsku ukáže být „hračkou“ (obr. 11) zásluhou objektů nám Středoevropanům téměř neznámých, jak si ukážeme dále.

#### Kranogy a horizontální mlýny

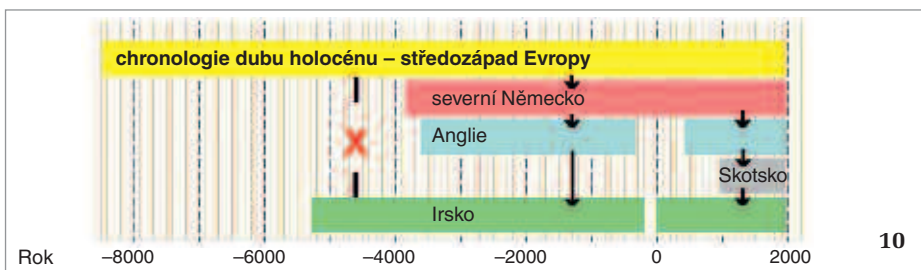
Kranog (irsky crannóg, obr. 12) je umělý nebo upravený přirozený ostrov v jezeře či ústí řeky s funkcí obydlí. Základ stavby

a přístupový most tvořila masivní dřevěná konstrukce. V Irsku byly kranogy používány pět tisíciletí, od neolitu až ojediněle do konce 17. století. Jejich opravdu hromadný výskyt v Irsku končí kolem r. 800 př. n. l., úhrnem je jich evidováno asi 1 200. Známý jsou i ze Skotska a Walesu, avšak pouze z neolitu. Dnes mají kranogy většinou podobu ostrovů o průměru 10–30 m, pokrytých hustou vegetací, pro nepřístupnost pasoucímu se dobytku. Pro irskou dendrochronologii se staly požehnaním, jejich ukotvení trvale pod hladinou vody dřevo dokonale konzervovalo.

Horizontální mlýn představuje konstrukci s jedinou osou celého zařízení, bez jakýchkoli mechanických převodů (obr. 13). Robustní náhony a žlaby z mohutných dubových kmenů jsou podstatným zdrojem letokruhových řad, ale často i jediným pozůstatkem mlýna. Jejich nálezy byly v minulosti někdy mylně interpretovány jako lodě nebo i „holy wells“, posvátné studny dávné keltské mytologie. I pod takovým označením získal Baillie mnoho materiálu z britských muzeí. Nejstarší nálezy patří době římské (kolem r. 260 n. l.), tradice tohoto typu mlýna v různých variantách přetrvávala v Irsku ojediněle až do poloviny 19. století.

#### Středověk

Prodloužení chronologie před r. 1500 včetně období stěhování národů a dále až do doby počátku letopočtu, umožnila v Irsku archeologie (podrobně viz obr. 11). Tam ale absence archeologických zdrojů Irska otevřela velkou mezeru: 13–229 př. n. l.



Tu dokonale vyplnil materiál z doby římské okupace Anglie (43–140 n. l.), z lokalit Londýn-Southwark (252 př. n. l. – 255 n. l.) a Carlisle, Hadriánův val (z doby 345 př. n. l. – 90 n. l.).

### Starší větev: kmeny z rašelinišť

Dále do minulosti už vedl jen zdroj, kvůli kterému vlastně práce začala – kmeny dubů z rašelinišť. Získávání subfosilních kmenů v Německu i v Irsku mělo jeden společný rys, naprostou nahodilost výběru materiálu a z toho plynoucí dlouhé čekání na úplné propojení plovoucích úseků. Zatímco na kontinentě jsme odkázáni na nálezy kmenů při těžbě šterkopísku, v Irsku byly pramenem kmeny uvolněné při těžbě rašeliny a často jako již použitý stavební materiál v usedlostech. Příznačná je i nerovnoměrnost ukládání kmenů v rašelině (obr. 14). Byly ale další zdroje starší větve: řada kranogů, kultovní objekt Navan Fort (ve staré irštině Emain Macha), duchovní a kulturní centrum pozdní doby železné (obr. 15), a hařovná cesta Corlea z r. 147 př. n. l., zřejmě také předmět kultu,

protože končí uprostřed močálu. Souvislá řada starší větve nakonec získala rozsah 5289–229 př. n. l. Ten se již nepodařilo rozšířit v žádném směru. Rok 5289 byl tedy definitivním závěrem irské cesty (např. Baillie 1985) a irská chronologie dubu se stala druhou nejdelší, pokud jde o datování nejstaršího letokruhu. Toto umístění však už neplatí (viz tab. 1). Byla překonána chronologií dubu Dolního Saska, založenou na obdobném subfosilním materiálu z rašelinišť (Leuschner a kol. 2002), a nejnověji chronologií dubu ČR, jejíž nejstarší část, vydřevených studní z období neolitu, kultury lineární keramiky (Rybníček a kol. 2018, 2020), zahrnuje sekvenci 5490 až 5094 př. n. l., přičemž studna z Ostrova nad Ohří je světově nejstarší dřevěnou konstrukcí datovanou dendrochronologicky.

### Přínos irské cesty

Nabízí se otázka, jaký byl vlastně přínos irské cesty. Původní plán získat co nejstarší letokruh pro korekci radiouhlíkové datace dokonale splnila chronologie z kontinentu. Každá dlouhá letokruhová

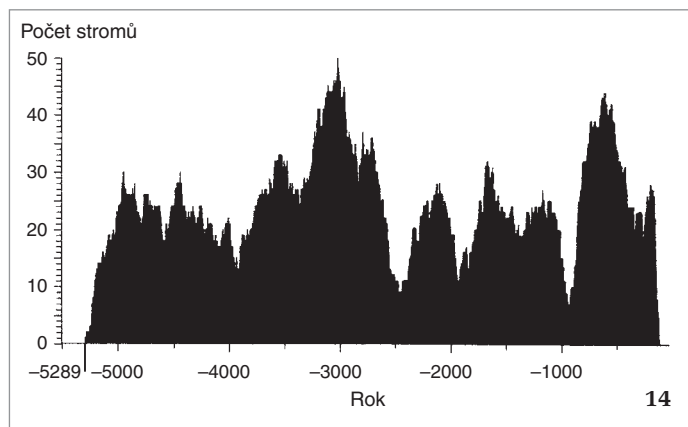
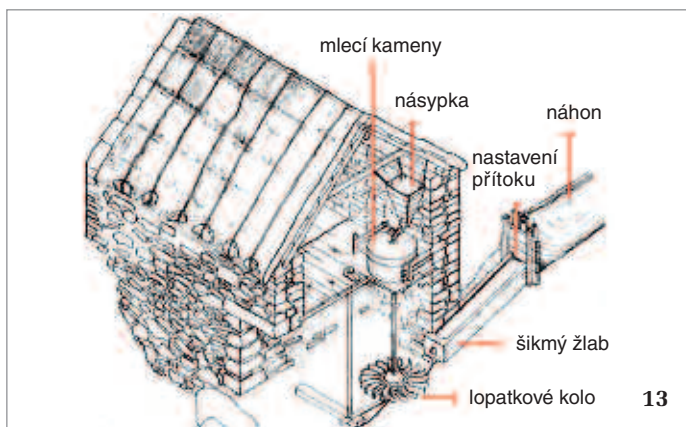
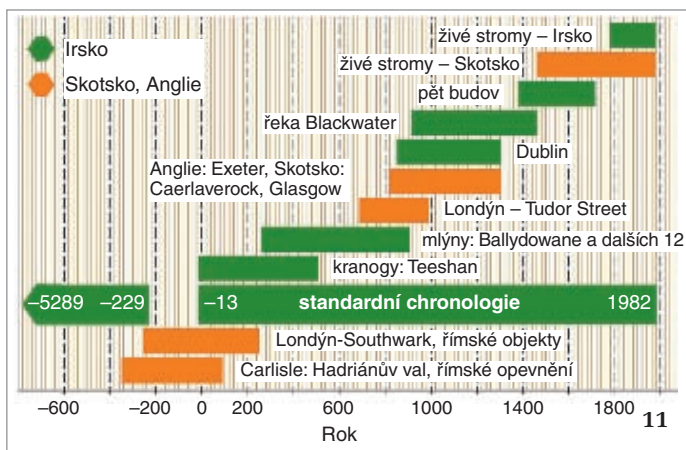
**7 a 8** NP Killarney, nejstarší objekt ochrany přírody v Irsku, zřízený r. 1932. Vyobrazené části jsou 90 let ponechány přirozenému vývoji. Foto H. Walsh (obr. 7) a A. Lambe (8)

**9** Wicklow Mountains. Jediné irské pohoří dosahuje nadmořské výšky do 900 m, v oblasti probíhá intenzivní zalesňování. V borovém lese na pozadí je zastoupena i borovice vejmutovka (*Pinus strobus*), původem z východu Severní Ameriky. Zalesňování dávno odlesněných ploch touto borovicí se v Irsku obecně ukazuje jako podstatně úspěšnější než obdobné využití b. lesní (*P. sylvestris*). Foto B. Staunton

**10** Chronologie dubu středozápadu Evropy a Irsku byly sestavovány zhruba současně. Brzy se ukázalo, že jejich křížové datování (synchronizace) s dostatečnou spolehlivostí možné není, jsou zkrátka příliš odlišné. Naproti tomu v rámci Britských ostrovů dostatečně vysoká shoda chronologií umožňuje vzájemné doplňování (viz obr. 11). Nakonec se našel i „most“ mezi Britskými ostrovy a kontinentem – stala se jím severoněmecká chronologie dubu Hanse-Huberta Leuschnera a Axela Delormeho.

**11** Schéma složek irské chronologie dubu. Nedostatek starých živých stromů nahradila skupina až 260letých dubů ze Skotska. Při naprosté absenci funkčních gotických dřevěných konstrukcí umožnila prodloužení chronologie před r. 1500 archeologie v povodí řeky Blackwater jižně od jezera Neagh v Severním Irsku. Kranogy, mlýny, most a mohutný kmen v sedimentu řeciště poskytly interval let 919–1462. S úsekem je téměř souběžná bohatě proložená chronologie Dublinu z let 855–1306, výhradně z archeologického materiálu. Doba stěhování národů, tedy „Temný věk“ (Dark Age) Angličanů a Irů, je v Irsku bohatě zastoupena mlýny a kranogy mimo jiné z oblasti Ballydowane na jihu (roky 260–970); její spolehlivé propojení na chronologii Dublinu ale musely zajistit letokruhové řady z Anglie a Skotska. Až do počátku letopočtu protáhly chronologii obdobné objekty na přítocích do jezera Neagh v oblasti Teeshan na severu.

**12** Řeka Blackwater v Irsku – pozůstatky kranogů na slepém rameni. Foto F. Winkler. Obr. 2–9 a 12 převzaty z Pixabay, v souladu s podmínkami použití



**13** Horizontální mlýn. Hnací vodní kolo má vodorovnou polohu, proud vody je na lopatky přesně usměrněn dřevěným náhonem a žlabem s kónickým zúžením. Upraveno podle: C. Rynne, University College Cork, Irsko

**14** Rozložení nálezů dubových kmenů z rašelinišť. Příznačná je nerovnoměrnost ukládání v čase. Vůbec nejbohatší byly sekvence let 3500–2700 a 770–400 př. n. l., kdy proložení přesahovalo 30 kmenů, s maximem 51, nejchudší byly sekvence 2600–2400 a 1000–850 př. n. l., kdy proložení pokleslo pod 12, s minimem 7 kmenů. Podle: D. M. Brown a kol. (1986, 2012)

chronologie však má, kromě standardu pro datování kulturních artefaktů, cenu jako zdroj pro rekonstrukci klimatu v minulosti. Pro irskou to platí mnohonásobně. Stručně řečeno, její autoři rozlišili na jejím průběhu čtyři úseky (po letech 1628, 1159, 208 př. n. l. a 536 n. l.) s extrémně úzkými letokruhy (např. Baillie 1995). Postupně se ukázalo, že šlo o období výrazného globálního ochlazení a následně začal být odkrýván a řešen řetěz problémů příslušný širší geochronologii, se vztahy často složitě provázanými (citace prací najdete na webové stránce Živy):

- velké vulkanické erupce jako zdroj aerosolu s ionty  $SO_4^{2-}$  ve vysokých vrstvách atmosféry a s tím souvisejícího ochlazení klimatu (např. D'Arrigo a kol. 2013);
- kyselé vrstvy v antarktickém a grónském ledovci jsou záznamem právě uvedeného jevu, obecněji: chemismus přírůstkových vrstev („letokruhů“) ledovců představuje další významný signál geochronologie (např. Baillie a McAneney 2015);
- zvláštní reakce xylému – mrazový leto-kruh (obr. na 2. str. obálky) jehličnanů

**Tab. 1** Chronologie dubu s dosahem před r. 1500 n. l. Kladná hodnota letopočtu – n. l., záporná hodnota – př. n. l., subfosilní zdroj: M – minerální substrát, kmeny z aluvií řek, R – kmeny z pohřbené doubravy, 0 – bez subfosilního zdroje

Území	Nejstarší letokruh	Subfosilní zdroj	Autoři
Evropa – středozápad	-8480	M	M. Friedrich, S. Remmele, B. Kromer, J. Hofmann
Dolní Sasko	-6628	M	H. H. Leuschner
Česká republika	-5470	M, R	T. Kolář, M. Rybníček, T. Kyncl, P. Kočár, B. Muigg, W. Tegel, J. Peška, R. Sedláček
Irsko	-5289	R	J. R. Pilcher, M. G. L. Baillie, B. Schmidt
Německo – sever	-3824	R, M	H. H. Leuschner, A. Delorme
Anglie	-3200	M	D. M. Brown
Polsko – jih	-434	M	M. Krapiec
Nizozemsko	427	R	E. Jansma
Švédsko – jihozápad	621	M	T. Bartholin, H. Linderson
Francie – úval Mosely	671	M	C. Larelut, V. Tegel, J. Vanmoerkerke
Belgie – Valonsko	671	R, M	P. Hoffsummer
Francie – Burgundsko	681	M	G. Lambert, C. Lavier, F. Guibal
Sasko – střed a jih	777	M	V. Tegel
Polsko – Dolní Slezsko	780	M	M. Krapiec
Slovensko	967	0	O. Prokop, T. Kolář, U. Büntgen, J. Kyncl, T. Kyncl, M. Bošela, M. Choma, P. Barta, M. Rybníček
Francie – oblast Paříže	854	0	V. Tegel
Rakousko – východ	1172	0	D. Geihofer, M. Grabner, J. Gelhart, R. Wimmer
Švýcarsko – sever	1206	0	R. Kontic, O. U. Bräker, V. Nizon, R. Müller
Rakousko – severní podhůří Alp	1291	0	D. Geihofer, M. Grabner, J. Gelhart, R. Wimmer
Maďarsko	1370	M	A. Grynaeus
Slovensko	1442	0	K. Čufar, M. D. Luis, M. Zupančič, D. Eckstein

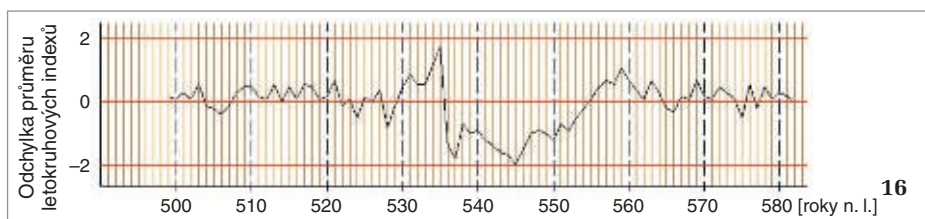
v oblastech s velmi krátkým vegetačním obdobím, mimo jiné borovice dlouhověké (*P. longaeva*) v Kalifornii (např. LaMarche a Hirschboeck 1984), b. sibiřské (*P. sibirica*) v Mongolsku (D'Arrigo a kol. 2001) a na Sibiři (Churakova a kol. 2014) a b. lesní (*P. syl-*

*vestris*) ve Finsku (Helama a kol. 2019), je v obdobích Baillieho chladných period často synchronní v globálním rámci;

- možné projevy impaktů mimozemského původu (Baillie 2006), kosmogenní události jako příčiny změn ve tvorbě izotopu



15



16

uhlíku  $^{14}\text{C}$ , zaznamenané letokruhy (Büntgen a kol. 2014, 2018).

Poslední, nejmladší chladná perioda (536–545 n. l.) zaznamenává velký zájem nejen ve vědách přírodních, ale i společenských, a to v širokém rozsahu. Teprve soubor poznatků z předchozího výčtu umožnil nahlédnout podstatu dějů známých jako období kumulace katastrof Justiniánské éry a zároveň jako poslední fáze doby stěhování národů, zahrnující i migraci Slovanů do střední Evropy.

● **Pohled historie** (např. Baillie 1995): Podle pramenů z Říma se r. 536 objevila jakási „suchá“ či „žlutá“ mlha (nebula arida, nebula flava), slunce zahalil prachový závoj. Během následujících dvou let trpělo celé Středozeří neúrodou a hladem. V letech 541–543 proběhla v Byzanci první evropská epidemie moru, „Justiniánský mor“, a asi postupně zachvátila celou Evropu (544 až 545 Irsko). V téže době začíná ve východní Evropě migrace směrem na jih, kumulace na jihu ji směřuje na západ, což se týká zejména Slovanů. Ti r. 550 dosahují hranic Byzance (Barford 2008). Obdobně přesuny jižním směrem ve Skandinávii asi vedou ke genezi a rozvoji fenoménu Vikingů jako agresivního živlu (Heather 2009). Autor má pro tuto dobu pojmenování Birth of Europe (zrození Evropy).

● **Pohled geochronologie:** Pro dobu prodlouženou až na sekvenci let 536 až zhruba 660 byl zaveden název Pozdní antická malá doba ledová – LALIA (the Late Antique Little Ice Age, Büntgen a kol. 2016). Provázejí ji všechny znaky „globálního chladu“: kyselé vrstvy v ledovcích, mrzavé letokruhy ve Finsku, na Sibiři, v Mongolsku (obr. na 2. str. obálky). Stala se předmětem širokého výzkumu a publikační aktivity, z níž vybírám dvě studie.

Lars Berg Larsen z Kodaňské univerzity se 14 spolupracovníky (2008) vyhodnotili všech 7 tehdy již existujících chronologií, které zahrnovaly období LALIA, i jejich průměr z hlediska odchylek od normálu

(obr. 16) a všechny vrty do ledovců Arktidy i Antarktidy. Hodnoty porovnali s parametry erupce sopky Tambora v r. 1815, v historické době největší známé, s cílem zjistit či upřesnit data o příčině efektu LALIA. Závěry: Hypotéza impaktu tělesem z kosmu zamítnuta. Šlo o sérii vulkanických erupcí, z nichž ta první z r. 536 byla intenzivnější než erupce Tambora a je přibližně lokalizována do tropů Starého světa. Zamlžení ovzduší, způsobené aerosolem vulkanického původu, má jistou obdobu i v případě Tambory. Vrstva ledovců příslušná r. 536 je natolik extrémní svým chemismem (obsahem síry, hodnotou pH), že je navržena jako referenční pro srovnávání nebo synchronizace chronologií ledovců.

Kolektiv 16 autorů v čele s Úlfem Büntgenem (2016), který kromě Velké Británie a Švýcarska působí také na Masarykově univerzitě a v Ústavu výzkumu globální změny AV ČR, zpracoval data nové dlouhé chronologie modřínu sibiřského (*Larix sibirica*) z Altaje a Sajanu a jejich shodu s dalšími obdobnými zdroji s ohledem na 20 největších vulkanických erupcí období našeho letopočtu. Upřesňuje datování erupcí v periodě LALIA do let 536, 540 a 547 n. l. Nachází četné souvislosti mezi klimatickými změnami a demografickými a politickými ději, mimo jiné ve střední a východní Asii (Čína, turkické etnikum, Avari) a Arábii (ochlazení a zvlhčení klimatu jako podpora vzestupu islámské říše).

#### Další chronologie dubu a jejich význam

Dvě chronologie dubu, které byly tématem obou dílů článku, byly nejstaršími, ale zdaleka ne jedinými v rámci Evropy (tab. 1). Nabízejí se otázky týkající se jejich tvorby: Co mají společného a čím se liší? Odpověď překračuje téma článku, proto, velmi zjednodušená, zní: Společný mají vznik mladších úseků, kde zdrojem jsou nejstarší živé stromy a použité dřevo z historických staveb. Naopak ty největší rozdíl se objevují ve starších úsecích, hlavně v tom z pohledu

15 Rekonstrukce kultovního objektu Navan Fort (staroirsky Emain Macha) z pozdní doby železné. Byl vybudován r. 95 př. n. l., nedlouho poté vyplněn štěrkem a (zřejmě úmyslně) vypálen a překryt zeminou. Díky nedostatečnému přívodu vzduchu dřevo většinou zuhelnatělo. Hlavním zdrojem letokruhů byl středový sloup z kmene mohutného dubu. Převzato z Wikimedia Commons, v souladu s podmínkami použití

16 Lars Berg Larsen z Kodaňské univerzity se spolupracovníky vyhodnotili 7 chronologií jehličnanů severní polokoule citlivých na teplotu ve vegetačním období, zasahujících do období Pozdní antické malé doby ledové (LALIA, blíže v textu) – borovice lesní z NP Abisko v severním Švédsku, jezera Hackren ve středním Švédsku a finského Laponska, borovice limby (*P. cembra*) a modřínu opadavého (*Larix decidua*) z Východních Alp, m. sibiřského (*L. sibirica*) z poloostrova Jamal na Sibiři a m. Gmelinova (*L. gmelinii*) ze sibiřského Tajmyru. Graf ukazuje odchylku průměru letokruhových indexů všech vyjmenovaných chronologií. Upraveno podle: L. B. Larsen a kol. (2008). Všechny orig. J. Kyncl

dendrochronologie „nešťastném“ období stěhování národů. Tam si každý tvůrce chronologie musel najít svou cestu.

Prvotním cílem bylo získat celulózu s co nejstarším a na rok přesným datem jejího vzniku fotosyntetickou asimilací vzdušného oxidu uhličitého pro kalibraci radiokarbonového datování. Toho dosáhla chronologie dubu a borovice středozápadu kontinentu Evropy s délkou téměř 12,5 tisíce let. Další místo v pomyslné soutěži o nejstarší letokruh dnes zaujímá 9,1 tisíce let dlouhá chronologie subfossilních kmenů borovice limby (*P. cembra*) a modřínu opadavého (*L. decidua*) z alpských ledovců (Nicolussi a kol. 2009) následovaná řadou chronologií dubu (tab. 1). Nejzávažnějším požadavkem, který mohou dlouhé letokruhové chronologie plnit, jsou dnes dlouhodobé rekonstrukce proměn klimatu. Právě chronologie vysokohorských dřevin Alp je typickou chronologií citlivou na teplotu ve vegetačním období (temperaturosenzitivní) a její autoři ji bohatě využili pro rekonstrukci teplotní složky klimatu. Chronologie dubu střední Evropy, včetně ČR, jsou obdobně citlivé na srážky (precipitaciosenzitivní). Pro rekonstrukci faktoru srážek tak již byly využity jak česká (Büntgen a kol. 2011), tak slovenská (Prokop a kol. 2016) chronologie dubu. Význam vztahu klimatu a letokruhů roste v souvislosti se stoupajícím počtem zpracovaných letokruhových řad a s aktuálními proměnami klimatu. Skutečnost, že dlouhé chronologie jsou zpracovány pro všechny kontinenty se stromy či lesy, umožňuje ostřeji rozlišovat na úrovni kontrastu jevů lokálních a globálních. Pole geochronologie se neustále rozšiřuje ve dvou rozměrech – v počtu vstupujících disciplín, nejen přírodovědných, a v objemu nového poznání. Chronologie letokruhů do tohoto širokého pole vstupuje často v nečekaných souvislostech. Ale to je téma daleko přesahující dílčí pohled našeho článku.

Použitá literatura uvedena na webu Živý.