

DENDROCHRONOLOGIE JAKO TÉMA VE VÝUCE TECHNOLOGIÍ ZÁKLADNÍCH ŠKOL

TVARŮŽKA Václav, CZ

Resumé

Dendrochronologie je obor, který vznikl jako sekundární efekt astronomických pozorování, zejména sluneční aktivity a klimatických změn. Cílem tohoto článku je popsat důležité souvislosti a předložit toto téma jako téma inovační pro výuku technologií na základních školách. Práce s Presslerovým nebozezem, měření přírůstku dřeva je velmi používanou metodou určování stáří dřeva a uměleckých artefaktů. Toto téma v sobě integruje velkou šíři vědních oborů, činností, fyzikálních a přírodovědných poznatků. Toto téma je možno začlenit jako vhodnou úlohu praktických laboratorních prací při výuce technologií.

Klíčová slova: Dendrochronologie, laboratorní práce, Presslerův nebozez, výuka, technologie.

DENDROCHRONOLOGY AS A TOPIC IN TECHNOLOGICAL EDUCATION AT PRIMARY SCHOOLS

Abstract

Dendrochronology is a branch that came into existence as a secondary effect of astronomical observation mainly a sunny activity and climatic changes. The paper deals with the description of important connections and presentation of this topic as an innovative topic for education at primary schools. Work with the Pressler auger, measuring of wood grow is very used method for determination of the wood age and artefacts. This topic integrates a huge scale of science disciplines, activities, physical and natural knowledge. This topic is possible to use as a suitable task for practical laboratory work in technological education.

Key words: Dendrochronology, laboratorní práce, Pressler Dendrochronological borer, výuka, technologie.

Úvod

V rámci řešení projektu ESF „Okna vědy dokořán“ cz.1.07/2.3.00/45.0004 jsme byli postaveni před úkol, vytvořit úloha a laboratorní úlohy, které by umožňovaly představit vědecká témata v širších a praktických souvislostech. Pokud máte „otevírat okna vědě“, nelze si nevzpomenout na „paralelu“ - známý popularizační program dr. Jiřího Grygara. Mimo jiné laboratorní vybavení, jsme zakoupili rovněž astronomické dalekohledy pro amatérské pozorování hvězdné oblohy. Je známým faktem, že astronomie je obor, který není zahleděn „jen ke hvězdám a do sebe sama“, ale vždycky byl a vždy bude velkou inspirací a zřídlem pro vědy nové. Stejně tak bylo i v našem projektu. Díky astronomii jsme mohli představit obory vědy a techniky v širších souvislostech. Tento článek popisuje téma dendrochronologie, tak, jak jsme jej představovali žákům základních a středních škol v rámci aktivit „Měření kolem nás“ a „Technologický den“.

RVP pro základní vzdělávání popisuje možnost uplatnění technologických a vědeckých témat: „Vzdělávací oblast člověk a svět práce postihuje široké spektrum pracovních činností a technologií, vede žáky k získání základních uživatelských dovedností v různých oborech lidské činnosti a přispívá k vytváření životní a profesní orientace žáků. Koncepce vzdělávací oblasti Člověk a svět práce vychází z konkrétních životních situací, v nichž žáci přicházejí do přímého kontaktu s lidskou činností a technikou v jejich rozmanitých podobách a širších souvislostech...“

...Na 2. stupni je rozdělen na osm tematických okruhů *Práce s technickými materiály, Design a konstruování, Pěstitelské práce a chovatelství, Provoz a údržba domácnosti, Příprava pokrmů, Práce s laboratorní technikou, Využití digitálních technologií, Svět práce*. Tematické okruhy na 2. stupni tvoří nabídku, z níž tematický okruh *Svět práce* je povinný, a z ostatních školy vybírají podle svých podmínek a pedagogických záměrů minimálně jeden další okruh. Vybrané tematické okruhy je nutné realizovat v plném rozsahu.“

Pokud se učitel rozhodne vyučovat tematický okruh *Práce s laboratorní technikou*, musí mít dostatečnou nabídku vhodných laboratorních úloh a nabízet žákům témata, na kterých dokáže exponovat nové učivo. Dendrochronologie je téma, které se dotýká celé řady jevů a přírodních i technologických oborů. Právě toto téma doporučujeme, neboť umožňuje integrovat znalosti z různých vědních oborů. Laboratorní práce nejsou v RVP nařízeny, nicméně v době, kdy jsou žáci zasyceni informacemi s médií, je velmi žádoucí, aby učitelé využívali možnost reálné práce žáků na laboratorních úlohách.

1 Letokruhy stromů a datace

Skutečnost, že letokruhy stromů jsou specifickým „paměťovým médiem“, je žákům zpravidla známo. Každý letokruh je zpravidla přírůstek za dobu jednoho roku. To však neplatí obecně, neboť se může stát, že strom v průběhu roku vlivem biotických podmínek, například mimořádných událostí, či napadení škůdci, svůj letokruh i zdvojit. Na základě cyklů ročních údobí kalendářního roku, se mění vlivem změny vlhkosti a slunečního svitu velikost a tvar buněk. Proto v letokruhu zřetelně rozeznáváme jarní a letní dřevo, tj. přírůstky na jaře a v létě. Je logické, že v době větší vlhkosti, tj. na jaře jsou dřevní buňky větší, než v létě, kdy jsou buňky menší a tvoří tmavší proužek dřevního přírůstku. Prostým počítáním letokruhů například u poraženého stromu, můžeme zjistit, kdy byl zasazen. To však za předpokladu, že známe datum porážení stromu. Je jasné, že tento způsob zjištění uplatňuje destruktivní metodu. Dendrochronologie je však věda, která dokáže určit nejen stáří dřeva, ale také další informace, které se dají využít k dataci událostí a velmi cenných lidských výtvorů a artefaktů. Dendrochronologie je metodou exaktní, založená na přesném měření a statistickém zpracování, neexistuje u ní žádná tolerance. Vzorek dřeviny se buď podaří datovat do konkrétního roku, ve kterém bylo měřené dřevo ještě součástí živého stromu, nebo se jej nepodaří datovat vůbec.

2 Dendrochronologie

Dendrochronologie je však víc než prosté počítání letokruhů. Dendrochronologie je metoda, k zjišťování stáří dřeva založená na měření šířek letokruhů. Pokud považujeme za významnou hodnotu výuku kritického vědeckého myšlení u žáků, považujeme za vhodné, upozornit, že dendrochronologie jako vědecký obor je sekundárním produktem astronomických pozorování. U vzniku tohoto oboru stál americký astronom Andrew Ellicott Douglass. Právě on si poprvé všiml souvislosti mezi kolísáním sluneční aktivity a přírůstem stromu Borovice (*Pinus ponderosa*). Na tomto jevu lze velmi efektivně demonstrovat hledání faktorů, které ovlivňují růst dřeva a biomasy obecně. Je všeobecně známo, že u mnohých velkých objevů a vynálezů byla na počátku mnohdy jednoduchá úvaha, ale složitá důkazní práce.

V počátcích vzniku oboru bylo nutné odlišit a popsat faktory, které se podílejí na přírůstu dřevin. Astronom Douglass měl pro zkoumání dobré podmínky. Území spojených států je charakteristické tím, že v relativně dostupném území lze porovnat přírůsty dřevin polopouštních a mírného klimatu, čímž se prokazování stejných přírůstků výrazně zjednodušilo.

Srovnání přírůstků na nejstarších známých dřevinách – borovice osinatá (*Pinus aristata*) a *Pinus longaeva* rostoucích v polopouštních oblastech Arizony se prokázaly významné shody. U těchto stromů bylo sucho pravděpodobně jediným faktorem, který ovlivňoval jejich růstovou činnost. V takovýchto podmínkách se velmi zjednodušilo vysvětlení vztahu mezi klimatem a šířkou letokruhu, čemuž dříve biologové příliš nevěřili. To vedlo Douglassa k poznání, že změny šířky letokruhů po sobě následujících jsou identické u všech kmenů z téže oblasti.

Měření v této oblasti ukázalo na dva základní principy dendrochronologie:

Tím prvním je fakt, že stromy, rostoucí na jednom území a tedy i ve shodných klimatických podmínkách, vykazují stejnou reakci vyjádřenou množstvím přirostlého dřeva. Existuje tedy podobnost ve změnách šířky letokruhů v rámci porostu, zejména pokud se jedná o maximální a minimální hodnoty.

Druhým principem je možnost vytvoření „referenčních bodů“, které sestávají z odlišných letokruhových řad a dovolují, aby vzorky dřeva různého stáří byly vůči sobě navzájem spojovány překrýváním jejich společných sektorů. Soubory po sobě jdoucích změn šířky letokruhů tvoří specifickou řadu během staletí.

Prokazování závislosti shodností přírůstků pokračovalo. Vědci Bruno Huberovi se podařilo prokázat, že přírůsty letokruhů jsou například u dubu stejného stáří ve stejné oblasti totožné. Toto zjištění pak umožnilo sestavit posloupnost šířky letokruhů do dávné minulosti. Stačilo porovnávat letokruhy ze staveb a nálezů, u nichž se vědělo, kdy byly postaveny. Dendrochronologie spočívá v přesném měření a statistickém porovnávání přírůstků v daném regionu a vytváření a zpřesňování dendrochronologických standardů, což jsou referenční vzorky ročních přírůstků sloužící pro porovnávání.

Sleduje se takzvaný „překryv“, tedy vzorky dnes žijících starých stromů, jejichž stáří lze přesně určit například do doby 300let. Dále pak vzorky dřevin ze staveb, u kterých víme datum stavby a také zbytky dřevin uložené v usazeninách řek a bažin, jejichž stáří lze určit z množství usazenin (sedimentů). K určení je nejvhodnější vzorek s minimálním počtem 40 až 50 letokruhů. Analýza vzorku s 100 letokruhy už přináší velmi přesné výsledky.

Z měřených údajů se zpracovávají takzvané standardní chronologie, které se stále zpřesňují novými vzorky. Při zpracování většího souboru dřev je prvním krokem po jejich změření vzájemné srovnání jednotlivých naměřených křivek. Snahou je najít takovou pozici křivek, kdy tyto spolu výborně korelují, tzn., že mají shodnou charakteristiku. Statistickým zprůměrováním křivek vznikne tzv. křivka střední, která zvýrazní společné výkyvy související s klimatickými změnami a potlačí všechny ostatní oscilace způsobené jinými vlivy.

3 Realizace výukového plakátu

Pro samotný výklad jsme zajistili výukový plakát ve formátu A1, viz obrázek 1. Výukový plakát jsme koncipovali tak, abychom ho mohli použít při výkladu s tím, že bude umístěn v prostorách škol, které se projektů zúčastnily jako trvalé výukové médium pro samostudium žáků. Využili jsme možnosti grafického zpracování profesionálním grafikem. Grafické zpracování provedl grafik Zdeněk Abendroth – Abe art. Tato realizace mohla být provedena díky projektu Okna vědy dokořán. cz.1.07/2.3.00/45.0004. Při jeho realizaci jsme se opírali o tiskové zprávy o využití dendrochronologie v praxi. Považovali jsme za důležité zdůraznit, že tento obor se využívá například při ověřování pravosti vzácných uměleckých předmětů, jako jsou sochy Národní galerie v Praze. Rovněž je z hlediska správného chápání vědy upozorňovat, že využití tohoto vědního oboru je velmi důležité pro výzkum změn klimatu, dataci archeologických výzkumů.

4 Praktické cvičení s žáky

Na základě množství výukových hodin v rámci projektu, jsme sesbírali zkušenosti s expozicí tohoto tématu. Pro samotný výklad jsme zajistili výukový plakát ve formátu A1, Presslerův nebozez, část čerstvě pokáceného kmene smrku o průměru 300mm. Dále jsme měli k dispozici stereomikroskop a měřicí zařízení. Část kmene jsme rozřezali tak, abychom získali referenční vzorek, pro porovnání. Větší část kmene jsme určili, jako experimentální objekt, na kterém žáci budou moci získat vzorek Presslerovým nebozezem. Čelní stranu tohoto kmene jsme zatřeli barvou.

Považovali jsme za důležité, aby si žáci vyzkoušeli práci s Presslerovým nebozezem. Jednak proto, že každý teoretický výklad bychom ve výuce měli spojit s prožitkem vlastní experimentální činnosti.

Odebírání vzorků je činnost závislá na zkušenosti výzkumníka. Viz: „Hlavní zásady pro odebírání vzorků vrtákem“.

Pokud se vzorek podaří odebrat, můžeme ho podrobit analýze. Nicméně pro výukové účely postačí srovnání a nalezení shodného směru vrtání s referenčním vzorkem kmene. Kmen stromu není přesně osově souměrný a vždy na něm nalezneme mírnou excentricitu. Při tomto porovnávání si žáci uvědomí charakteristické „referenční body“, kterých je možno při dataci využít. Součástí této laboratorní práce je i zkušební vyplnění protokolu „Základní evidenční zpráva o dendrochronologickém průzkumu“. Tuto zprávu je nutno vyplnit přesně podle místa a času práce.

5 Sekundární souvislosti tohoto tématu

Je dobré si uvědomit, že princip Presslerova nebozezu je stejný i u jiných výzkumných oborů, neb se jedná o speciální vrták, na vyvrtávání „jader“ a známe je v odlišných materiálových a rozměrových modifikacích od medicíny až po geologii.

Vědecký obor dendrochronologie je relativně mladý obor, u jehož zrodu bylo prosté měření ročních přírůstků. Souvislosti, které následně vyplynuly při odhalení jevových závislostí, umožnily zrod mnoha specializovaných odvětví. Můžeme uvést alespoň některé:

Dendroarcheologie: Zabývá se datováním nálezů archeologických výzkumů.

Dendroklimatologie: zabývá se datováním klimatických změn

Dendrogeomorfologie: Zabývá se výzkumem pohybů půdy, jako jsou sesuvy půd v minulosti.

Dendrohydrologie: Zabývá se datováním záplav a pohybem vody v minulosti.

Dendroglaciologie: Zabývá se měřením a záznamem pohybů ledovců.

Dendrovulcanologie: Měření minulé erupce sopek.

Dendropyrochronologie: Záznam minulých vzniku lesních požárů.

Dendroentomologie: Zabývá se použitím letokruhů při rekonstrukci minulé úrovně populace hmyzu.

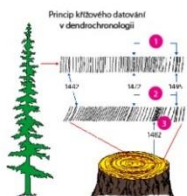
K fixaci znalostí představovaných vědeckých oborů jsme žákům rozdali publikaci „Malý průvodce velkým světem techniky“. V této publikaci jsme základní principy dendrochronologie popsali a rovněž diagnostikovali pochopení otázkami: Na dně řeky našli vědci trup starověké lodi. Jak se nazývá obor a vědec, který určí stáří lodi? Jak se nazývá vědecký obor, který dokáže datovat a určit množství například dřevokazného hmyzu? Jak se nazývá vědní obor, který zkoumá vývoj zemského klimatu v závislosti na přírůstcích dřeva?

Velmi zajímavou okolností pro žáky je rovněž představení databáze datovaných objektů, kterou lze najít například na Databázi dendrochronologických objektů. V této databázi lze zjistit, zda existují zpracované dendrochronologické vzorky z místa bydliště žáků. Databáze nyní obsahuje více než 4285 datovaných konstrukcí prakticky z celé ČR a v této databázi můžete zjistit cenné historické stavby a nálezy z vašeho regionu. Tato souvislost posiluje vztah žáků ke svému bydlišti a historii.

DENDROCHRONOLOGIE



Dendrochronologie je metoda ke zjišťování stáří dřeva, založená na měření šířek letokruhů. Šířka letokruhu je závislá na klimatických podmínkách a dalších vlivech působících na jednotlivý strom. Jedná se např. o napadení brouky, virovými onemocněními, ohněm apod. Pokud však změříme průměrné velikosti přírůstků u více stromů v dané oblasti, dostaneme průměrné hodnoty, které umožňují porovnávat změny přírůstků letokruhů podle let.



1) Interní 23 letokruhů
2) 20 letokruhů (3 chybných)
3) Pro porovnání jsou důležitá minima růstu

Vědci porovnávají šířky jednotlivých ročních přírůstků stromů žijících a také dřevěných částí dřeva tam, kde znají datum jeho použití. Např. krovů s označeným letopočtem, soch, předmětů z archeologických výzkumů či říčních nebo jezerních usazenin.

Vzájemným porovnáváním vědci sestavili přesnou letokruhovou řadu. Tyto poznatky pak slouží k určení přesného stáří dřevěných předmětů. Toho využívají historici, detektivové, archeologové a také odborníci na problematiku zemského klimatu.

V české republice se takto zkoumají čtyři základní dřeviny: smrk, jedle, borovice a dub.



Je zajímavé, že u zrodu tohoto vědního oboru byla astronomie. Americký astronom A. E. Douglas si poprvé všiml souvislosti mezi kolísáním sluneční aktivity a přírůstem stromu Borovice (Pinus ponderosa). Později se vědci Bruno Huberovi se podařilo prokázat, že přírůsty letokruhů jsou například u dubu stejného stáří ve stejné oblasti totožné. Toto zjištění pak umožnilo sestavit posloupnost šířky letokruhů do dávné minulosti. Stačilo porovnávat letokruhy ze staveb a nálezů, u nichž se vědělo, kdy byly postaveny.

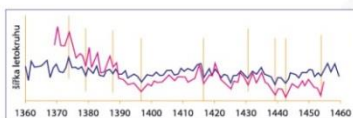
Letokruhy

Poskytují informace o změnách klimatu v průběhu historie naší planety.

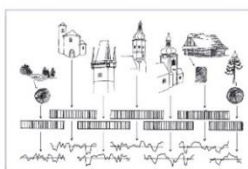
Vezme-li vědec do ruky dřevo, dokáže zjistit, jaké počasí bylo v letech, kdy rostlo, zda byla povodeň či deštivý rok, bylo-li sucho, či oblast zachvátil požár apod.

Sleduje se takzvaný „překryv“, tedy vzorky dnes žijících starých stromů, jejichž stáří lze přesně určit například do doby 300 let. Dále pak vzorky dřevin ze staveb, u kterých víme datum stavby, a také zbytky dřevin uložené v usazeninách řek a bažin, jejichž stáří lze určit z množství usazenin (sedimentů).

Z měřených údajů se zpracovávají takzvané standardní chronologie, které se stále zpřesňují.



K určení je nejvhodnější vzorek s minimálním počtem 40 až 50 letokruhů. Vzorek se 100 letokruhů už přináší velmi přesné výsledky.



Příbuzné vědy

Výsledky dendrologických zkoumání využívají tyto vědní obory: **Dendroarcheologie:** zabývá se datováním nálezů archeologických výzkumů.

Dendroklimatologie: zabývá se datováním klimatických změn. **Dendrogeomorfologie:** zabývá se výzkumem pohybu půdy, jako jsou sesuvy půd v minulosti.

Dendrohydrologie: zabývá se datováním záplav a pohybem vody v minulosti.

Dendroglaciologie: zabývá se měřením a záznamem pohybu ledovců.

Dendrovulkanologie: měří minulé erupce sopek.

Dendropyrochronologie: zaznamenává lesní požáry.

Dendroentomologie: zabývá se použitím letokruhů při rekonstrukci minulé úrovně populace hmyzu.



Věda v praxi



V roce 2004 Národní galerie v Praze zakoupila ve vídeňském obchodu se starožitnostmi vzácnou sochu. Aby se potvrdilo, že se nejedná o falzifikát (napodobeninu), provedli vědci dendrochronologický výzkum. Ten potvrdil tezi, že socha je pravá. Podle Národní galerie by sice bylo možné, že si případný padělatel obstaral starší dřevo, není však pravděpodobné, že by sehnal kus, který by takto přesně odpovídal předpokládané době vzniku sochy.

Přírůsty dřeva se získávají pomocí přírůstového Presslerova nebozezu, což je vrták, který umožňuje získat vzorek, na němž lze měřit jednotlivé vzdálenosti letokruhů.

U historických předmětů se vzdálenosti mezi letokruhy měří měřicími lupami, či mikroskopy, popřípadě se využívá měření na fotografických pomocí speciálních počítačových programů. Tento způsob se používá při odhalování padělků např. mistrovských hudebních nástrojů.

Práce s přírůstovým nebozezem



1) Nebozez přitlačíme na kůru stromu a pravotočivým pohybem zašroubojeme do dřeva.

2) Pro několik prvních otáček doporučíme jednou rukou vrták přidržovat v požadovaném místě a směru, druhou rukou držet uprostřed rukohybu. Po vyvrtání dvou až tří cm hloubky použijte již k vrtání obě ruce. Vrták do stromu v žádném případě nezarážejte. Můžete tím poškodit ostrý břit nástroje. Snažte se dodržet kolmý směr, lépe se Vám tak podaří zachytit střed stromu.

3) Po dosažení potřebné hloubky vrtu pomalu a opatrně zasuňte extraktor až ke břitu vrtáku (mezi pláštěm vrtáku a odebraný vzorek).

4) Při zatlačení extraktoru pootočte celým vrtákem zhruba o čtvrt otáčky zpět. Tím vrták odtrhnete.

5) Opatrně jej vytáhněte a využijte k archivaci nebo měření.

Závěr

Dendrochronologie je obor, který vznikl jako sekundární „produkt“ astronomických pozorování. Je založen na přesném měření, zdánlivě různých vzorků dřeva, které rostlo ve stejné klimatické oblasti. Na tomto tématu lze žákům přednést výše popsané souvislosti a představit jim nejen samotnou metodu, ale rovněž vztah k klimatologii, měření, praktickou činnost, historii, srovnávání, statistických metod a zejména fakt, že u zrodu velkých věcí je mnohdy pozorovací talent, studium a práce. Toto téma je možno začlenit jako vhodné do výuky tematického celku Člověk a svět práce, či do praktických laboratorních prací při výuce technologií jako integrující téma.

Literatura

1. Databáze datovaných objektů. [online] Tomáš Vávra, Dendrochronologická společnost 2003. [cit. 2016-02-02]. Dostupné z WWW:< <http://www.dendrochronologie.cz/database>. >.
2. Odběr vzorků pro datování. [online] Tomáš Vávra, Dendrochronologická společnost 2003. [cit. 2016-02-02]. Dostupné z WWW:< <http://www.dendrochronologie.cz/odber>>.
3. Hlavní zásady pro odebírání vzorků vrtákem. [online] [cit. 2016-02-02]. Dostupné z WWW: <http://www.dendrochronologie.cz/download/odbery-manual.pdf>>.
4. Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání. [online]. Praha: MŠMT, 2013. 142 s. [cit. 2016-02-02]. Dostupné z WWW:<http://www.nuv.cz/file/433_1_1/>.
5. TVARŮŽKA, V. Malý průvodce velkým světem techniky. 1. vyd. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, 2015. 48 s.

Kontaktní adresa:

Václav Tvarůžka, Mgr., Ph.D.

Katedra technické a pracovní výchovy, Ostravská univerzita, Pedagogická fakulta, Českobratrská 16, Ostrava 1, ČR, tel. 00420 585 635 803, e-mail: vaclav.tvaruzka@osu.cz