

# Obsah



FENOLOGIE

<b>Jak to vidí vědec</b> .....	<b>2</b>
<b>Fenologie</b> .....	<b>3</b>
<b>Čím jsou fenologické jevy způsobeny</b> .....	<b>4</b>
Periodicita	4
Roční cyklus	6
<b>Proč v programu GLOBE zkoumáme fenologické jevy?</b> .....	<b>7</b>
Přehled měření	8
Pomůcky	8
<b>Základní pravidla pro fenologická pozorování</b> .....	<b>9</b>
<b>Fenologické stanoviště</b> .....	<b>10</b>
Výběr stanoviště	10
Popis stanoviště	13
Země jako systém	14
<b>Mapování a dokumentace</b> .....	<b>16</b>
<b>Výběr objektu pro fenologická pozorování</b> .....	<b>19</b>
<b>Rašení pupenů / Budburst Protocol</b> .....	<b>22</b>
Co je rašení pupenů	22
Typy pupenů	22
Stavba pupenu	23
Rašení pupenů	23
Interpretace dat / Vliv klimatických faktorů	26
<b>Probouzení vegetace / Green-Up Protocol</b> .....	<b>33</b>
Životní cykly	33
Probouzení vegetace / Green-Up Protocol	34
Interpretace dat	37
<b>Usínání vegetace / Green-Down Protocol</b> .....	<b>39</b>
Dormance	39
Fenologické projevy na listech	40
Opad listů	40
Usínání vegetace / Green-Down Protocol	41
Interpretace dat	43
<b>Fenologie šeríku / Lilac Protocol</b> .....	<b>45</b>
Fenologie šeríku / Lilac Phenology protocol	45
<b>Slovníček pojmů</b> .....	<b>47</b>
<b>Slovníček Aj / Čj</b> .....	<b>48</b>



## Jak to vidí vědec

Člověk si již odnepaměti všiml životních projevů rostlin a živočichů, protože porozumět zákonitostem přírody a procesům, které je ovlivňují, bylo základním předpokladem přežití. Aniž bychom si to uvědomovali, i v dnešní době provádíme, nebo alespoň ti všímavější z nás, fenologická pozorování prakticky neustále. Sledujeme nástup jara podle rašících stromů, kvetení trav začátkem léta registrujeme jako „alergickou sezónu“, příchod podzimu vnímáme s barvicím se listím dřevin. Zatímco v dubnové Praze se v parcích již můžeme těšit z květů šeříku, na šumavských stráních ještě leží zbytky sněhu a příroda se teprve postupně začíná probouzet k životu.

Synchronizace životních cyklů rostlin i živočichů s chodem klimatu je dávno známý fakt. Stejně tak je známo, že životní projevy rostlin i živočichů v podstatě určují fotoperioda a teplota. Tak proč se zabývat fenologií i v dnešní době?

Žijeme v podmínkách měnícího se klimatu. A přestože se možná zcela neshodneme na příčinách této skutečnosti, klimatické změny a důsledky z nich vyplývající pro lidskou společnost je třeba mít náležitě na paměti. Řada prací, která se zabývala porovnáním historických údajů, například s použitím herbářových položek nebo dobových fotografií, se současností, jednoznačně prokázala posun ve fenologických projevech rostlin. Jarní druhy rostlin dnes vykvétají o několik dní nebo dokonce týdnů časněji, než tomu bylo v dobách našich prarodičů.

Jakým způsobem se tedy bude pozměněná fenologie rostlin promítat do života a chování ostatních organismů? Na tuto důležitou otázku bohužel dosud nemáme uspokojivou odpověď. Ačkoliv se časování životních pochodů rostlin i živočichů v zásadě řídí stejnými pravidly, přesto mohou obě skupiny reagovat na měnící se klima poněkud odlišným způsobem. Fenologický posun v kvetení rostlin by tak například mohl znamenat omezenou potravní nabídku pro některé specializované skupiny hmyzu. A rostliny, jejichž květy by nebyly navštěvovány hmyzem, by na druhou stranu neměly zajištěný přenos pylu. Bez transportu pylu mezi rostlinami by nebylo možné vyprodukovat potomstvo a druh by zákonitě musel z krajiny časem vymizet.

Fenologická pozorování zkrátka nemusejí znamenat pouhý nebo strohý popis nějakého jevu, je třeba je vnímat v kontextu celé přírody. A v podmínkách měnícího se klimatu mají stále svůj význam. Kdo ví, možná právě jednoduchá pozorování o časování životních projevů organismů nám mohou napovědět, jakým způsobem se bude měnit naše krajina v následujících dekadách.

Petr Sklenář  
člen vědecké rady GLOBE





*Zátěží současného století je, že bez techniky nikdo nedá ani ránu. Pomalu se bojím, že nás počítače odnaučí psát tužkou. O biologických pozorováních snad ani nemusím mluvit, vědec vybavený obyčejnou lupou už bývá k smíchu. Proč bychom se na přírodu nedívali zase chvíli zblízka?...*

Václav Větvíčka

Dovolu nám poslat vás ven nasát atmosféru všech zázraků, které nám příroda nabízí. Pojdte se podívat na rašení pupenů, krásu rozmanitých květů a paletu barev podzimního listí.

Již odnepaměti lidé vnímali změny v počasí a jejich vliv především na zemědělské plodiny. Pravděpodobnost přežití závisela na tom, jak lidé přírodě rozuměli a jak se jí uměli přizpůsobit. Mnohé lidové pranostiky jsou toho důkazem.

Divoké husy na odletu – konec i babímu létu.

Když krtek ryje v lednu, končí zima v květnu.

Když dlouho listí nepadá, tuhá zima se přikrádá.



Později dostaly tyto lidské počiny konkrétní název – fenologie, od řeckého slova **phaino** – projev, vzhled.

Fenologie je **věda studující chování a projevy organismů v závislosti na sezónních změnách vnějších podmínek**, převážně klimatických. Nezabývá se však přímo těmito podmínkami, ale postihuje vztahy mezi nimi a daným organismem. Tyto změny se na organismech projevují velmi nápadnými a dobře pozorovatelnými projevy (buď v chování živočichů, nebo vnějšími projevy u rostliny). Jistě jste si všimli, že pučení stromů zjara začíná přibližně ve stejnou dobu, že přilet a odlet stěhovavých ptáků nebo opadávání listů na podzim je závislé na zkracování délky dne a že tření ryb i doba kladení vajec ptáky či plazy zase souvisí s teplotou vzduchu. Žně, doba říje, zimní spánek, vše má své souvislosti a příčiny v periodických změnách klimatu. Tyto pravidelně se opakující stavy organismu se nazývají fenologické fáze (**fenofáze**).

To, co je na fenologii tak úžasné, je fakt, že ačkoliv se tyto události rok co rok opakují, nikdy nejsou úplně stejné a ani nepřichází v naprosto totožnou dobu. Také intenzita projevu se mění v závislosti na podmínkách. Pokud je začátek roku teplý, lze předpokládat nástup vegetační sezóny i o celý měsíc dříve, než je obvyklé. V případě, že údaje pocházejí ze stejného místa, můžeme je porovnávat a využívat pro další studium.



# Čím jsou fenologické jevy způsobeny?

## Země jako systém

Možná si často kladete otázky typu:

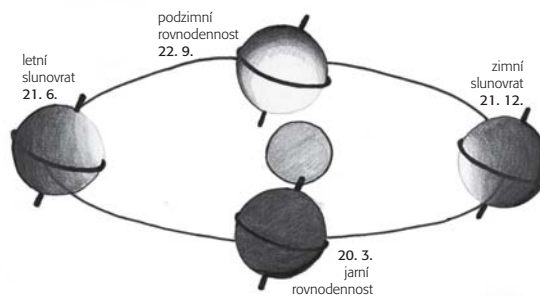
„Jak rostlina pozná, že je už čas vypustit listy z pupenů a ukázat je Slunci?“

„Jak ví, že má započít svůj každoroční životní cyklus?“

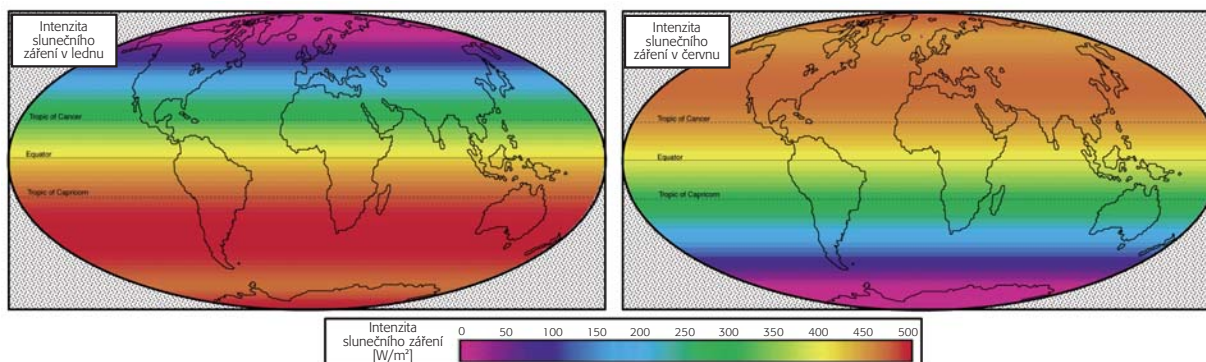
„Opadávají listy na podzim vždy ve stejnou dobu?“

### Periodicita

Odpovědí na tyto otázky je takzvaná **periodicita**, jev, kterému podléhají všechny organismy v našich zeměpisných šířkách. Periodicita znamená, že se v průběhu roku pravidelně opakují určité jevy, které jsou v dalším roce zase podobné a přicházejí v přibližně stejnou dobu (např. čtyři roční období). Tyto jevy jsou způsobeny především tvarem Země, vzájemnou polohou Země a Slunce a jejich vzdáleností. Protože je Země kulatá, mění se intenzita dopadajících slunečních paprsků od rovníku k pólům. Navíc v důsledku rotace Země kolem Slunce se množství energie dopadající na zemský povrch periodicky mění. Země totiž obíhá kolem Slunce nikoli po kružnici, ale po elipse. Její vzdálenost od Slunce se tedy v průběhu roku mění, a tím se proměňuje také intenzita slunečních paprsků. Ještě větší význam než vzdálenost planety od Slunce má ale **úhel dopadajících paprsků**.



Pro severní polokouli platí, že sluneční paprsky o nejvyšší intenzitě dopadají na Zemi v letních měsících. Je to dáno sklonem zemské osy. Země, jako většina planet, není orientována svisle, ale je nakloněna o úhel  $23,5^\circ$ . Jak je vidět na obrázku výše, v letních měsících je díky tomuto sklonu severní polokoule natočena směrem k Slunci a v zimě naopak odkloněna od Slunce. Proto je léto nejteplejší roční období, přestože je Země na vzdálenějším bodu elipsy než na jaře nebo na podzim. V zimě je severní polokoule odkloněna od Slunce, intenzita slunečních paprsků je proto nejmenší.



Země se také otáčí kolem své osy. Následkem toho se střídá **den a noc**, což znamená, že se v průběhu 24 hodin mění intenzita záření, a tedy i teplota. Přes den zemský povrch energii přijímá, zatímco v noci ji vyzařuje. Navíc se zkracujícím se dnem množství slunečního záření klesá, a kratší den tedy znamená průměrně větší zimu.



V noci bývá o několik stupňů chladněji než ve dne, přičemž vysoké nadmořské výšky vykazují oproti nížinám větší rozptyl teplot. Zatímco přes den teplota půdy dosahuje v horských oblastech až 30 °C, v noci může klesnout i pod bod mrazu.

Tab. 1: Délka ročních období na severní a jižní polokouli

ROČNÍ OBDOBÍ	TRVÁNÍ NA SEVERNÍ POLOKOULI (PŘIBLIŽNĚ)	TRVÁNÍ NA JIŽNÍ POLOKOULI (PŘIBLIŽNĚ)
Jaro	92 d 22 h	89 d 17 h
Léto	93 d 14 h	89 d 1 h
Podzim	89 d 17 h	92 d 22 h
Zíma	89 d 1 h	93 d 14 h

Trajektorie Země kolem Slunce není kruhová, ale eliptická. Rychlost pohybu Slunce po ekliptice není podle druhého Keplerova zákona konstantní, proto také nejsou jednotlivá roční období stejně dlouhá.

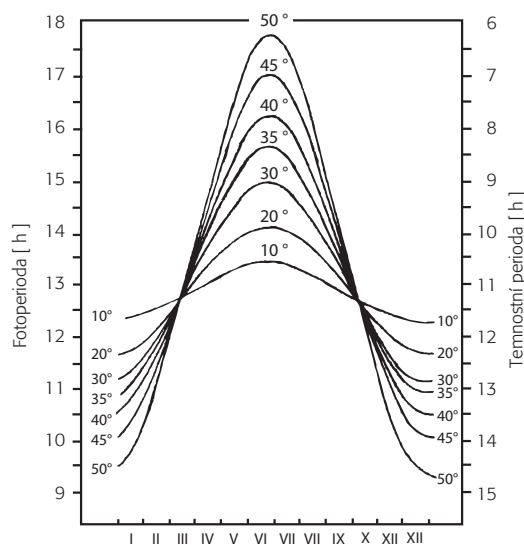
Střídání dne a noci se nazývá **fotoperioda**. V okolí rovníku se délka fotoperiody v průběhu roku mění jen málo, na obratnících jsou rozdíly v délce dne max. dvě hodiny. Jelikož v oblasti rovníku dopadají sluneční paprsky po celý rok pod stejným úhlem, nemění se významně intenzita záření, a proto se zde nestřídají žádná roční období. Periodický cyklus tu probíhá v podobě střídání dne a noci a období dešťů a sucha.

Tab. 2

DÉLKA DNE A NOCI NA 50°		
	zima	léto
den	9,5 hod.	17 hod.
noc	14,5 hod.	7 hod.

Teplota vzduchu, množství srážek, teplota půdy a intenzita záření jsou nejvýznamnějšími faktory, které ovlivňují vegetativní procesy rostlin. Střídání denních a nočních teplot ovlivňuje klíčení semen. Rostliny v mírném pásu obvykle začínají klíčit, pokud je noční teplota prostředí o 5–10 °C nižší než teplota ve dne. Každá rostlina má však své individuální potřeby, proto i rozmezí teplot, které potřebuje k probuzení, je u každého druhu jiné. Kromě teploty a srážek má na fenologické projevy rostlin významný vliv již zmíněná délka dne. Právě ta bývá mnohdy určujícím faktorem, který nakonec vyvolá rašení pupenů či žloutnutí listů.

Poměr délky dne a noci v různých zeměpisných šířkách.



(Převzato z Larcher 1988)



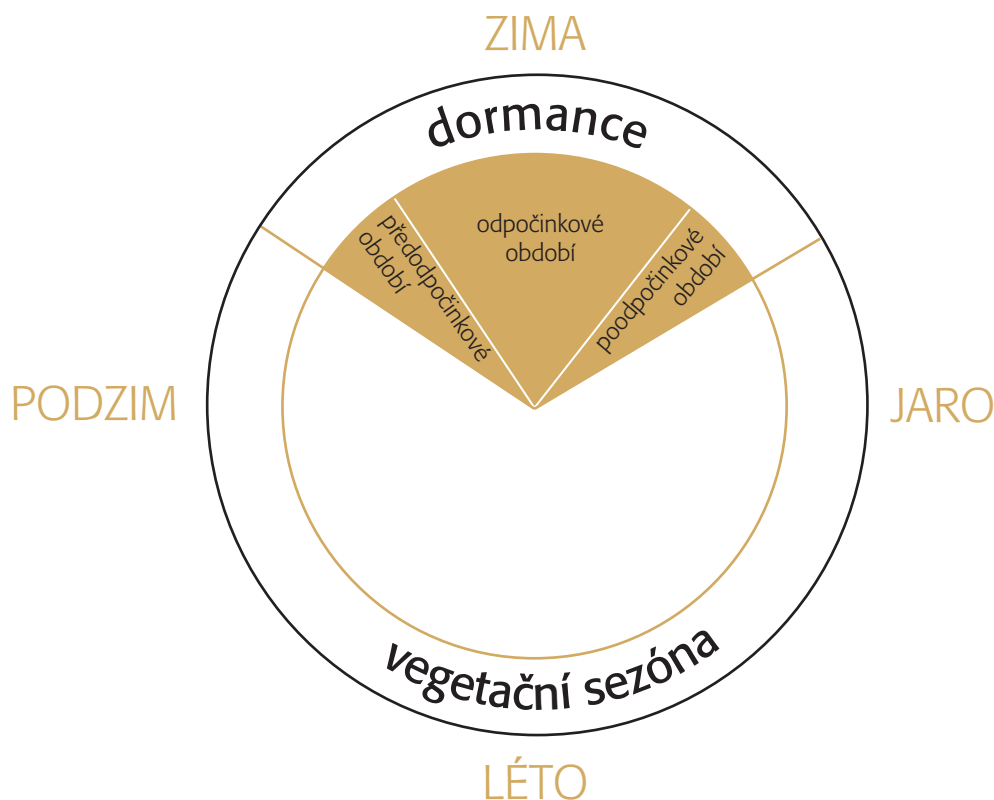
## Roční cyklus

Rostliny jsou během roku vystaveny stresu, kterému se brání **střídáním růstové aktivity a období klidu**. Většina kvetoucích rostlin má vnitřní geneticky zakódovanou schopnost tato období střídat. U dřevin mírného pásma se ke konci léta tvoří v paždí listů **laterální pupeny** a konce prýtů se přetvářejí na vrcholové pupeny nebo odumírají. Když začíná listí žloutnout, jsou pupeny již ve stádiu klidu. Jiné části těchto dřevin rovněž vstupují do období zimního spánku (Larcher 1988), avšak tento proces probíhá postupně – některé změny nastávají dříve, jiné později.

Ať se jedná o rostliny jednoleté, nebo trvalky, v průběhu jejich života se vždy vystřídají následující fenofáze: klíčení – tvorba vegetativních orgánů – kvetení – tvorba plodů – opad listů.

Pupeny procházejí během zimního období klidu třemi fyziologickými fázemi – předodpočinkovým, odpočinkovým a poodpočinkovým obdobím.

1. **Předodpočinkové období:** Začíná v pupenech ještě předtím, než začnou opadávat listy. Důležitým regulačním faktorem jsou nízké noční teploty, délka dne a genetické předpoklady rostlin.
2. **Odpočinkové období:** Aktivita pupenů se neustále snižuje, v období listopadu a prosince pak v oblastech mírného pásma nastane vlastní odpočinkové období. V této době již oteplení nebo prodloužení fotoperiody není schopno rašení vyvolat. Rostlina je v tzv. endogenní dormanci.
3. **Poodpočinkové období:** Znovu se aktivují fyziologické procesy. Zvyšuje se hladina fytohormonů, které urychlují vývoj. Když rostlina dosáhne určitého stupně aktivity, může teplo a přibývající délka dne vyvolat rychlý vývoj (Larcher). Rostlina je v tzv. exogenní dormanci.



# Proč v programu GLOBE zkoumáme fenologické jevy?



FENOLOGIE

V dnešní době je fenologie populární – je zajímavá i zábavná. Krom toho přináší mnoho praktických „rad do života“. Poskytuje nám cenné informace v souvislosti s lidským zdravím, zemědělstvím, lesnictvím, zahradnictvím apod. Kupříkladu **zemědělci** využívají poznatků z fenologie k **zefektivnění rostlinné výroby**. Pro každou oblast je možné podle nástupu fenofází určit nejvhodnější dobu zasetí a sklizně.

Fenologickými údaji lze zachytit klimatickou povahu různě velkých lesních oblastí, **určit délku produkční doby dřevin** a účinně bojovat proti lesním škůdcům. Včelaři zase musejí vědět, kdy který strom zjara poskytne jejich včelám dostatek potravy. Chovatelé včel mají fenologické kalendáře, podle kterých sestavují svou „strategii“ chovu. Využívají je zejména k plánování včelařských operací (vkládání mezistěn, chov matek, vytáčení...), kromě toho jim kalendáře umožňují porovnat průběh počasí v jednotlivých letech.

**Entomologové** využívají fenologii např. k předpovídání líhnutí dospělců vážek nebo k porovnání délky cyklu různých druhů bezobratlých. Díky mnohaletým fenologickým pozorováním vědí, kdy aplikovat přípravky proti nebezpečným hmyzím škůdcům. **Zoologové** či ochránci přírody zase sledují migrační chování zvířat, dobu námluv, stavění hnízd. **Botanikové** využijí poznatky o tom, kdy která rostlina kvete, kdy se olistuje, kdy opadávají stromy na podzim. A všichni víme, kdy zaběhnout do lesa na borůvky, maliny nebo ostružiny.

Fenologii lze využít nejen pro lokální pozorování, ale i v globálním měřítku. Porovnávat nástup ročního období napříč kontinentem je velmi zajímavé. Můžeme například sledovat průběh **migrace ptáků**, pozorovat rozdílnou dobu vegetační sezóny atd.

V souvislosti s globálními změnami klimatu či narušováním ozonové vrstvy mohou vědci využít fenologická pozorování k **porovnání dlouhodobých změn podnebí** – mají tak k dispozici jednoznačný důkaz o tom, že se klima mění (ať už přirozeným vývojem nebo vlivy způsobenými člověkem), což má významný dopad na život v přírodě i na náš vlastní. S globálními změnami klimatu přichází i nevyhnutelné změny vegetačních fází. Čím déle se fenologická pozorování provádějí, tím jsou získaná data cennější.

Díky doplňkovým informacím v podobě meteorologických dat je možné zjistit, jak reagují rostliny na variabilitu klimatu v průběhu ročního cyklu. Na základě toho lze vytvářet počítačové modely, jak funguje počasí na planetě Zemi.

V neposlední řadě lze na základě fenologických pozorování zpětně odvodit přibližnou klimatickou charakteristiku místa. Toho využívali především vědci v 19. století v oblastech, kde nebyl dostatek meteorologických stanic. Nejistili sice přesné klimatické údaje, ale věděli, jakým plodinám se bude na daném místě dobře dařit.

Některé fyziologické projevy rostlin indikují dobu, kdy škůdci kladou své larvy. Jako příklad lze uvést bekyni velkohlavou, významného škůdce mírného pásu. Samička klade larvy na kůru ovocných či přirozených listnatých stromů vždy v době, kdy začnou rašit listy z pupenů. Ty pak slouží líhnoucím se jedincům jako potrava. Jakmile tedy zahrádkář uvidí rašit jabloň nebo lesník dub, ví, že je ta správná doba na aplikaci insekticidu. Důležité je to zejména v lužních lesích, kde sice bekyně není běžným škůdcem, avšak zničení třeba i malé plochy znamená pro tyto dnes již poměrně vzácné porosty velkou ztrátu. Příkladem může být výskyt bekyně velkohlavé na polesí Velký Dvůr na jižní Moravě.



## Přehled měření

PROTOKOL	MÍSTO	FREKVENCE	ČASOVÁ NÁROČNOST	CÍL SLEDOVÁNÍ
Rašení pupenů <i>Budburst protocol</i>	fenologické stanoviště	<ul style="list-style-type: none"> <li>• min. 2x týdně (14 dní před předp. začátkem až po počátek rašení)</li> <li>• v sezóně denně</li> </ul>	10 minut	1 pupen na 3 různých větvích, jižně orientovaných 2 stromy
Probouzení vegetace <i>Green-Up protocol</i>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• min. 2x týdně (14 dní před předp. začátkem až po kompletní olistění)</li> <li>• v sezóně denně</li> </ul>	15 minut	4 pupeny na jižně orientované větvi 1 strom
Usínání vegetace <i>Green-Down protocol</i>	stanoviště pro Green-Up protocol	<ul style="list-style-type: none"> <li>• min. 2x týdně (14 dní před předp. začátkem opadu, konec až po úplném opadu)</li> </ul>	15 minut	4 listy na jižně orientované větvi 1 strom
Fenologie šeříku <i>Lilac phenology</i>	fenologické stanoviště	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1x denně ve stejný čas od časného jara do odkvětu</li> </ul>	5–10 minut	5 fenofází, kterými keř v průběhu vegetační sezóny prochází

## Pomůcky

MĚŘENÍ, AKTIVITA	POMŮCKY
Všechna měření	Papír, tužka, záznamové karty (pracovní listy)
Definování, popis a dokumentace stanoviště	fotoaparát, buzola, GPS
<i>Rašení pupenů / Budburst protocol</i>	buzola, lupa, barevný papír, bavlnka, určovací klíč dřevin ČR
<i>Probouzení vegetace / Green-Up protocol</i>	lupa, pravítko, barevný papír, bavlnka
<i>Usínání vegetace / Green-Down protocol</i>	barevná škála ( <i>GLOBE Plant Color Guide</i> )
<i>Fenologie šeříku / Lilac phenology</i>	není třeba speciálních pomůcek





# Základní pravidla pro fenologická pozorování



FENOLOGIE

Všechna fenologická pozorování rostlin mají některé podmínky pozorování společné.

- Fenologická pozorování je vhodné provádět **alespoň 14 dní před předpokládaným počátkem vegetační sezóny**. Pevné datum počátku není dáno, odvíjí se od měnících se klimatických podmínek v daném roce.
- Je tedy dobré pečlivě **sledovat počasí** v přechodném období, zaznamenávat meteorologická data (teplota, srážky) a porovnávat je s daty z předchozích let. Pakliže nemáte data vlastní, můžete navázat spolupráci s místními odborníky, kteří již dlouhodobě sledují stav počasí, a získat od nich informaci, kdy vegetační sezóna obvykle začíná.
- Fenologické projevy rostlin bývají poměrně rychlé, pozorování je tedy třeba provádět kontinuálně. Před začátkem sezóny stačí sledovat vybraný objekt **2krát týdně**, ale jakmile se objeví první náznaky změn, navštěvujte stanoviště **každý den nebo alespoň v pravidelných intervalech každý 2. – 4. den**.
- Není podstatné, v kterou denní dobu budete stanoviště navštěvovat. Můžete využít jakoukoliv hodinu, která vám vyhovuje, ale je samozřejmě lepší, pokud provádíte pozorování **vždy ve stejnou dobu**.
- Všechny pozorované objekty si pečlivě **označte**.
- Pokud chcete získat kvalitní fenologická data, je dobré mít **více stanovišť** (některé listy mohou být napadeny např. mšicemi, mohou je odtrhnout menší děti při hrách, silný vítr může odlomit větve).

Barevné popisovače se nám příliš neosvědčily, nebývají na větvičce vidět. Při označování větvíček jsme používali slabou izolepu, do níž jsme vložili barevný papírek s číslem větve. Je také možné použít plastový štítek přivázaný na barevné bavlnce k větvičce.

TIP



# Fenologické stanoviště

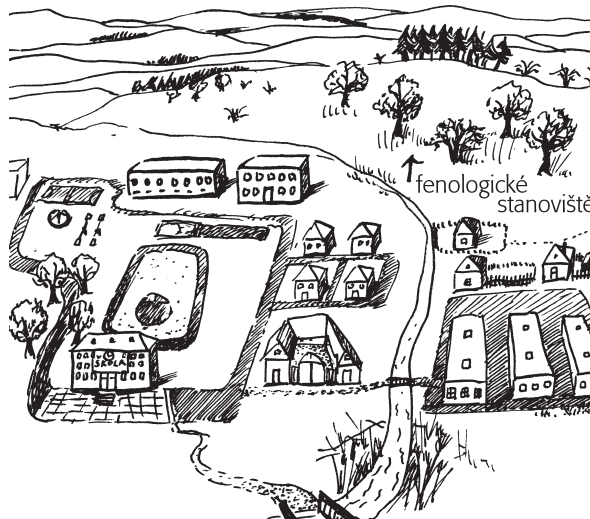


## Výběr stanoviště

Při výběru stanoviště se pohybujte na své studijní ploše 15 x 15 km v okolí školy. K výběru stanoviště vám poslouží buď satelitní snímek (viz oblast Vegetační pokryv), nebo mapa. Důležitá je také osobní návštěva okolí školy a širšího terénu.

### PŘI VÝBĚRU STANOVIŠTĚ MÁTE TŘI MOŽNOSTI:

1. Jestliže se zabýváte vegetačním pokryvem (dříve biometrie), máte již vytyčený pixel. Toto stanoviště můžete využít i pro fenologická pozorování. V takovém případě nemusíte znovu definovat stanoviště v databázi GLOBE, ale jen vyberete z nabídky stanovišť. Na takovém stanovišti máte určené dominantní druh(y), které potřebujete znát i pro fenologická pozorování.
2. Nemáte-li žádné stanoviště vymezené, definujte stanoviště nové. Nemusíte vytyčovat přímo pixel, ale je třeba určit dominantní druh(y) (viz oblast Vegetační pokryv).
3. Můžete využít také jiné stanoviště (meteorologické, pedologické...). Zde určete dominantní druh(y).



**Satelitní snímek je vhodný pro orientační typologizaci charakteru krajiny. Nelze z něj určit konkrétní typ vegetace. Jelikož budete pro fenologická pozorování potřebovat opadavé druhy stromů či keřů, osobní návštěvou zjistíte druhové složení vámi vybraného stanoviště.**

TIP

Pro fenologická pozorování je vhodné definovat více stanovišť. Může se totiž stát, že vámi pozorované stromy zahynou, odlomí se pupeny nebo bude celé stanoviště zrušeno (vykáceno apod.).

Na stanovišti by měly být přítomny alespoň dva stromy. Čím více stromů pozorujete, tím lépe můžete se získanými daty pracovat.





## Výběr stanoviště

ČASOVÁ NÁROČNOST: 25 minut

POSTUP: Než se žáci seznámí s kritérii pro výběr stanoviště, nechte je zamyslet se nad tím, jak by takové fenologické stanoviště mělo vypadat. Jaké vlastnosti jsou klíčové? Jaké vlastnosti stanoviště považujete za významné? Jakmile žáci zformulují tyto vlastnosti, vytipují za pomoci topografické mapy nebo leteckých snímků místa vhodná pro fenologická pozorování. Tyto lokality zapíší do pracovního listu a ověří jejich vhodnost (nejprve zhodnotí dle kritérií a poté případně osobní návštěvou stanoviště). Nejdůležitější kritéria ověří podle jednoduchého klíče v pracovním listě. Pro žáky je ale důležité, aby pochopili význam těchto kritérií. K tomu využijte pracovní list Kritéria pro výběr stanoviště.



## Kritéria pro výběr stanoviště

ČASOVÁ NÁROČNOST: 30 minut

POSTUP: Žáci hodnotí kritéria pro výběr stanoviště. Posuzují jejich významnost a na základě diskuze vyberou vhodné stanoviště pro fenologická pozorování. Nejprve žáci pracují ve skupině po 5 – 6 členech, pročtou si jednotlivá kritéria. Ke každému kritériu píšou na zvláštní papír své nápady, proč si myslí, že je toto kritérium důležité. Píší vše, co je napadá. Takto postupují u všech kritérií.

V další fázi hodnotí své nápady. Snaží se dobrat jednoho důvodu, který jim připadá pro význam daného kritéria nejsmyslnější. V rámci skupiny se v závěru shodnou na jednotném vyjádření, které zapíší do pracovního listu.

Možná pro vás bude obtížné některé z kritérií dodržet, proto zde uvádíme stručný komentář. V krajních případech lze od kritéria odstoupit.

### **Kritérium 1: Na stanovišti se vyskytují stromy nebo alespoň keře.**

Přednostně pozorujte stromy a teprve v dalším případě keře. Stromy mají poměrně velké pupeny, které jsou dobře viditelné i pouhým okem. Větve stromů jsou dobře přístupné.

### **Kritérium 2: Na stanovišti se vyskytují stromy nebo keře v počtu alespoň dvou kusů.**

Pokud chcete zadávat data do databáze GLOBE, je třeba, abyste pozorovali alespoň dva stromy. Přednostně by mělo jít o dominantní druh (dále jen Dm).

### **Kritérium 3: Jsou přítomny původní druhy volně rostoucí, přednostně listnaté.**

Původními druhy se myslí takové druhy, které jsou u nás domácí, tj. nebyly dovezeny jako cizokrajné a nejedná se ani o kultivary ovocných stromů. Je to důležité z hlediska fenologického cyklu. Cizokrajné rostliny reagují na zdejší podmínky jiným způsobem než dřeviny domácí. Není nezbytně nutné lokalizovat stanoviště v lese, můžete pozorovat fenologické projevy na lípě u školy nebo na dubu v blízkém parku. Pozorovaný druh by měl být přednostně listnatý.



**Kritérium 4: Stanoviště je bez zásahů člověka (zalévání, hnojení – např. ovocný sad apod.).**

Vybrané stromy by měly být co nejméně obhospodařovány. Pravidelné zalévání, hnojení apod. urychluje nástup fenofází a ty poté neodpovídají přirozenému cyklu rostliny.

**Kritérium 5: Stanoviště je dobře přístupné (pozorování alespoň 2krát týdně, v sezóně nejlépe denně).**

Fenologická pozorování je třeba provádět mimo sezónu alespoň 2krát týdně, v sezóně potom nejlépe každý den. Proto vybírejte stanoviště tak, aby bylo dobře přístupné.

**Kritérium 6: Stanoviště není zastíněno budovami či jinými překážkami, které by měly vliv na mikroklima stanoviště.**

Budovy chrání prostor před větrem, přímým sluncem apod., a významně tudíž ovlivňují nástup fenofází. Vzdálenost budovy od objektu by měla být alespoň srovnatelná s výškou budovy.

**Kritérium 7: V blízkosti je meteorologické stanoviště (do 2 km).**

Fenologické projevy na rostlinách jsou v souladu s klimatickými podmínkami. Pro interpretaci dat je dobré sledovat také základní meteorologické parametry: průměrnou denní teplotu, srážkový úhrn za každý den, množství sněhu, délku dne. Meteorologické stanoviště by proto nemělo být vzdáleno více než dva kilometry od fenologického stanoviště. Naměřená data by ve větší vzdálenosti neodpovídala mikroklimatu stanoviště. Např. množství srážek je závislé na tom, zda je stanoviště umístěno na návětrné nebo závětrné straně kopce nebo významného vodního tělesa. Rozdíl převýšení by neměl být více než 100 metrů. Pokud tomu tak je, je třeba počítat s korekčním faktorem, který činí 3 °C na každých 500 metrů převýšení (viz str. 26).

**Klimatická data můžete získat z různých zdrojů. Poslouží vám buď data z vaší meteobudky, nebo data blízké GLOBE školy. Využít lze také údaje z meteostanic ČHMÚ, rozmístěných po celé ČR. Ty však budou s největší pravděpodobností vzdálené více než 2 km od fenologického stanoviště. Takové údaje jsou pouze orientační.**

Na adrese [http://www.chmi.cz/meteo/met\\_main.html](http://www.chmi.cz/meteo/met_main.html) najdete seznam meteorologických stanic v ČR. Pro konkrétní data kontaktujte příslušnou osobu z ČHMÚ.

TIP

**JAKÉMU TYPU POROSTU DÁT PŘEDNOST?**

Jak žáci zvládli kritéria pro výběr stanoviště, si ověř v následujícím úkolu. Zde mají na výběr z šesti variant, které by mohly být v blízkosti školy běžné. Jejich úkolem je rozhodnout, které stanoviště by zvolili a své rozhodnutí zdůvodnit. Je možné, že vyberou i stanoviště ne příliš vhodné. V takovém případě pracujte znovu s danými kritérii a svá rozhodnutí posuďte. Do prázdného políčka u každého obrázku nakonec žáci zapíšou číslici 1 – 6 podle pořadí, které zvolili (nejvhodnější stanoviště – 1). Pod obrázky zapíšou důvod(y), proč jim stanoviště (ne)připadá vhodné.

Dle výše uvedených kritérií vhodnost stanoviště klesá v tomto pořadí.

1. Listnatý les s domácími druhy dřevin
2. Školní zahrada s lípou srdčitou – není splněno minimálně kritérium 2
3. Jehličnatý les – opadavé druhy stromů se pozorují přednostně před jehličnatými
4. Křovina s domácími druhy dřevin – přednostně se pozorují stromy / přednostně listnaté keře; pokud jsou keře cizokrajné, je stanoviště nevhodné
5. Park s kulturními druhy dřevin – nemusí být splněno kritérium 3 / 4 / 6 / 7
6. Jabloňový sad – není splněno minimálně kritérium 3 / 4





Může se stát, že některé z kritérií nebudete schopni splnit. V takovém případě lze od daného kritéria odstoupit. Např. pokud ve vaší oblasti není žádný opadavý strom ani keř, ale jsou přítomny borovice, je možné pozorovat pupeny borovice. Nebo nenajdete místo, které by nebylo uměle zavlažováno: pak volte to, které je zavlažováno nejméně apod. Do sekce metadata zadejte jakoukoliv informaci, která se týká stanoviště či pozorovaného objektu a je nestandardní.

## Popis stanoviště

Bližší informace o stanovišti jsou důležité především pro vás, ale ocení je také vědci a studenti z jiných škol, kteří budou s vašimi daty pracovat. Usnadňují zejména správnou interpretaci dat. Vedle základních informací, jako jsou zeměpisné souřadnice, je vhodné doplnit údaje komentáři, fotografiemi či mapkou.

U nového stanoviště určete zeměpisnou polohu, nejlépe pomocí přístroje GPS, a nadmořskou výšku.



### Popis stanoviště

ČASOVÁ NÁROČNOST: 45 minut (i s určováním druhů stromů)

POMŮCKY: papír, tužka, fotoaparát

Pro popis stanoviště budete potřebovat znát následující údaje. Některé z nich můžete zjistit předem, některé budete měřit až na místě.

- datum
- název stanoviště
- zeměpisné souřadnice a nadmořská výška
- sledované objekty
- (ne)přítomnost keřového patra
- (ne)přítomnost více než jednoho dominantního druhu
- metadata (komentář)



Zatímco pro popis hydrologického stanoviště si vystačíte s jedním formulářem, popisy fenologického stanoviště se v některých částech liší. Použijte proto správný formulář! Na výběr máte ze tří možností: Popis stanoviště 1/3 pro protokol Rašení pupenů, Popis stanoviště 2/3 pro protokol Probouzení a Usínání vegetace a Popis stanoviště 3/3 pro Fenologii šejřku.





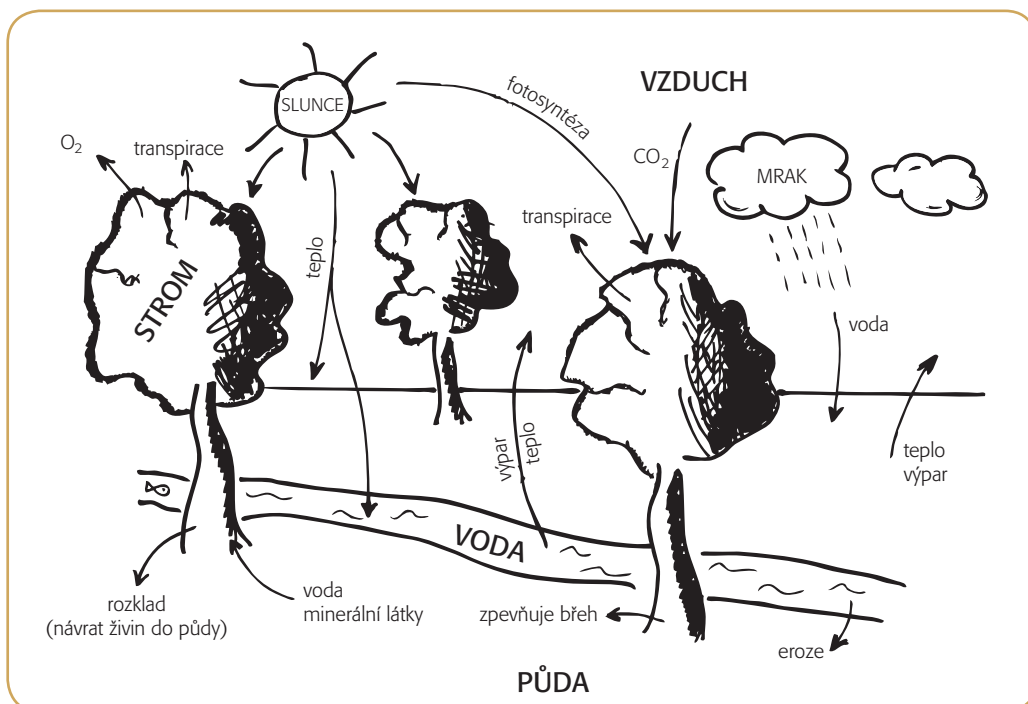
## Země jako systém

Země funguje jako propojený celek mnoha dějů, které probíhají na rozhraní zemských sfér. Z hlediska fenologie je tento fakt natolik významný, že byste ho neměli se svými žáky opomenout. Pro znázornění vztahů v přírodě vám velmi dobře poslouží tato jednoduchá aktivita. Jelikož není cílem nakreslit obrázek, ale zdůraznit vztahy v zemském ekosystému, je důležité zabývat se interpretací jednotlivých složek a nechat žáky, ať nad ilustrací přemýšlí a vztahy odvozují samostatně, příp. ve dvojicích, ve skupinách. Pro rychlejší variantu využijte pracovní list, ve kterém žáci nekreslí obrázek, ale pouze děje popisují a zjednodušují. Celou aktivitu lze ale aplikovat na vlastní stanoviště. V takovém případě využijte pracovní list pouze jako návod a žáci mohou tvořit vlastní kresby.

**POSTUP:** Žáci mají za úkol demonstrovat vztahy, které v přírodě panují, na příkladu svého stanoviště. Vytvoří jakýsi diagram, ve kterém jsou znázorněny vztahy mezi živou a neživou složkou. Graf jim pomůže pochopit vztahy v přírodě a jejich význam v celkovém kontextu dějů. Zlepší se také jejich schopnost přiřazovat věcem a událostem symboly a zobecňovat je. Podle věku žáků lze uzpůsobit náročnost diagramu. Mladší žáci vybírají především popisné části (jako strom, řeka, mraky, déšť apod.), starší žáci jistě zvládnou pojmenovat i děje, které v přírodě probíhají (výdej kyslíku stromy, výpar vody z řeky, opad listů a navrácení minerálních látek do půdy, transpirace rostlin, fotosyntéza).

Aktivitu je vhodné rozdělit do čtyř po sobě následujících fází. Pokud budete s žáky aktivitu opakovat pro všechna stanoviště, vyberte jen body postupu, které jsou pro vás podstatné.

1. Nejprve stanoviště vyfotografujte. Popište, co na fotografii vidíte (potok, keře, ryby v řece). S fotografiemi můžete pracovat i ve třídě. Učitel položí žákům otázky, které jsou uvedeny v pracovním listě. Žáci píšou odpovědi, které je spontánně napadají.
2. Schematicky překreslete fotografii stanoviště a jeho okolí na papír a vyznačte nejdůležitější body, které vidíte (viz schema 1). Je možné fázi jedna vynechat a fázi dvě realizovat přímo na stanovišti. Obrázek je pak přesnější. Žáky nyní povzbuďte k hledání vztahů mezi složkami ekosystému a dějů, které zde probíhají. Na závěr každý žák shrme, co je podle něj na obrázku nejdůležitější.

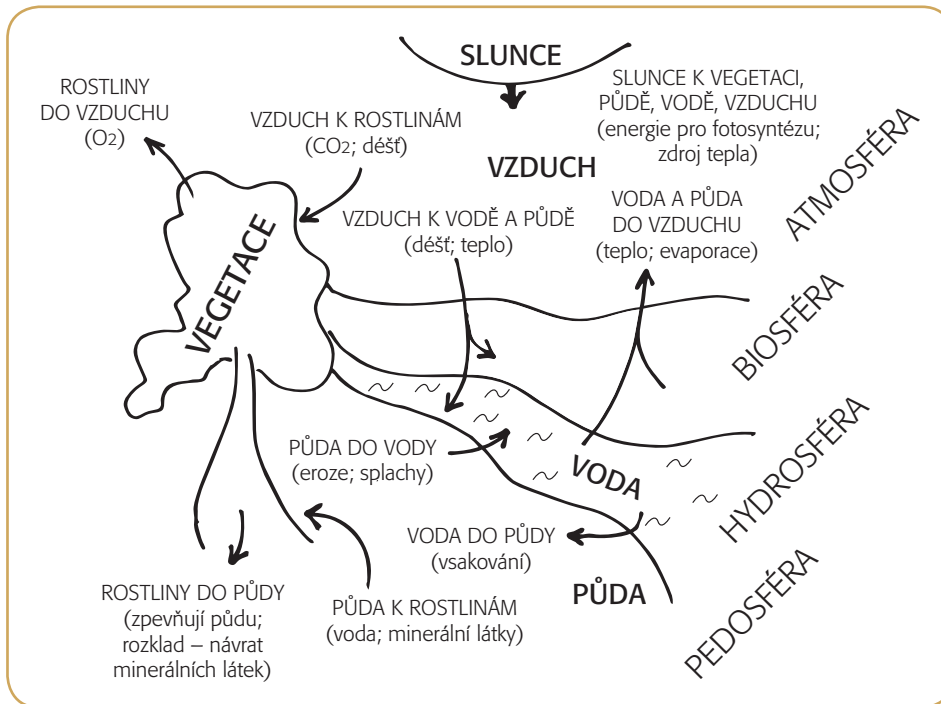


Schema 1





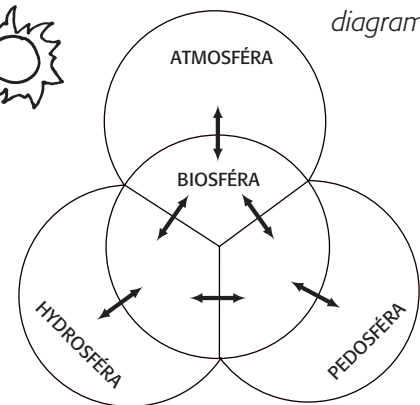
3. Ilustraci zjednodušte. Každou oblast, kterou žáci zakreslili, nyní zjednoduší. Např. nemusí kreslit les, ale zakreslí jen jeden strom. To žáky přiměje k jednoduché vizualizaci nejdůležitějších složek systému. V této fázi přesně popíší, co se děje mezi jednotlivými složkami prostředí a zařadí je do čtyř hlavních sfér Země (atmosféra, pedosféra, hydrosféra, biosféra).



Schema 2

4. Přesuňte se do více abstraktní oblasti interpretace.

Žáci zapíšou 4 hlavní sféry Země do Vennova diagramu (atmosféra, hydrosféra, pedosféra, biosféra). Na základě předchozích ilustrací nyní bez problémů zakreslí šipky, které znázorňují vztahy mezi těmito sférami. Pod diagram napíšou konkrétní příklady, ke každé šipce alespoň jeden.



Vennův diagram

Každý obrázek, který vaši žáci vytvoří, bude originálem, a není proto jedna správná varianta řešení. Je důležité zabývat se interpretací jednotlivých složek a nechat žáky, ať nad ilustrací přemýšlí a vztahy odvozuji samostatně, příp. ve dvojicích. Na závěr vystavte výtvořů žáků ve třídě.



# Mapování a dokumentace



## Mapování

Návod, jak pracovat s mapami a leteckými snímky, najdete v kapitole Vegetační pokryv.



## Fotodokumentace

ČASOVÁ NÁROČNOST: 10 minut

POMŮCKY: fotoaparát

POSTUP: Jednou ročně pořídte fotografie ze středu stanoviště do čtyř světových stran – pohled na sever, na jih, na východ a na západ. Doporučujeme použít digitální fotoaparát, protože fotografie můžete poslat do databáze GLOBE. Doporučený formát fotografií je .JPG.

Dokumentaci stanoviště využijete především vy sami. Usnadňuje správnou interpretaci naměřených výsledků, může být skvělým grafickým doplňkem studentských seminárních prací či odborné středoškolské činnosti, ale i součástí výzdoby ve třídě nebo webových stránek školy apod. Mapky a fotografie lze využít při představení a propagaci projektu – ať už kolegům a studentům ve škole, rodičům, obci, eventuálním sponzorům, v místním tisku apod.

**Tip**  
Pořídte více fotografií i v průběhu roku. Je zajímavé podívat se zpětně na to, jak váš strom vypadal na jaře, jak v létě a jak na podzim a v zimě. Budete-li pořizovat fotografie každý rok ve stejnou dobu na přelomu ročních období, budou vám skvěle dokumentovat rozdílnost nástupu jednotlivých ročních dob.



## Fenologický herbář

Fenologický herbář je zajímavou učební pomůckou. Je zcela na vás, jak pojmete jeho výslednou podobu. Možností je mnoho a proto je důležité stanovit si předem cíl, ke kterému má herbář sloužit. Byla by škoda věnovat tolik času nahodilým návštěvám stanoviště, při kterých sledujete objekt bez jasné vidiny dalšího využití.

ČASOVÁ NÁROČNOST: po dobu alespoň jednoho roku

POMŮCKY: tvrdé čtvrtky velikosti alespoň A4, savé papíry na lisování, bílá papírová lepenka, nůžky, tužka

POSTUP: viz pracovní list







## K ČEMU LZE FENOLOGICKÝ HERBÁŘ VYUŽÍT?

Rašení pupenů a Usínání vegetace

### 1. Žáci zkoumají fenofáze rostlin mírného pásu.

**Cíl:** Žáci si uvědomují periodicitu v životě rostlin a její příčiny.

**POPIS:** Sledování a zaznamenávání projevů fenofází (např. podle protokolu Probouzení vegetace a Usínání vegetace).

Tento typ herbáře je dobrým startem pro začínající mladé fenology. Nechte žáky předpovědět, jakými fázemi rostlina během roku prochází a oni sami vyzkoumají, jaké fenofáze se střídají u rostlin mírného pásu. Nadefinujte si předem, kolikrát je třeba stanoviště navštívit a v jaké době, abyste pořídili vhodný materiál do herbáře. Žáci během svých návštěv pořizují fotografie, listy, kresby, podle toho, jak si podobu herbáře předem rozmysleli. Nezapomínejte vždy zaznamenat datum návštěvy stanoviště.

Probouzení vegetace nebo Usínání vegetace

### 2. Žáci předpovídají nástup fenofáze v nadcházejícím roce a uvědomují si souvislosti mezi počasím a nástupem fenologických fází.

**Cíl:** Žáci vědí, které klimatické faktory mají vliv na projevy fenofází a umí pracovat s daty, které v průběhu alespoň jednoho roku zaznamenali.

**POPIS:** Dlouhodobé sledování nástupu fenofáze pro konkrétní druh stromu.

Z časového hlediska náročnější varianta herbáře. Žáci se zaměří na jednu konkrétní fenofázi (např. rašení pupenů) a tu sledují na vybraných stromech téhož druhu několik let. Doporučujeme proto začít v nižších ročnících. Jelikož sledování fenofází není náročné, je pozorování vhodné i pro děti na prvním stupni. Čím starší žáci jsou, tím náročnější variantu zvolte.

**Varianta pro 1. stupeň:** sledují datum, kdy se pupeny rozevřou

**Varianta pro 2. stupeň:** sledují datum, kdy se pupeny rozevřou a zaznamenávají k tomu klimatické podmínky (teplota, srážky).

**Varianta pro střední školy:** sledují datum, kdy se pupeny rozevřou a zaznamenávají k tomu klimatické podmínky (Rašení pupenů – Interpretace dat). Data vyhodnocují grafy, které jsou součástí herbáře.

Po dvou a více letech se mohou pokusit o předpověď nástupu fenofáze. Jelikož fenologické projevy organismů souvisí s mnoha faktory, bude předpovídání v prvních letech obtížnější.

### 3. Žáci určují druhy stromů podle pupenů

**Cíl:** Žáci pozorují rozdílnosti v přírodě a tyto odlišnosti zaznamenávají.

**POPIS:** Vnímání přírody zblízka.

Žáci vytvoří společně herbář, který se skládá z fotografií a kreseb větví různých druhů stromů. Dbejte na to, aby byly alespoň přibližně zachovány reálné velikosti pupenů. Je to jeden z určujících znaků.

**U větviček si všímáme tvaru průřezu, barvy, ojínění, postavení pupenů na větvi, ochmýření, trnů, popřípadě i vůně rozemnuté kůry. U pupenů si všímáme jejich barvy, tvaru, přítomnosti šupin, chloupků, lepkavosti.**

TIP



Každá položka herbáře by měla obsahovat následující údaje:

**FENOLOGICKÝ HERBÁŘ**

Druh: .....

Typ:  strom  keř Kód stromu / keře: .....

Název stanoviště: ..... Nadmořská výška: ..... m n.m.

Lokalita (souřadnice nebo bližší popis): .....

.....

**POZOROVANÉ FENOFÁZE**

1 Rašení pupenů

2 Olistění

3 Kvetení

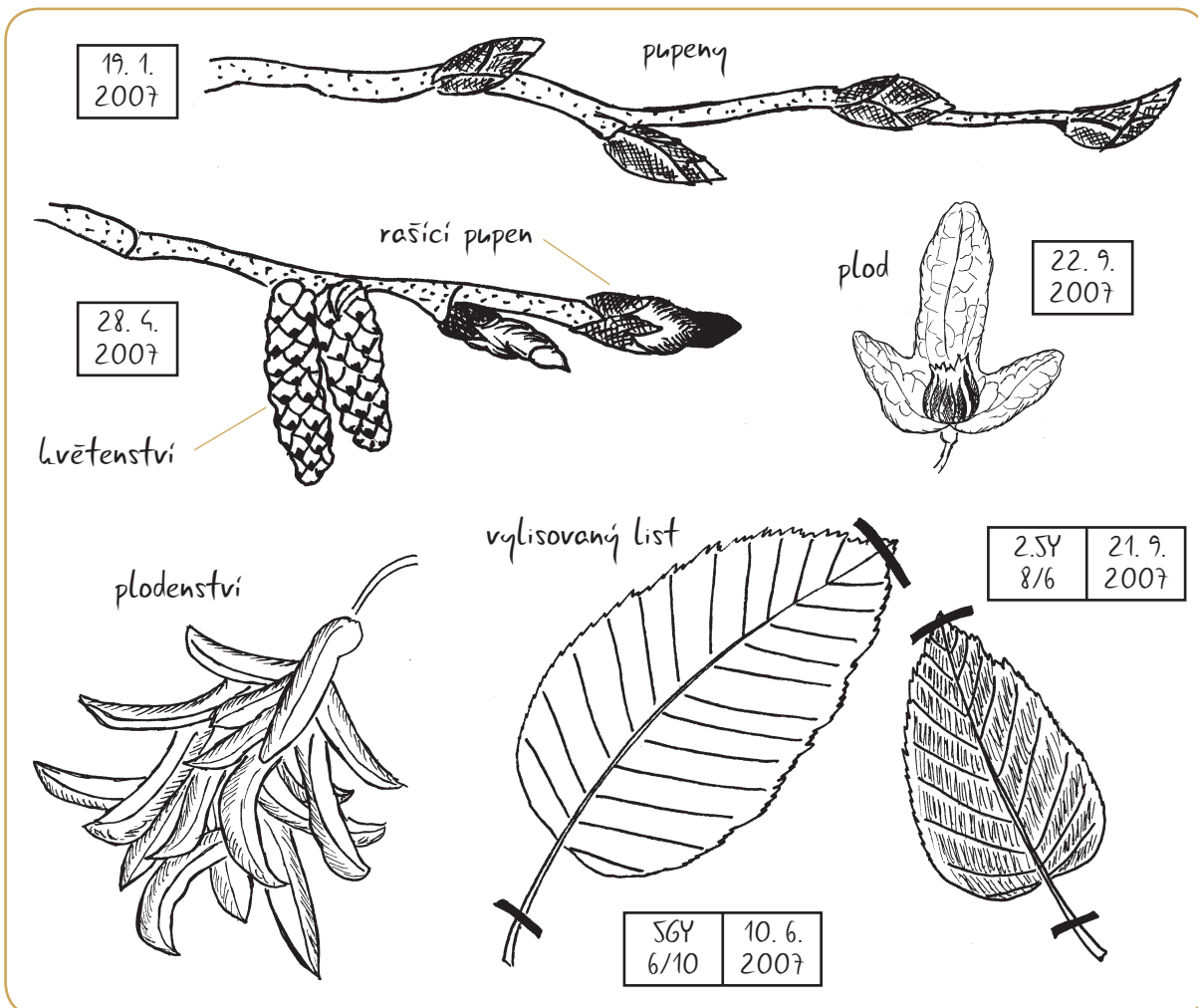
4 Fruktifikace (plody)

5 Žloutnutí listů

6 Opad listů

7 Tvorba pupenů

V případě, že pozorujete jen vybrané fenofáze, vyberte z výše uvedených jen ty, které vás zajímají a ty vepište do pracovního listu.



# Výběr objektu pro fenologická pozorování



FENOLOGIE



Pro všechna fenologická pozorování máte možnost výběru sledovaného objektu.

Záleží jen na vás, co si vyberete podle svých časových možností. V protokolech GLOBE se sledují stromy nebo keře, protože jsou jejich pupeny dobře vidět.

Zvolit správný strom je klíčovým bodem celého vědeckého bádání. Je důležité zaměřit se na několik aspektů. Většina důležitých vlastností je komentována v kapitole Výběr stanoviště, proto zde uvádíme pouze výčet důležitých kritérií, které by měl vybraný strom (keř) splňovat.

## KRITÉRIA PRO VÝBĚR STROMU (KEŘE)

- volně rostoucí přirozený druh (lípa, dub, jasan apod., nikoli druh ovocného stromu)
- listnatý
- dominantní druh – zabírá největší plochu korunového zápoje
- domácí druh (nikoli neofyt či dokonce invazní druh)
- bez umělého zavlažování
- bez zušlechťování či jiného ovlivňování člověkem
- není chráněn budovami
- pupeny dobře viditelné pouhým okem nebo alespoň lupou
- dobře přístupný

V případě **dvou dominantních druhů** si vyberte jeden hlavní a k druhému zadejte informaci o dominantnosti do sekce metadata. Platí jak v případě stanoviště shodného s vegetačním pokryvem, tak pro stanoviště nové. Neprovádíte-li určení korunového zápoje (viz oblast Vegetační pokryv), pokuste se alespoň odhadnout, který druh zabírá největší plochu korunového zápoje.



## Udělejte průzkum stanoviště!

**ČASOVÁ NÁROČNOST:** závisí na počtu druhů na stanovišti a na schopnosti druhy určit

**POMŮCKY:** klíč k určování dřevin ČR

**POSTUP:** Stanoviště může mít různou podobu (viz str. 10). Od toho se bude odvíjet také počet druhů, které jsou na stanovišti přítomny. Žáci vždy určí, který druh je dominantní, a ten sledují přednostně (pokud by druhů nejpočetnější druh byl listnáč a Dm jehličnan, dejte přednost listnatému druhu). Poznávání stromů můžete s žáky nacvičit již v předstihu, na stanovišti vám vše půjde lépe.

První návštěva stanoviště znamená pro žáky určení druhů stromů, které jsou na stanovišti přítomny. Z těchto druhů vyberou příslušný počet jedinců (viz jednotlivé protokoly) vhodný pro pozorování fenologických fází. Na základě definovaných kritérií posoudí, zda jsou objekty vhodné pro sledování změn v přírodě ČR během roku.

V tabulce označí křížkem ty vlastnosti, které daný druh stromu splňuje. Měli by se zde také seznámit s pojmy



dominantní a kodominantní druh. Zda mají v pojmech jasno, lehce ověřte schematickou kresbou stanoviště. V poslední fázi mají žáci sami rozhodnout o tom, jaká kritéria jsou opravdu podstatná, resp. kolik kritérií je nutné splnit, aby mohli daný druh pozorovat. Naprosto prioritní je dominantnost druhu, ostatní kritéria jsou také důležitá, avšak nemusí být splněna 100%. Aby byl druh vhodný, doporučujeme alespoň čtyři splněná kritéria z pěti uvedených v tabulce.

**Druhy stromů, které u nás nejsou původní, a jsou tudíž nevhodné pro pozorování, naleznete například v publikaci vydané Českým svazem ochránců přírody: Nepůvodní druhy fauny a flóry ČR.**

TIP



### Zastínění stromu

Jedno z hlavních kritérií se týká zastínění pozorovaného stromu. Zda je strom v dostatečné vzdálenosti od okolních budov či jiných překážek, zjistíte následujícím způsobem.

ČASOVÁ NÁROČNOST: 10 minut

POMŮCKY: klinometr, kalkulačka

POSTUP: Vzdálenost okolních budov od pozorovaného objektu by měla být větší, než je výška budovy. Je-li tedy úhel větší než 45°, budova je moc blízko a chrání tak strom před nepříznivými vlivy počasí (vítr, přímé sluneční paprsky...). V takovém případě se pokuste najít jiný strom či dokonce definovat jiné stanoviště. Pokud to není ve vašich silách, zadejte tuto informaci jako metadata a strom pro pozorování zvolte.

Výpočet výšky budovy se shoduje s výpočtem výšky stromu (viz oblast Vegetační pokryv).

Strom je v dostatečné vzdálenosti od budovy, je-li tato vzdálenost rovna výšce budovy ( $\text{tg } \alpha = 1$ ) nebo je tato vzdálenost větší.

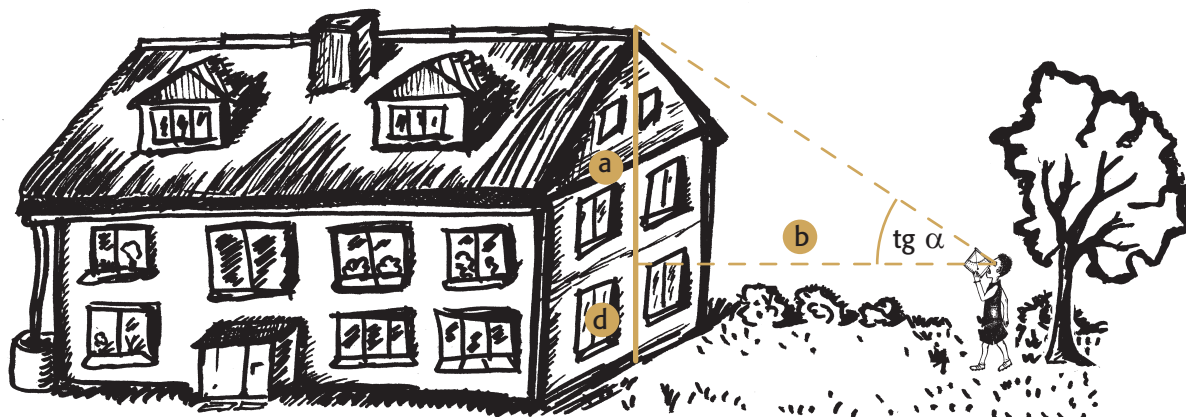
$$\text{tg } \alpha = a/b$$

a – strana trojúhelníku protilehlá k měřenému úhlu

b – strana přilehlá k měřenému úhlu

Nezapomeňte ale na to, že měříte-li výšku budovy klinometrem, je nutné k výšce budovy připočíst ještě výšku k očím žáka, který měření prováděl.





Výška budovy:

$$v = \text{tg } \alpha + d$$

$d$  – výška od země k očím pozorovatele

$v$  – výška budovy

Zda strom roste v uzavřeném městě nebo otevřené krajině, ovlivňuje významně nástup fenofází. Ve městě panuje obecně vzato teplejší mikroklima, a proto zde stromy raší o něco dříve než v polích a lukách, kde jsou vystaveny větru. Na podzim naopak dříve žloutnou listy stromů v krajině, jelikož je zde chladněji a proto je podzimní fenofáze urychlena (stromy se dříve připravují na zimu).

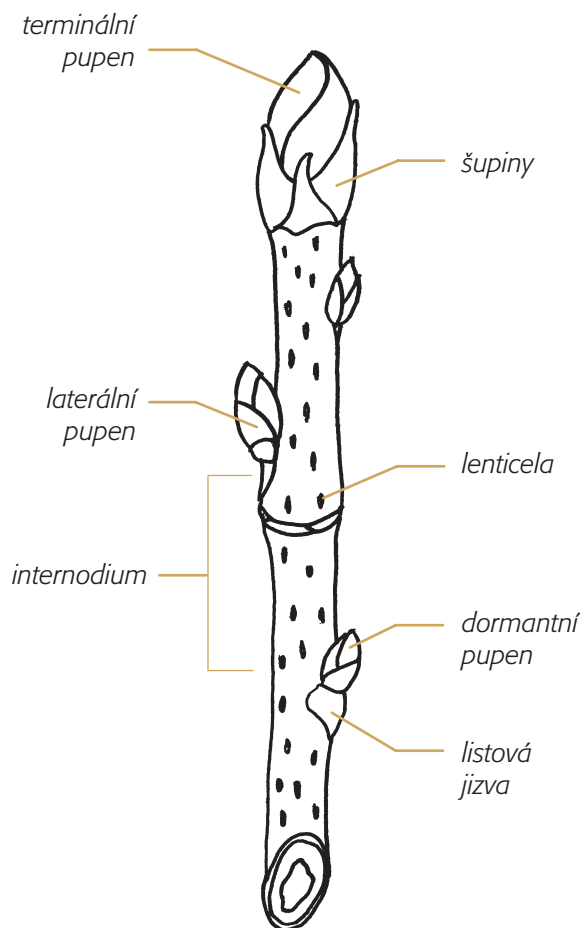
# Rašení pupenů / Budburst Protocol

## Co je rašení pupenů?

Pupeny jsou ochranné orgány, v nichž jsou uloženy základy listů nebo květů. Vznikají v předcházejícím vegetačním období; v průběhu nepříznivého období (sucho, chlad) jsou uzavřené a teprve s příchodem jara se začínají probouzet. Toto otevírání se nazývá rašení pupenů a je snadno pozorovatelné.

Rašení pupenů a doba nástupu dalších fenologických fází **v první polovině roku** závisí především na překročení teplotních hranic. Začátek rašení, otevírání pupenů a kvetení je obvykle možné tehdy, když teplota půdy a vzduchu překročí kritický bod, charakteristický pro každou fázi životního cyklu. Pro vyvolání jednotlivých fází je důležitá **suma efektivních teplot (GDS – growing degree sumation)**.

GDS je součet průměrných denních teplot. Toto kritérium se používá při hodnocení vlivu teploty na růst a vývoj rostlin. Suma efektivních teplot se začíná počítat ode dne překročení průměrných denních teplot vzduchu nad 0 °C (Bednářová).



## Typy pupenů

Podle funkce a postavení pupenů na rostlině rozlišujeme pupeny:

- terminální (koncový)
- laterální (postranní)
- náhradní

Z **terminálního pupenu** vzniká většinou nový prýt, resp. prýt se v tomto místě prodlužuje. Postavení **laterálních pupenů** je charakteristické pro každý druh. Vznikají v úžlabí listů (u krytosemenných v každém, u nahosemenných jen u některých listů). V úžlabí vyrůstá buď jeden, nebo více pupenů. Z nich se vyvíjejí postranní listnaté nebo květonosné větévky.

U dřevin se většinou pupeny zakládají v jednom roce, přezimují na stromě a v druhém roce teprve vyraší a dají vznik novým postranním větvím. Pupeny v zimě jsou v dormanci (dormantní pupeny).

**Náhradní pupeny** se mohou objevit na kterékoli části rostliny (kořen pcháče, na listech – begonie), vyvíjejí se z nich např. kořenové výmladky (šeřík) nebo rozmnožovací cibulky (kyčelnice) či prutovité větve (švestka). Slouží tedy k vegetativnímu rozmnožování rostliny.



**Spící pupeny** rostou většinou při bázi větve. Tyto pupeny neraší, ale jsou spící i několik let (u buku [*Fagus silvestris*] až kolem sta let). Podnětem pro jejich aktivaci je např. extrémní mráz, který zničí všechny ostatní pupeny, nebo poničení vzrostného vrcholu.

## Stavba pupenu

Nové listy se zakládají v podobě hrbolku (tzv. listového primordia), vznikajícího dělením buněk vnějších pletiv (meristémů) po stranách vzrostného vrcholu. Listové základy postupně přerůstají vrchol stonku, a to tím více, čím jsou od vrcholu vzdálenější, překrývají choulolistivý vzrostný vrchol a tvoří s ním pupen. Na povrchu jsou pupeny většinou chráněny šupinami, u některých druhů ještě navíc vylučují pryskyřičné látky – kaštan (*Aesculus hippocastanum*). Mohou být také chráněny palisty patřícími listům složeným v pupenu – dub (*Quercus sp.*), habr (*Carpinus betulus*), buk (*Fagus sylvatica*). Zajímavý způsob si vytvořil platan (*Platanus*) chránící si své pupeny v kápovitě rozšířené bázi řapíku.

Pupeny nechráněné (nahé) má většina bylin, z keřů např. krušina olšová, šupiny jen na bázi pupenu (polonahé pupeny) si vytváří bez černý (*Sambucus nigra*).

Naučte se s dětmi poznávat druhy stromů podle postavení pupenů na větví.

TIP



## Rašení pupenů / Budburst Protocol

**Budburst protocol** je snadné a rychlé měření, které vám zabere jen několik minut denně. Na svém stanovišti můžete pozorovat libovolný počet jedinců, minimálně však dva (pravidla pro výběr objektu viz str. 19). Podle svých časových možností si vyberte z těchto tří variant:

Pozorování listových pupenů

1. dva a více jedinců téhož Dm druhu
2. dva jedince téhož Dm druhu a jeden a více jedinců jiných druhů
3. více jedinců různých Dm druhů a dalších druhů nebo zástupců keřového patra



Může se stát, že máte na stanovišti dva druhy se stejným korunovým zápojem.

Oba jsou v takovém případě Dm a je nutné zadat o tom informaci do popisu stanoviště. (druhý Dm druh, více jiných druhů, druhy keřového patra).

Pozorujete-li dominantní či kodominantní druh, který je ale přítomen v keřovém patře nebo druhy keřového patra, zapíšte o tom informaci do sekce metadata. Vzhledem k většímu zastínění mají tyto jedinci odlišný vývojový cyklus než stromy, a proto se liší i doba, kdy pupeny začnou rašit. V keřovém patře můžete pozorovat buď keře, nebo stromy nízkého vzrůstu.



Na svém stanovišti vyberte alespoň **dva stromy**, na každém najdete **tři různé větve**. Na každé větvi budete pozorovat jeden pupen. Poněvadž budete většinou provádět pozorování pouhým okem, nanejvýše lupou, zvolte takové větve, které budou dobře přístupné a viditelné. Stromy si pečlivě označte (výběr stromu je popsán v kapitole Výběr objektu pro fenologická pozorování).

Přibližně 14 dní před předpokládaným počátkem rašení pupenů navštivte stanoviště. Zaznamenávejte vždy datum své návštěvy a informaci, zda se již objevil **první drobný lístek**.

- Pokud ne, stačí navštěvovat stanoviště 2krát týdně, informace neodesíláte.
- Pokud ano, začněte pozorovat pravidelně každý den a zaznamenejte datum, kdy vyrašily tři pupeny, každý na jiné větvi.



**Počátek rašení je okamžik, kdy na stromě raší tři pupeny, každý na jiné větvi (objeví se tři lístky).**

Doporučujeme předem vybrat i konkrétní pupeny (pokud nebudou pokryté sněhovou pokrývkou). Vyplňte tabulku – kódy pupenů. Žáci si zakreslí postavení pupenů na větvi a seznámí se s jednotlivými typy pupenů a jejich funkcí. K tomuto úkolu je vhodné do výuky zařadit poznávání druhů stromů podle postavení pupenů na větvi.



### Výběr pupenů

ČASOVÁ NÁROČNOST: 30 minut + cesta na stanoviště a zpět

POMŮCKY: buzola, izolepa, barevný papírek, tužka, určovací klíč dřevin ČR

POSTUP: Větvička s pupeny může vypadat různě podle druhu stromu (keře), jaký pozorujete. V zásadě lze ale rozlišit základní typy postavení pupenů na větvi. Nejčastější varianty jsou vstříčné nebo střídavé postavení pupenů. Pupy mohou být různě daleko od sebe (opět v návaznosti na druh stromu), liší se barvou a dalšími parametry (viz níže). Aby si žáci strom dobře zapamatovali, nakreslí větvičku s postavením pupenů do pracovního listu. Seznámí se s typy pupenů a jejich funkcí (úvod kapitoly Rašení pupenů).

Pupeny, které vyberete, označte na větvi kódem nebo názvem (např. LS28.10.08 = lípa srdčitá, poprvé pozorována 28. října 2008 nebo jakékoli jiné označení). Kód zapište do tabulky v pracovním listu. Toto označení zadáte následně do databáze GLOBE.

### ODPOVĚDI NA OTÁZKY:

Vrcholový pupen se většinou přeměňuje na prýt, tj. prodlužuje se větvička. Úžlabní pupeny se mění v postranní listové či květonosné větévky. Popis větévky s pupeny naleznete v kapitole Typy pupenů.

Postavení pupenu na větvi je charakteristické pro každý druh, ovlivňuje tvar dřeviny – směr větvení stonku, hustotu olistění, tvar koruny a tím i její celkový vzhled.







Postavení pupenů na větvi je jen jedním z mnoha znaků, které určují druh rostliny.

Pro přesné určení využijte i další znaky:

- Kůra
- Tvar koruny
- Větvení
- Barva kůry
- Barva letorostů
- Tvar pupenu
- Listy
- Ochlupení



## Pozorování rašení pupenů

ČASOVÁ NÁROČNOST: 10 minut + cesta na stanoviště a zpět

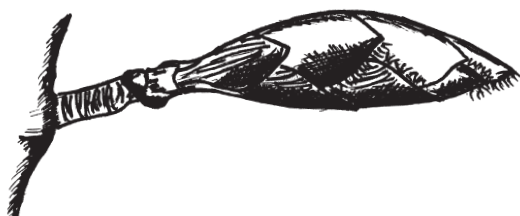
POMŮCKY: vybrané pupeny, záznamový arch

POSTUP: V této chvíli byste měli mít s žáky již definované stanoviště a vybrané stromy (pupeny), které chcete pozorovat. Žáci již označili stromy, které budou pozorovat a nyní provedou první krok badatelské činnosti. Sledují pupen, jak se mění – zvětšuje se a raší.

V protokolech rašení pupenů žáci zaznamenávají stav pupenu od pozdní zimy, nejlépe již od 1. ledna, po den, kdy pupen vyraší (objeví se část zeleného lístku v pupenu). Proto byste měli zvolit stanoviště a vybrat stromy již na podzim. Stromy pečlivě označte, abyste je na jaře dobře našli.

Na každém stromě pozorujte tři jižně orientované větve, na každé jeden pupen.

Klimatické údaje má význam měřit, pokud s nimi budete dále pracovat. Je ale také dobré data shromažďovat a jejich interpretaci se zabývat ve vyšších ročnících. Výhodou v takovém případě je i to, že budete mít data za více let. Takové údaje se snáze interpretují a je možné z nich udělat smysluplné závěry (viz str. 26).



*Pupen v dormanci (buk lesní)*



*Rašící pupen (buk lesní)*



Tab. 3: Příklad vyplněné tabulky

Stanoviště: školní pozemek Pozorovaný druh: lípa srdčitá ( <i>Tilia cordata</i> )			Rok 2004	Větev 1 Kód pupenu: sp1	Větev 2 Kód pupenu: sp2	Větev 3 Kód pupenu: sp3
datum	Průměrná denní T [°C]	Denní srážky [mm]	Vodní ekvivalent [mm]	Stav pupenu S/R S=spí / R=raší	Stav pupenu S/R S=spí / R=raší	Stav pupenu S/R S=spí / R=raší
1.1.	-4,2	0	0	S	S	S
2.1.	-3,8	0	0	S	S	S
5.1.	-6	Záznam chybí	0	S	S	S
7.1.	-4	0	9	S	S	S
10.1.	0	5	0	S	S	S
pozorování provádíte nejlépe každý den, nebo alespoň 2–3x týdně, dokud pupen nezačne rašit						
14.3.	6	2,5	0	R	S	S
15.3.	8	0	0	—	S	R
17.3.	8	2	0	—	R	—

Z tabulky je patrné, že datum vyrašení stromu je 17. března. V tento den vyrašil poslední ze tří pupenů.



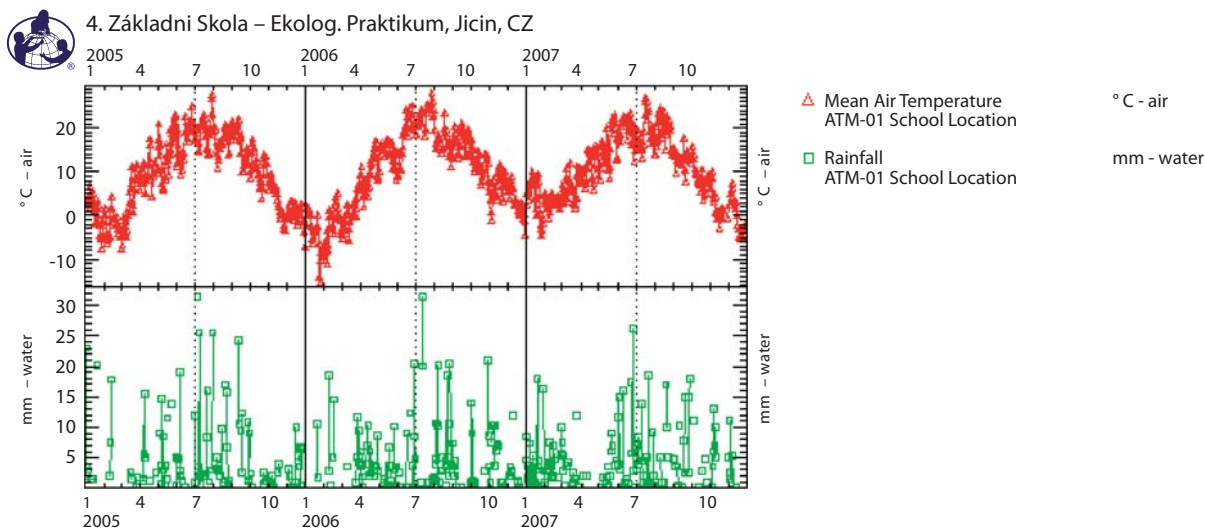
## Interpretace dat / Vliv klimatických faktorů

**Interpretace dat** je nedílnou součástí vědecké práce. Musíme bezpochyby vědět, co jsme vlastně naměřili a hlavně o čem data vypovídají. Mnoho žáků má právě s interpretací největší potíže, proto se podíváme na to, jak poznat, zda jsou data správně nasbíraná a co znamenají.

Je důležité naměřená data sledovat. **Každý rok** by měla být **doba počátku vegetační sezóny přibližně stejná**. To znamená, že by se neměla lišit více než o měsíc. Měříme-li dlouhodobě, můžeme tuto dobu dopředu s určitou nepřesností odhadnout.

**Každý druh začíná rašit v jiném období** a dokonce i tentýž druh raší v každém roce v jinou dobu. Vliv teploty a srážek jsou jedním z nejpodstatnějších faktorů indukujících rašení pupenů.

Ukažme si nyní příklad průběhu teploty a srážek v České republice na následujícím grafu.





Teplota odráží střídání ročních období. V prosinci a lednu jsou teploty nejnižší, naopak v červenci a srpnu nejvyšší. Mezi těmito „extrémy“ se teplota plynule mění.

Srážky jsou mnohem více proměnlivé. Pro fenologii má význam také vodní ekvivalent, který se vypočítává z množství sněhových srážek (viz dále).

Kromě teploty vzduchu a množství srážek má na pučení vliv také délka dne a intenzita slunečního záření. S tím souvisí dva geografické jevy, a to expozice svahu a nadmořská výška.

Na severních svazích je obecně chladnější mikroklima než na jižních, a proto zde můžete očekávat mírné zpoždění fenologických projevů. Stejně je tomu na větvích různých světových stran jednoho stromu. I zde pupeny raší v pozdější době na severně orientované větvi než na jižně exponované straně, kde je intenzita slunečního záření vyšší.

Je-li vaše škola umístěna ve vysoké nadmořské výšce, i ta značně ovlivňuje dobu rašení. **S rostoucí nadmořskou výškou** se zpravidla doba rašení oproti stejnému druhu v nížinné poloze zpožďuje.

Z **endogenní dormance** se rostliny dostávají vlivem měnící se délky dne. Poté záleží na vnějších faktorech, jak dlouho potrvá **dormance exogenní**. Každá rostlina potřebuje určité množství teplot (GDS), aby se začala probouzet k životu. Kdyby totiž vyhnala své pupeny příliš brzy, mohlo by se stát, že při prvním doznívajícím mrazíku zmrznou. Krom toho rostlina také potřebuje určité množství půdní vlhkosti, která zajišťuje dostatečný přísun nejen vody, ale i živin nezbytných pro růst rostliny.

V protokolech GLOBE se pro vyjádření teploty a vlhkosti používají tyto veličiny:

- průměrná denní teplota  $T_p$ ,
- **suma efektivních teplot** GDS,
- potenciální evapotranspirace PET,
- **reálný příjem vody** WD.

**Na základě těchto údajů, které vypočítáte pro každý rok, lze určit, které faktory mají na ten který druh klíčový vliv.**

Chcete-li propojit fenologii s meteorologií, využijte pracovní listy Rašení pupenů / Budburst Protocol 3/5, 4/5, 5/5.



### Vyjádření vlivu teploty na rašení pupenů – suma efektivních teplot GDS:

$T_p$  je průměrná denní teplota odvozená z denního minima a maxima.

- změřte každý den min. a max. teplotu
- vypočítejte z této hodnoty aritmetický průměr
- zaznamenejte hodnoty do tabulky 1 v pracovním listě Rašení pupenů 2/5 nebo 3/5

$$T_p = \frac{T_{\max. [^\circ\text{C}]} + T_{\min. [^\circ\text{C}]}}{2}$$



Zaznamenávejte kladné hodnoty  $T_p$  do tabulky od 1. ledna každého roku až do prvního dne rašení pupenů (pro každý strom zvlášť). Porovnejte hodnoty z předešlých let s těmi stávajícími.

**GDS** – suma efektivních teplot; vyjadřuje oteplování v průběhu měření; součet všech kladných průměrných denních teplot ( $T_p$ ) v období od 1. ledna do prvního dne pučení.

$$GDS = \sum (+)T_p = \sum (+) \frac{T_{\max. [^\circ\text{C}] + T_{\min. [^\circ\text{C}]}}{2}$$

- od zaznamenané první kladné hodnoty sledujte  $T_p$  každý den
- zaznamenejte všechny kladné hodnoty do tabulky v pracovním listě Rašení pupenů 3/5
- sečtěte všechny kladné hodnoty od 1. ledna až po první den rašení
- zaznamenejte výsledné číslo do tabulky v pracovním listě Rašení pupenů 3/5

Př.:	$T_p [^\circ\text{C}]$	-3	-2	2	3	-1	5	6
	GDS:	0	0	2	5	5	10	16



Pokud je rozdíl v převýšení mezi meteorologickým a fenologickým stanovištěm větší než 100 m, je nutné každý den započítat tzv. korekční faktor, který činí  $3^\circ\text{C}$  na každých 500 m (v případě, že je fenologické stanoviště výše, odečítáme  $-3^\circ\text{C}$ , jestliže níže, přičítáme  $+3^\circ\text{C}$ ).



### Vyjádření vlivu množství srážek na rašení pupenů

Dostupnost vody se vyjadřuje jako rozdíl mezi příjmem a výdejem vody. Příjem představují dešťové a sněhové srážky, výdej vody potom transpirace rostlin a evaporace (vypařování vody z půdy). Pro výpočet celkového výdeje vody, tzv. evapotranspirace, platí poměrně složitý matematický vztah. Vy ji budete určovat pouze na základě teploty jako tzv. potenciální evapotranspiraci (PET).

#### CELKOVÝ VÝDEJ VODY:

**PET** – potenciální evapotranspirace (celkový výdej vody); potenciální množství vody, které se odpařuje z povrchu za určité teploty. PET odvodíte podle průměrné denní teploty ( $T_p$ ) z tabulky v pracovním listě Rašení pupenů 3/5.

Hodnoty byly vypočítány na základě předpokladu, že při každé teplotě vzduchu se vypařuje jiné množství vody (vzduch může pojmout jiné množství vodní páry). Teplý vzduch je schopen v sobě „udržet“ více vody, proto když je vzduch teplejší, odpařuje se vody více než když je vzduch studenější.

- PET zaznamenáváte od prvního dne měření
- do tabulky pro pokročilé zaznamenávejte 29 dní před rašením + v den rašení
- celkově získáte 30 hodnot
- sečtěte všechny hodnoty PET a celkovou hodnotu zadejte do tabulky v pracovním listě Rašení pupenů 3/5 (součet posledních 29 dnů před rašením + první den rašení, celkem 30 hodnot)



**CELKOVÝ PŘÍJEM VODY:**

**Měřte denní srážky 29 dní před rašením + v den rašení** (celkem 30 dní – 30 hodnot). Zaznamenávejte dešťové a sněhové srážky podle meteorologických protokolů. U sněhových srážek vypočítejte vodní ekvivalent nového sněhu pro každý den (viz oblast Meteorologie).

Pokud v den rašení leží na zemi sněhová pokrývka, spočítejte vodní ekvivalent pro celkovou vrstvu sněhu a zadejte jej do tabulky v pracovním listě Rašení pupenů 3/5.

Stejně tak zadejte tuto hodnotu pro 29. den před pučením, jestliže byla přítomna sněhová pokrývka.

Celkový příjem vody tedy představují buď:

- celkový srážkový úhrn, pokud za celou dobu nebyl přítomen sníh nebo
- celkový srážkový úhrn a vodní ekvivalent nového sněhu za posledních 30 dní před vyrašením a rozdíl vodního ekvivalentu celkové sněhové pokrývky z 29. dne a ze dne rašení

**Porovnání celkového příjmu a výdeje vody** vám umožňuje zjistit, zda patří vaše stanoviště k suchým, či vlhkým plochám. Je-li příjem vody větší než výdej, stanoviště má charakter vlhkého prostředí, je-li výdej větší než příjem, je stanoviště suché. Velikost čísla pak vyjadřuje intenzitu tohoto jevu. Porovnání příjmu a výdeje vody vyjadřuje veličina WD – reálný příjem vody.

**WD** – reálný příjem vody (water difference); rozdíl mezi celkovým příjmem a celkovým výdejem vody

$$\text{WD} = \text{celkový příjem} - \text{celkový výdej (PET)}$$

$$\text{reálný příjem vody} = \sum a + \sum b + (b_{29} - b_0) - \text{PET}$$

$a$  = celkový srážkový úhrn za den

$b$  = celkový úhrn sněhových srážek za den (vodní ekvivalent sněhové pokrývky)

$b_{29}$  = sněhové srážky (vodní ekvivalent sněhové pokrývky) 29. den před pučením

$b_0$  = sněhové srážky (vodní ekvivalent sněhové pokrývky) v den pučení

výsledek se zadává do tabulky v pracovním listě Rašení pupenů 3/5





## Interpretace dat

Máte-li dostatečné množství dat, můžete hledat vztah mezi klimatickými podmínkami a počátky rašení daného stromu a předpovědět dobu, kdy strom vyraší v příštím roce.

ČASOVÁ NÁROČNOST: 10 minut

POSTUP: Vodítkem vám budou úlohy v tomto pracovním listě. Nejprve je potřeba vědět, jak je vlastně podle GLOBE parametrů definována doba rašení. Je to doba, kdy vyraší poslední ze tří pupenů, které jste si na stromě vybrali.

Tentýž druh může mít rozmezí data rašení maximálně měsíc. Proto jediné stromy C a D mohly být teoreticky stejným druhem.



## Kdy strom vyraší v příštím roce?

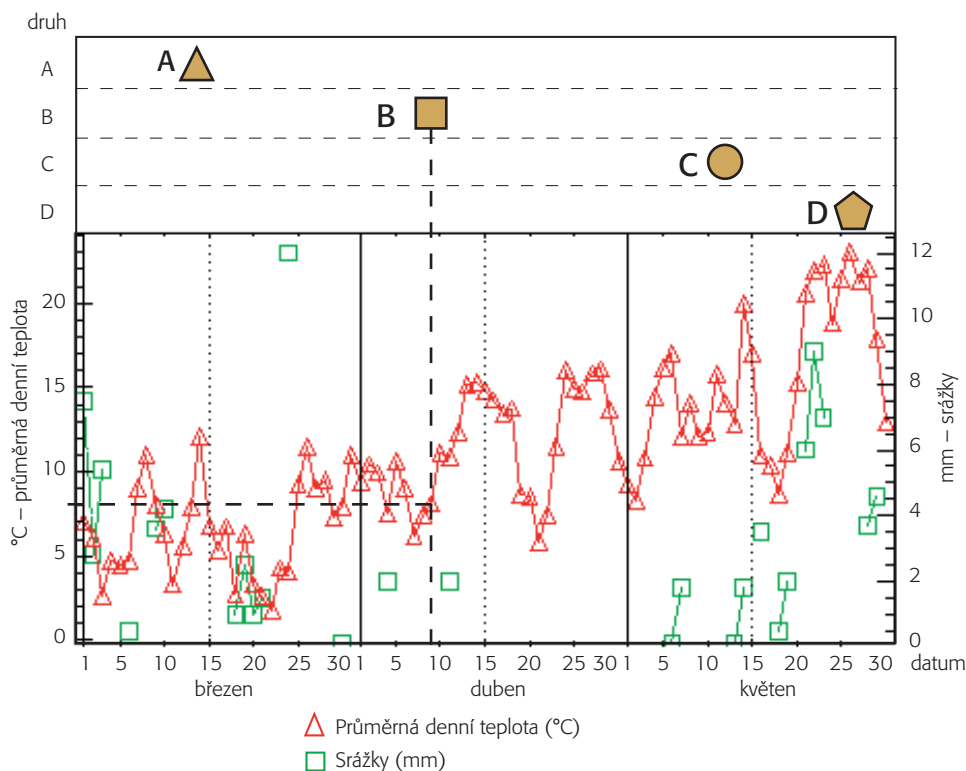
Sledujete-li tentýž strom alespoň dva roky, je ta pravá doba pokusit se předpovědět, kdy očekávat rašení v příštím roce.

ČASOVÁ NÁROČNOST: 30 minut

POSTUP: Pracujte s grafem v pracovním listě. Zaměřte se s žáky na faktory, které rašení ovlivňují nejvíce.

Graf znázorňuje průměrnou denní teplotu a úhrny srážek za jednotlivé dny. Jejich vliv na rašení pupenů je popsán v úvodu této kapitoly.

Strom B vyrašil 9. dubna. V tento den byla teplota vzduchu 8°C. Tato jedna teplota rozhodně nemohla sama o sobě ovlivnit den rašení, ale mohla být posledním článkem v celkovém součtu kladných teplot (GDS) v období od 1. ledna do 9. dubna. Tato **suma efektivních teplot** mohla být mezní pro vyrašení stromu.





Vliv mohly mít také denní srážky, avšak těsně před vyrašením stromu B nepršelo, proto bychom se mohli domnívat že větší vliv má již zmíněná suma efektivních teplot. V příštím roce bychom tedy mohly den rašení předpovědět podle této hodnoty GDS a pravidelným pozorováním a zaznamenáváním teplot ověřit, zda byla hypotéza správná.

**POZOR!** Hodnota GDS se počítá od 1. ledna po datum vyrašení. Jelikož v grafu máte k dispozici pouze data od 1. března, je celková suma teplot neúplná. Nezapomeňte na tento fakt žáky upozornit!

Ke grafu nezapomeňte přiřadit legendu s významem použitých symbolů!

TIP



## Jak raší duby

Pokud byste si chtěli vytvořit podobný graf pro svá vlastní pozorování, postupujte následovně.

Na ose x vynesete časovou škálu, měřítko zvolte podle potřeby, ale počítejte s mnoha daty (dlouhodobé pozorování). Na osu y umístěte tolik let, jak dlouho strom pozorujete.

Ke každému roku uveďte zjištěné klimatické veličiny GDS a WD. Získáte tak přehledný souhrn vašich měření a interpretace pro vás bude tudíž snazší.

Při interpretaci se zaměřte na souvislosti mezi klimatem a nástupem fenofáze (rašením).

- Má vliv teplota a srážky?
- Je určujícím faktorem doby rašení délka slunečního svitu?
- V jaký den vyraší strom příští jaro?
- V jakou dobu přibližně vlastně strom raší? Je to v březnu, dubnu, květnu?
- Závisí datum rašení na nadmořské výšce, ve které se strom nachází?
- Jaké faktory dále ovlivňují dobu rašení?

Odpovědi naleznete v úvodu této kapitoly a v kapitole Čím jsou fenologické jevy způsobeny. Konkrétní příklad interpretace dat nabízíme níže.



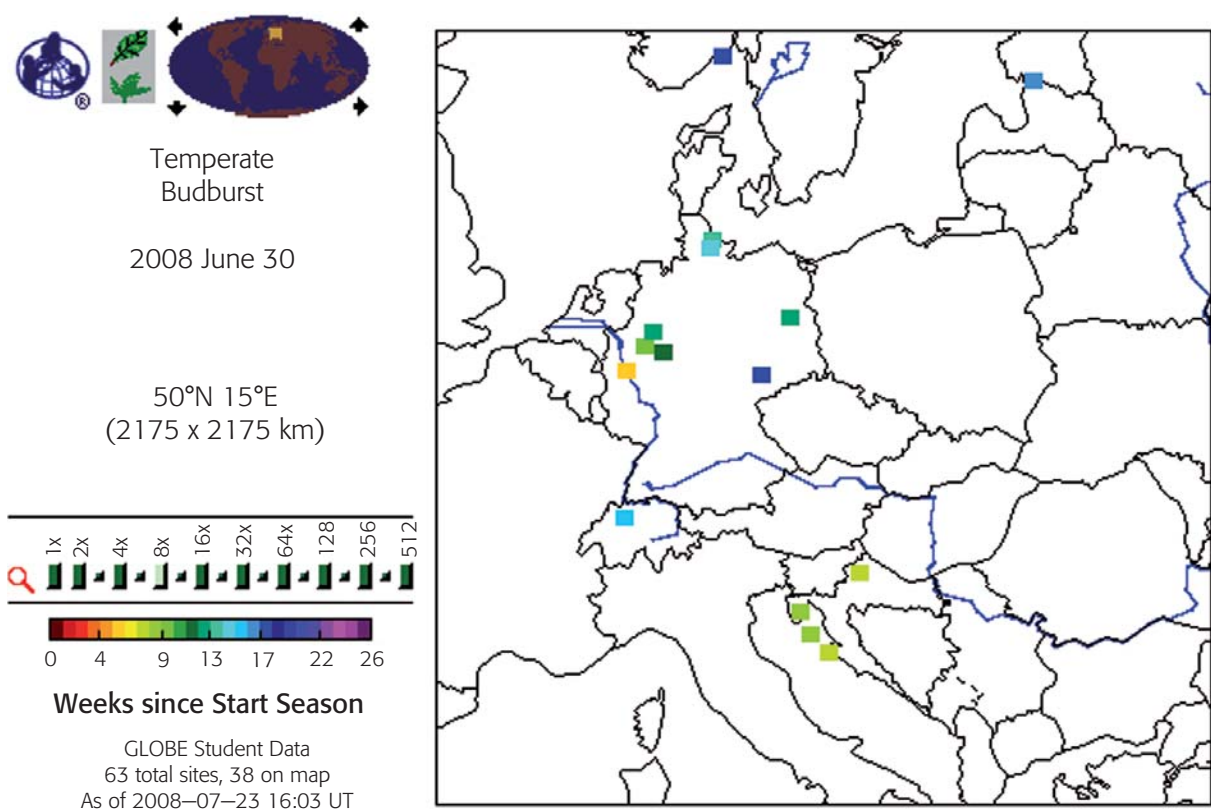


## Hodiny fungují i v přírodě

ČASOVÁ NÁROČNOST: 5 minut

POSTUP: Následující mapa znázorňuje dobu, která uplynula od počátku vegetační sezóny v týdnech (tj. od 1. ledna). Tyto mapy najdete též na [www.globe.gov/For Students/Maps](http://www.globe.gov/For Students/Maps). Zde vyberete v kolonce **Datasets in this category** výstupy z fenologie – **Phenology** (úplně dole). Vyberte „**Temperate Budburst**“. Můžete zde volit různé měřítko mapy a vybírat země, které vás zajímají.

Dobu rašení stromů v jednotlivých zemích znázorňují barevné čtverce, přičemž každý týden po počátku vegetační sezóny je znázorněn jinou barvou. V mapě jsou zobrazena ta data, která jsou k dispozici v databázi GLOBE. Je proto třeba vzít v úvahu, že některé údaje nemusí být úplně správné. Přesto můžete mapu využít k názorné ukázce, jak se mění nástup fenofází s rozdílnou zeměpisnou polohou. Významný vliv může mít také nadmořská výška, přímořské vs. kontinentální podnebí a další geografické faktory.



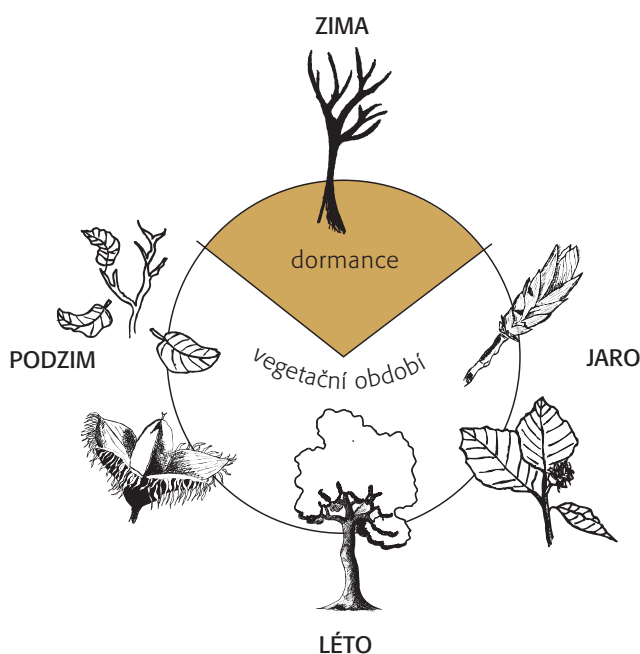


# Probouzení vegetace / /Green-Up Protocol



## Životní cykly

Všechny živé organismy mají své životní cykly. V případě rostlin se jedná o **střídání** určitých **fází během roku**; tyto fáze rostlinám umožňují v klidu přežít všechna úskalí počasí. Kupříkladu listnaté stromy: zjara začínají rašit pupeny a zakrátko je na nich možné spatřit drobné zelené lístky, které se postupně vyvíjejí, rostou, až se nám strom jeví jako plně olistěný. Spolu s listy se objevují také květy (v některých případech jsou vidět nejprve květy a pak teprve listy, např. u vrby). V létě se opylené květy přemění v plody, kterými si rostlina zajišťuje zachování svého druhu. Na podzim se pak vytvoří pestrobarevná koruna ze stárnoucích a opadávajících listů, aby v průběhu nepříznivé zimy nedocházelo k nadměrným ztrátám vody ze stromu. Přechod rostliny do období odpočinku a výstup z něj způsobují fytohormony, jejichž funkce ovlivňují vnější podmínky.



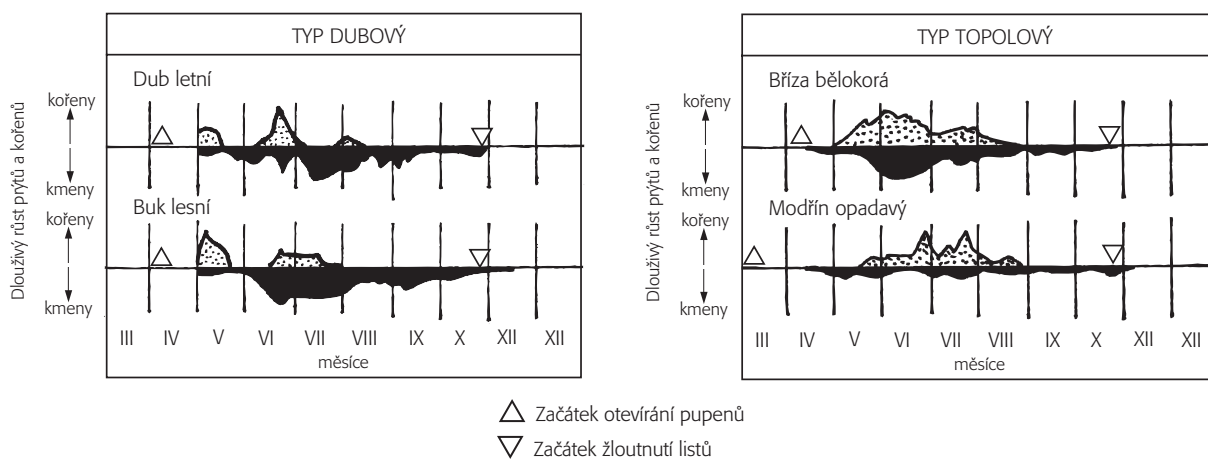
V tropických oblastech, kde se teplota během roku příliš nemění, nevykazují rostliny jednotlivé fenofáze současně, tak jako tomu je v oblasti mírného pásu. Každá rostlina „žije“ nezávisle na okolí a může prodělat během jednoho roku i několik fenologických cyklů.


Rostliny mírného pásma prožívají během roku **jeden fenologický cyklus**. Střídá se u nich období aktivního růstu a období klidu (dormance). Toto střídání fází je jednak geneticky zakódováno a jednak ovlivněno vnějšími podmínkami prostředí (teplota, srážky...).

U stromů můžeme pozorovat dva typy růstové aktivity. **Typ dubový** prodlužuje své prýty časně zjara, poté na nějakou dobu růst ustává a obnovuje se ještě několikrát v průběhu vegetační sezóny. Spadají sem např. dub letní, buk lesní, smrk ztepilý.

Druhy jako břiza, lípa, akát či modřín spadají do **typu topolového**. Jejich růst je synchronizován s délkou dne, tzn. není v průběhu vegetační sezóny přerušován.





 Na většině míst světa probíhá v jednom roce jeden fenologický cyklus, ale jsou i místa, kde je cyklů více. V trvale vlhkých tropech dochází k několika cyklům v roce. Tuto informaci zadáváte do databáze v popisu stanoviště.

## Probouzení vegetace / Green Up Protocol

Protokol probouzení vegetace je podobný předchozímu protokolu Rašení pupenů. Jaké jsou tedy hlavní rozdíly? Podle čeho se můžete při výběru orientovat?

### Rozdíl mezi protokoly Rašení pupenů a Probouzení vegetace

Rašení pupenů	Probouzení vegetace
Pozorujete, jak se pupen mění a kdy vyrašil	Měříte velikost pupenů a listů
Pozorujete strom do počátku rašení	Vyžaduje kontinuální pozorování od časného jara až do celého olistění
2 stromy	1 strom
3 pupeny, každý na jiné větvi	4 pupeny (následně listy) na jižně orientované větvi

U stromů a keřů považujeme za **začátek probouzení vegetace** den, kdy se jeden ze čtyř pupenů vybraných pro pozorování zvětší a vy můžete pozorovat drobné zelené lístky vykukující z pupenu.

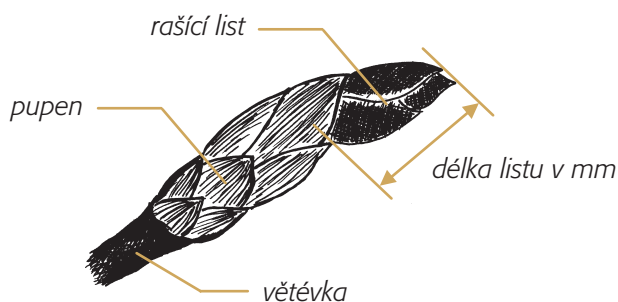
Každý rok budete pozorovat pupeny jiné. Vždy jeden pupen terminální a tři pupeny jemu blízké. U druhů, z jejichž pupenů vyrůstá více listů, vyberte list jeden a označte ho na řapíku barevnou bavlnkou.

Pro pozorování přednostně vybírejte listnaté stromy a keře, teprve v případě, že na stanovišti žádné listnaté druhy nejsou, pozorujte stromy a keře jehličnaté.



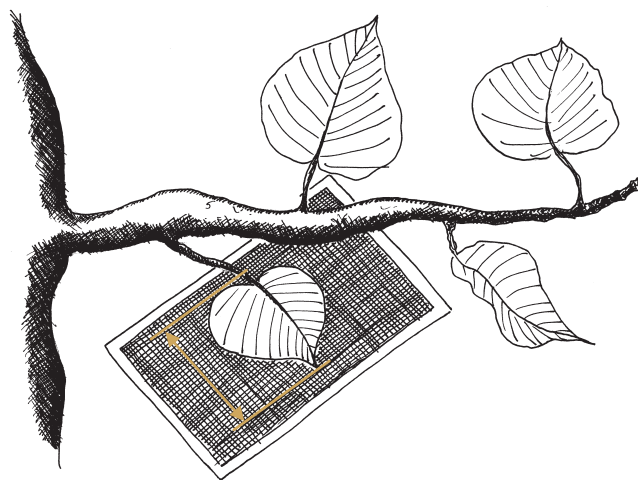
Studenti **pozorují a popisují lístek** po celé období od jeho klidového stavu v pupenu až po vyrašení a následně měří délku listu až do doby dospělosti (tj. tři po sobě jdoucí hodnoty délky listu jsou konstantní). Pozorování a měření je nejlepší provádět každý den nebo alespoň s pravidelnou frekvencí každý 2. – 4. den.

### Měření délky listu v pupenu



Může se stát, že fenofáze olistění potrvá až do konce školního roku nebo i déle. Měření by se mělo provádět až do zralosti listů, tj. i přes prázdniny, pokud list ještě roste. Pokud není reálné měřit přes prázdniny, změřte konečnou délku listu alespoň v září.

### Měření délky listu pomocí mm papíru



Délku listu je šikovné měřit za pomoci milimetrového papíru, který přiložíte ze spodu listu a označíte na něm tužkou dva mezní body. Délku listu pak snadno určíte a navíc se snižuje riziko poškození listu.



Měření délky listu můžete ukončit, bude-li mít list po 3 měřeních stejnou délku.

Pro označení pupenů použijte barevnou bavlnku, kterou uvážete na větvičku v blízkosti pupenu. Bavlnku uvažte 2 – 3 uzly, avšak nevažte ji příliš těsně, větvička bude během roku slít! Na konec bavlnky můžete uvázat identifikační kartičku, nejlépe zatavenou ve fólii.

TIP



Je zajímavé sledovat souvislost mezi velikostí pupenu a následnou velikostí listu. S velikostí pupenu souvisí i délka prýtu, který z něj vyroste. Velikosti pupenů se na větví mění, u některých je největší pupen při vrcholu (většina stromů), u jiných druhů při bázi, jindy zase uprostřed. Níže jsou pak položeny květní pupeny.



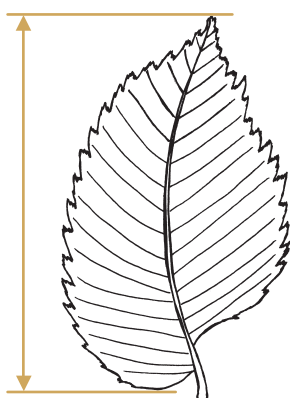
## Pozorování rašení pupenů a měření délky listu

ČASOVÁ NÁROČNOST: 10 minut + cesta na stanoviště a zpět

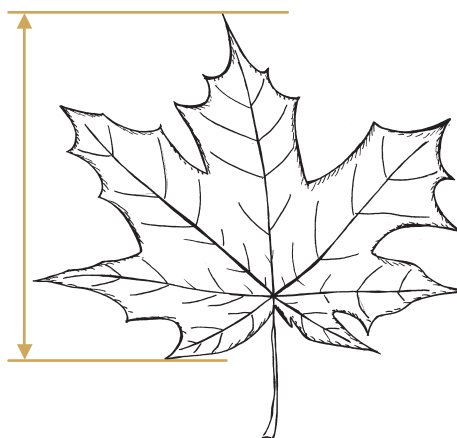
POMŮCKY: lupa, pravítko, záznamový list, bavlnka, izolepa, barevný papírek

POSTUP: Pro tyto protokoly platí stejné zásady jako pro protokoly Rašení pupenů. Vlastní měření spočívá v pozorování pupenu a v přesném určení délky listu. Ta se měří **od báze čepele po její vrchol** a zadává se v milimetrech. U lichožpeřených listů měřte délku od špičky vrcholového lístku po poslední lístek v místě, kde nasedá na řapík. Stromy se sudozpeřenými či dlanitě složenými listy nejsou v České republice povětšinou původní. Tyto druhy nejsou tedy vhodné k pozorování.

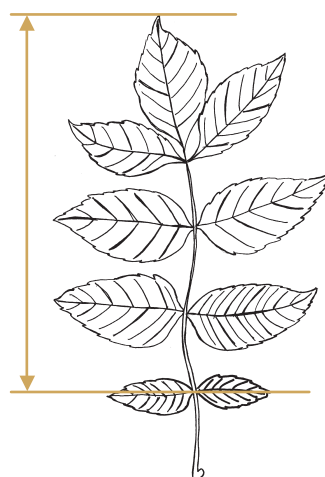
### Měření délky listů



*jednoduchý, silně nesouměrný list*



*jednoduchý členěný list*



*složený list*

Vývojová stádia pupenu a listu, která zaznamenáváte do protokolu, jsou následující:

- **Dormance** (*dormant*) – pupen se nemění
- **Bobtnání** (*swelling*) – pupen roste, zvětšuje se v délce i šířce
- **Pučení** (*budburst*) – pupen se rozevívá a objevuje se list (v této fázi měříme délku listové čepele)
- **Délka listu** (*length*) – měří se délka listové čepele (mm)
- **Ztracen** (*lost*) – pokud list z jakéhokoli důvodu nemůžeme dále měřit



Tab. 5: Příklad vyplněné tabulky

Datum (den a měsíc)	List 1 dormance – dormant, bobtnání – swelling pučení – budburst, délka – length [mm], ztracen – lost	List 2 dormance – dormant, bobtnání – swelling pučení – budburst, délka – length [mm], ztracen – lost	List 3 dormance – dormant, bobtnání – swelling pučení – budburst, délka – length [mm], ztracen – lost	List 4 dormance – dormant, bobtnání – swelling pučení – budburst, délka – length [mm], ztracen – lost	Zadáno do databáze GLOBE
9. března	dormance	dormance	dormance	dormance	
11. března	bobtnání	bobtnání	bobtnání	dormance	X
14. března	pučení	pučení	bobtnání	bobtnání	X
18. března	2	4	pučení	pučení	X
22. března	6	10	5	6	
29. března	20	22	18	19	
2. dubna	30	32	25	28	
8. dubna	45	ztracen	42	44	
11. dubna	45		44	44	
14. dubna	45		44	44	

**Doba vývoje listů** je různá, od několika hodin po měsíc, mění se také v závislosti na klimatických podmínkách. Při měření délky listu dávejte pozor, abyste list neodlomili nebo nepoškodili. V přechodné době, kdy list z pupenu pouze vykukuje, měřte jeho délku od vrcholu pupenu k vrcholu listu (tj. zelenou část vykukující z pupenu). Zaznamenejte tuto délku v milimetrech.



## Interpretace dat

Jak již bylo zmíněno, dobu probuzení vegetace významně ovlivňují geografické podmínky stanoviště. Např. ve vyšších nadmořských výškách se stromy s rašením opozdí oproti nižším polohám. Severní svahy kopců jsou obecně chladnější, proto i zde se fenofáze zpožďuje. Vliv mají i lokální mikroklimatické anomálie, zastínění stromu apod.

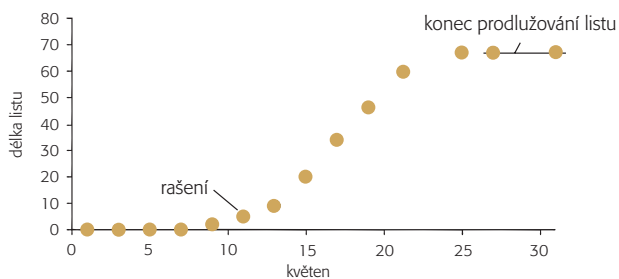


## Prodlužování listů

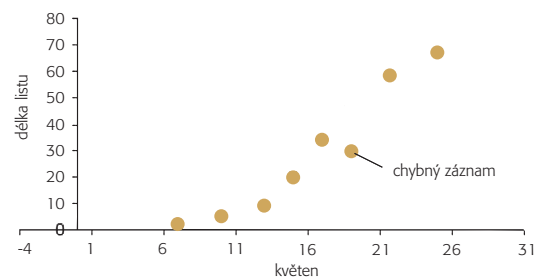
Aby mohli žáci graf smysluplně vytvořit, je třeba si nejprve stanovit veličiny osy x a osy y. Na ose x vynášíme datum pozorování a na ose y délku listu. Křivka by měla splňovat určitá kritéria. Na co byste si tedy měli dát při tvorbě grafu pozor?

1. Záznam grafu musí vždy začínat na nule, protože pupen pozorujete mnohem dříve, než se tato fenofáze vůbec projeví.
2. Křivka musí probíhat vzestupně. Jakýkoli záznam s klesající tendencí je chybný.
3. Graf by měl končit alespoň třemi shodnými hodnotami. Máte tak jistotu, že se délka listu již významně nezvětšuje.





Graf 1 je správný – tři počáteční hodnoty jsou nulové (tj. odpovídají třem posledním pozorováním před rašením). Tři poslední hodnoty jsou stejné, protože velikost listu se již nemění, a proto můžeme pozorování ukončit.



Graf 2 je naprosto nevhodný. Není z něj zřejmé, kdy rašení započalo a ani jak dlouho trvalo, než se list plně vyvinul. Jedno měření bylo chybné, protože délka listu je menší než při předchozím měření, což není možné.



### Zaostřeno na data

Grafy lze uložit jako obrázek ve formátu JPG. Fenologická pozorování jsou tříděna podle zemí, můžete proto snadno vyhledávat školu či území, které vás zajímá. V závorce za rokem pozorování najdete symboly GU a GD, kterým přísluší konkrétní čísla (např. 68 GU, 112 GD). Čísla značí počet zadaných dat a zkratky GU a GD, zda se jedná o data rašení pupenů či žloutnutí listů na podzim (GU = Green Up / GD = Green Down).



### Hodiny fungují i v přírodě

Viz pracovní list Rašení pupenů 4/4 – Interpretace dat. Tento celý pracovní list je vhodný též pro protokoly Probouzení vegetace.

Na základě vámi zjištěných údajů vytvořte reálný graf vyjadřující vaše pozorování. Vytvořte graf pro všechny čtyři pupeny a grafy porovnejte. V čem a jak se grafy liší?

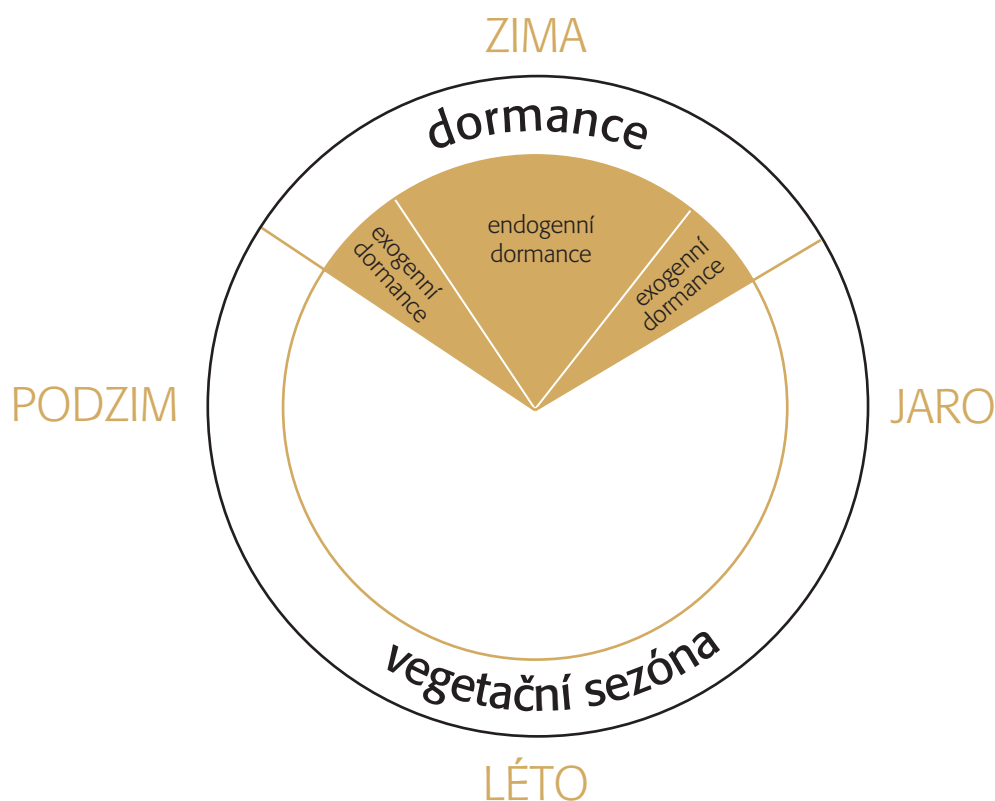
**TIP**


# Usínání vegetace / / Green-Down Protocol

## Dormance

Konec vegetační sezóny spočívá v přechodu rostliny do stavu odpočinku (dormance). To je stav, kdy se fyziologické pochody snižují na minimum a rostlina tak přečkává nepřízeň počasí.

V zásadě rozlišujeme dormanci endogenní (rostlina je v ní udržována působením fytohormonů) a exogenní (vliv vnějších podmínek). V období **endogenní dormance** není rostlina schopna vyrašit, ani když jí k tomu připravíme jinak vhodné podmínky (tj. teplo, dostatek vody, délka osvětlení). V našich zeměpisných podmínkách přechází většina stromů do endogenní dormance na konci srpna nebo v září, koncem prosince se pak stromy z dormance vymaňují. Proto kdybyste přenesli větvíčku některých stromů v listopadu domů a dali ji do vázy, určitě rašit nebude, zatímco když ji přinesete třeba v lednu, rašit začne. Je to signál, že endogenní dormance už skončila a rostlina je držena v **dormanci exogenní** vlivem vnějších podmínek. Výstup pupenů z endogenní dormance je obecně indukován nízkými teplotami.



Na přechod rostliny do dormance mají největší vliv **teplota** (termoperiodismus) a **délka dne** (fotoperiodismus). Druhy jako javor klen (*Acer pseudoplatanus*) nebo svída krvavá (*Cornus sanguinea*) jsou citlivé především na délku dne, na teplotu vzduchu a půdy reaguje např. smrk ztepilý (*Picea abies*).

Fenologická data, která spadají do **druhé poloviny roku** (zrání plodů, zbarvování listů, opad listů) mohou být ovlivněna všemi podmínkami prostředí, které zpožďují nebo urychlují procesy zrání a stárnutí (Bednářová).



Vnější faktory ovlivňující vývojové procesy rostlin:

- intenzita slunečního záření
- teplota půdy
- vlhkost půdy
- zásoba vody
- expozice
- škodlivé vlivy prostředí
- teplota vzduchu
- vlhkost vzduchu
- zásoba živin
- denní fotoperiody (zkracování a prodlužování dne)
- nadmořská výška
- a další...

## Fenologické projevy na listech

Před tím, než listy úplně opustí korunu stromu, dochází k řadě fyziologických procesů, které stojí za zmínku. Jistě víte, že listy jsou zelené díky přítomnému listovému barvivu **chlorofylu**. Ten je nezbytný pro fotosyntézu, kterou si rostlina zajišťuje stavební a zásobní látky. Kromě chlorofylů jsou v listech přítomna ještě další barviva – **xantofyly** (žluté) a **karotenoidy** (žlutooranžové až červené). V zelených listech převládají zelená barviva, která potlačují projev ostatních barviv.

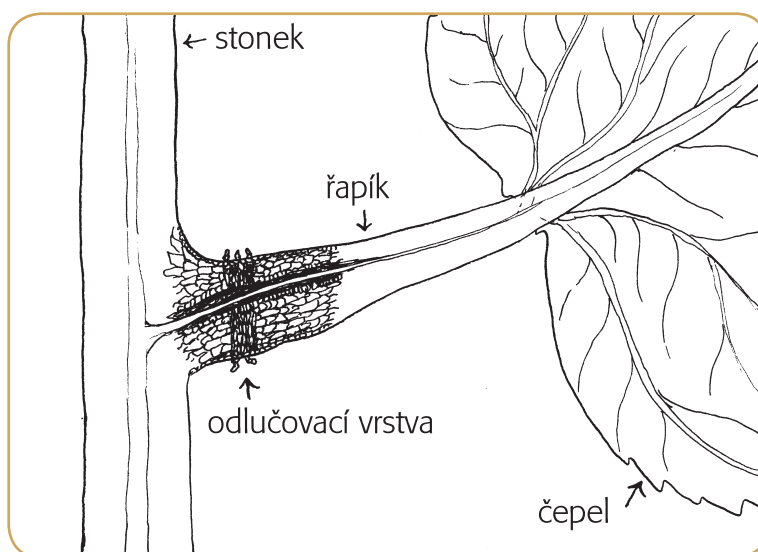
Chlorofyl pro rostlinu představuje také zásobárnu cenných prvků (dusík, fosfor). Aby je při opadu neztratila, je **chlorofyl na podzim odbouráván** a drahocenné látky jsou „posílány“ jako budoucí stavební materiál do zásobních pletiv ve větvích, kmeni a kořenech. Současně se zastavuje produkce nových molekul, a tak chlorofyl z listů mizí a umožňují ostatním barvivům, aby se projevila.

Některé listy jsou červené či hnědé po celé vegetační období. To je způsobeno červenými barvivy **antokyany**, které chlorofyl zastíňují. Konečným výsledkem rozkladu všech barviv je barva hnědá.

**Zbarvení listů je určeno genetickou výbavou**, proto mají všichni jedinci téhož druhu velmi podobné zbarvení. Kupříkladu buk má na jaře listy svěže zelené, na podzim žlutočervené a celou zimu až do nového rašení zdobí korunu hnědé, poněkud seschlé listy, které na podzim nestačily odpadnout. Proto každý druh stromu zbarvuje listy podobně, ať už roste v České republice nebo v jiném koutě světa. **Klimatické podmínky nemají vliv na barvu listu**, avšak ovlivňují dobu, kdy listy ze stromu opadávají.

## Opad listů

Opad listů probíhá v mírném pásu na podzim, v tropech opadávají starší listy většinou v průběhu celého roku. Vlastnímu opadu předchází tvorba odlučovací vrstvy na bázi řapíku. U několika vrstev buněk se vlivem fytohormonů rozloží pektiny buněčných stěn, čímž se list při větru snadno odlomí. Také opad květů a plodů je podmíněn hormonálně s následnou tvorbou odlučovací vrstvy.





U většiny stromů list v důsledku rozpadu molekul chlorofylu nejprve změní barvu ze zelené na žlutou, červenou či hnědou. Některé stromy ale shazují své listy ještě zelené, např. ptačí zob nebo jasan ztepilý, z některých druhů opadává listí na podzim jen zřídka a opadne až na jaře, kdy raší nové listy (např. dub zimní).



## Usínání vegetace / Green Down Protocol

Metodika pro usínání vegetace se z velké části shoduje s metodikou probouzení vegetace. Platí stejná kritéria pro výběr a popis stanoviště a pro volbu sledovaného objektu.

**První návštěvu stanoviště** byste měli udělat ještě v době, kdy jsou listy zelené. Předmětem zkoumání jsou celkem čtyři listy na jednom stromě. Jsou to tytéž listy, které jste pozorovali na jaře, když poprvé vykoukly ze svých zimních příbytků, pupenů. V případě, že jste se probouzení vegetace nevěnovali, vyberte si čtyři listy na jedné větvi. Pro výběr listů platí stejná pravidla jako pro výběr pupenů (viz kap. Probouzení vegetace).

Usínání vegetace je biologickou fází, do které rostliny přicházejí na podzim. Pozorujete změny barvy listů a podle *GLOBE Plant Color Guide* určujete kód **dominantní barvy** (převládá z více než 50 %). Tento kód zadáváte do databáze GLOBE.

Pozorování lze ukončit v následujících případech:

- list odpadl
- napadl sníh
- list přestal měnit barvu (alespoň tři stejné hodnoty)





## Žloutnutí a opad listů na podzim

ČASOVÁ NÁROČNOST: 15 minut + cesta na stanoviště a zpět

POMŮCKY: barevná škála (*GLOBE Plant Color Guide*), záznamový arch

POSTUP: Žáci pozorují čtyři listy, které byly předmětem zkoumání v protokolu Probouzení vegetace. Do tabulky zapisují kódy barev a datum pozorování. Zaznamenávají barevné změny a délku jejich trvání. Dbejte na to, abyste při pozorování list nepoškodili nebo neutrhli.

Vytvořte graf změny barvy listů pro různé druhy a porovnejte, kdy u nich nastává podzimní fenofáze. Porovnejte barevné přechody a jev vysvětlete (viz kap. Fenologické projevy na listech).

TIP

Tab. 6: Příklad vyplněné tabulky

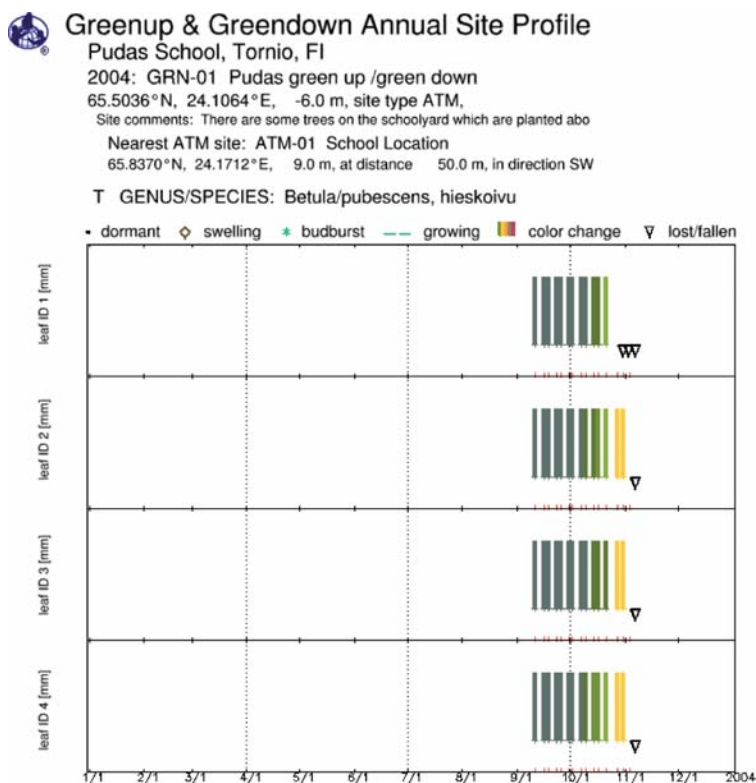
Rok: 2004	List 1 color – kód barvy fallen – opad snow covered – pokryt sněhem	List 2 color – kód barvy fallen – opad snow covered – pokryt sněhem	List 3 color – kód barvy fallen – opad snow covered – pokryt sněhem	List 4 color – kód barvy fallen – opad snow covered – pokryt sněhem	Zadáno do databáze GLOBE
9.9.	5G:4/2	5G:4/2	5G:4/2	5G:4/2	
17.9.	5G:4/2	5G:4/2	5G:4/2	5G:4/2	X
28.9.	5G:4/2	5G:4/2	5G:4/2	5G:4/2	X
8.10.	5G:4/2	5GY:4/8	5G:4/2	5GY:4/8	X
12.10.	5GY:4/8	5GY:4/8	5GY:4/8	5GY:5/10	
15.10.	5GY:4/8	5GY:5/10	5GY:4/8	5GY:5/10	
19.10.	5GY:6/10	5GY:5/10	5GY:4/8	5GY:5/10	
29.10.	opadl	2.5Y:8/12	2.5Y:8/12	2.5Y:8/12	
2.11.		opadl	opadl	opadl	

Tento druh stromu mění barvu z tmavě zelené přes světle zelenou a dále světlá a před opadem dosahuje žluté barvy. Počátek změny barvy přichází v první polovině září, chlorofyl se v listech rozpadá, rostlina se připravuje na zimní spánek. Fyziologické procesy jsou ukončeny na začátku listopadu, kdy jsou jednotlivé listy odděleny od prýtů a opadávají. Metabolismus rostliny ustává na minimum, nastává období klidu, endogenní dormance.

Tabulka je v tomto případě zjednodušena. Povšimněte si, že záznamy odpovídají více než týdennímu měření. Vaše tabulka by měla být podrobnější, záznamy by měly odpovídat častějšímu měření (viz kap. Základní pravidla pro fenologická pozorování).



Příklad grafu změny barvy listů a následného opadu u břízy (*Betula pendula*).



## Interpretace dat

ČASOVÁ NÁROČNOST: 15 min

POMŮCKY: pracovní list, barevná škála (*GLOBE Plant Color Guide*)

POSTUP: Grafy, které jsou přístupné na webových stránkách programu GLOBE, se vytváří automaticky ze zadaných dat. Doporučujeme proto nechat žáky vlastnoručně grafy kreslit, aby lépe rozuměli výstupům, které v průběhu pozorování získávají.

V tomto úkolu je záměrně vytvořena chyba, kterou by měli žáci při řešení odhalit. Chyba je v zadaných kódech barev u třetího listu. K jejímu odhalení dospějí žáci postupným řešením úkolu. Nejprve by se měli seznámit s tabulkou zadaných dat a poté zakreslit změny barev listů. V tuto chvíli by měla být chyba zřetelná. Barva u třetího listu se 19.října změnila na barvu původní, což se nemůže stát.





## Barvy všeho druhu u každého druhu?

ČASOVÁ NÁROČNOST: 10 minut

POMŮCKY: pracovní list

POSTUP: V tomto úkolu žáci zjistí, jaké zákonitosti panují ve zbarvování listů na podzim. V prvním kroku prozkoumávají grafy, jejich měřítka a záznamy. Měli by se zaměřit na to, zda jsou měřítka všech grafů stejná a za jaké období jsou záznamy pořízeny. Kromě změny barvy listů jsou v grafu uvedeny také záznamy rašení pupenů a prodlužování délky listu. To vám poskytuje možnost zkontrolovat správnost těchto dat. V grafech finské a polské školy jsou záznamy ukončeny alespoň třemi stejnými délkami listů. Aby byla data úplně v pořádku, měly by jejich záznamy začínat v nulové hodnotě (pozorujeme list od doby, kdy je ještě v pupenu). Grafy chorvatské školy začínají v nulové hodnotě, avšak nejsou řádně ukončeny. Záznamy litevské školy jsou naprosto nevhodné.

Žloutnutí listů a jejich následný opad jsou ukončeny ikonkou pro opad listů, což je v pořádku.

Jak je z grafů zřejmé, listy jednoho druhu mění barvu podobně. Změny se liší v datumech změny, nikoli v barvě (např. list břízy nebude nikdy červený). Podzimní fenofáze započala v Litvě přibližně kolem desátého října, v tuto dobu list poprvé mění barvu. Ve Finsku listy žloutly od druhé poloviny srpna. Tedy téměř o dva měsíce dříve. Zde je zřetelný posun fenofází vlivem zeměpisné polohy a nadmořské výšky, případně dalších geografických faktorů.

Zatímco v Chorvatsku trvala podzimní fenofáze necelý měsíc, v Polsku to bylo více jak měsíc. Vliv mohla mít poloha státu (přímořské vs. kontinentální podnebí), nadmořská výška a lokální klimatické charakteristiky. Jelikož klimatické podmínky nemají vliv na barvu listů, procházely listy ve všech zemích velmi podobnou barevnou změnou.



## Detektivem v říši stromů

ČASOVÁ NÁROČNOST: 45 min vyhledávání v databázi + 10 min na protokol Usínání vegetace

POMŮCKY: PC (databáze GLOBE), barevná škála (*GLOBE Plant Color Guide*), záznamová tabulka

POSTUP: Zadejte žákům úkol, při kterém se stanou detektivy v říši stromů. Detektiv pátrá po tom, **jaké barvy vykreslí listy na podzim u vámi vybraných druhů stromů**. Druhy vybírejte podle lokálních podmínek tak, aby byly dobře přístupné. Žáci se mají také zamyslet nad **věrohodností dat z různých zdrojů**, v tomto případě jde o data z databáze GLOBE a z vlastního pozorování.

**Příklad:** Zjistěte, jak se mění na podzim barvu listy buku lesního, javoru klenu a břízy bělokoré.

- Nejprve žáci **vyhledají v databázi GLOBE školy**, které již fenologická pozorování provádějí. Jejich úkolem je vyhledat zadané druhy stromů a zjistit podle kódu, jakou barvu získaly listy před opadem. Hodnotu kódu si pečlivě zapíší.
- Druhým krokem je **vlastní pozorování** těchto druhů, v podstatě tedy provádějí protokol Usínání vegetace.
- **Na závěr získaná data vyhodnotí.** Shodují se údaje o barvě listů? Pokud ne, kde se mohla stát chyba? Který zdroj dat je věrohodnější? Zatímco vlastní pozorování je v podstatě jasným důkazem o barvě listu, v databázi GLOBE jsou k dispozici již „druhotná“ data. Navíc jsou vaše data průměrnými hodnotami více měření, což snižuje možnost chyby. Tedy záznamy, v kterých mohla být chyba. Proto jsou data z databáze GLOBE méně věrohodná.

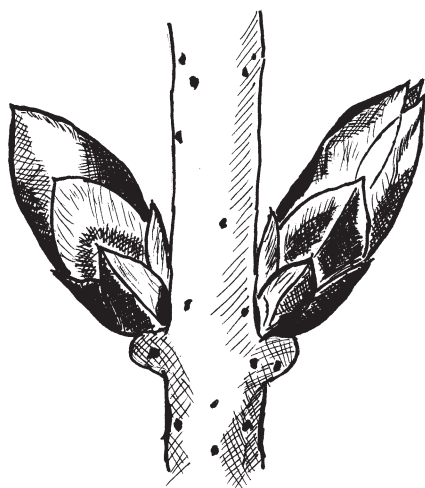




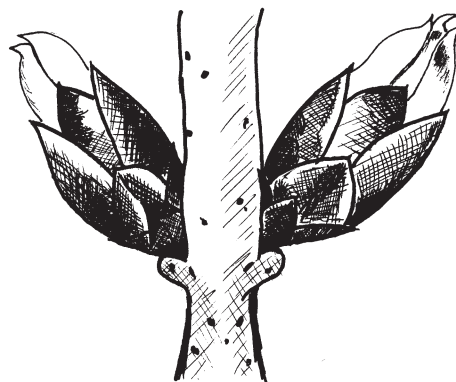
Rostliny stejného druhu reagují na sezónní změny (teplotu, srážky) stejným způsobem. Toho využili vědci k vytvoření celosvětové sítě pozorování šeříku obecného, přičemž získaná data využívají k porozumění regionálním a celosvětovým fenologickým charakteristikám.

V zimě jsou **pupeny šeříku** vysušené a vypadají scvrkle. Jakmile se začne oteplovat, pupeny se hydratují a jemně rozevírají ve špičce. To je ta pravá doba, kdy začít pozorovat.

Každá rostlina prochází během svého ročního cyklu základními fázemi, které jí zajišťují reprodukci a přežití v případě nepříznivých podmínek. Zjara začínají na větvích rašit pupeny, na nichž je zakrátko možné spatřit drobné zelené lístky. Objevují se také první květy, které postupně ozdobí celou korunu. V létě se květy přemění v plody a ty na podzim opadnou, listy změni barvu a nakonec opadnou taky. Větve zůstávají holé po celou zimu až do jara, kdy se opět rozvinou první pupeny.



Pupeny šeříky v zimě



Rašící pupeny šeříku



## Fenologie šeříku / Lilac Phenology Protocol

Během vegetační sezóny budou žáci pozorovat **pět fenofází** šeříku obecného (*Syringa vulgaris*) – Common Lilac. Při dlouhodobém pozorování je možné objednat šeřík čínský (*S. chinensis*) – Clonal Lilac. *S. chinensis* je šeřík obecný, který je geneticky modifikovaný, a to tak, že není schopen samostatné reprodukce.

Sledování šeříku by mělo probíhat nejlépe **každý den** (pokud možno ve stejnou dobu) počínaje časným jarem až do konce květu. Sledování zabere denně asi 5 až 10 minut.

Pro fenologické pozorování šeříku využijte planě rostoucí jedince nebo můžete pěstovat vlastní keř.

*S. vulgaris* zakoupíte v jakémkoli zahradnictví, o *S. chinensis* můžete požádat českou kancelář GLOBE, která vám při shánění šeříku pomůže. Každý rok je poskytována limitovaná série těchto šeříků (25 vybraných škol dostane dva jedince). Škola je vybírána podle geografického hlediska, přičemž musí splňovat následující kritéria:

1. pozorovat fenologii šeříku již alespoň pět let
2. pěstovat nebo pozorovat alespoň dva jedince *S. vulgaris*



U šeříku se setkáte s pěti fázemi, které jsou běžné pro všechny u nás rostoucích listnaté stromy a keře:

- **první list** – když nejširší část prvního nového listu přerostla přes konec pupenu
- **plně olistěný** – vyrašilo 95 % pupenů
- **první květ** – alespoň 50% hroznů má otevřený alespoň 1 květ
- **plnokvětý** – více jak 95 % hroznů má otevřeny všechny květy
- **odkvetlý** – více jak 95 % hroznů je odkvetlých

#### Specifická kritéria výběru stanoviště:

Kromě kritérií již definovaných v kapitole „Výběr stanoviště“ je v protokolech šeříku nutné dodržet některé speciální charakteristiky:

- místo by nemělo ležet u cesty, pěšiny, silnice,
- na místě by se nemělo hromadit příliš mnoho sněhu,
- nemělo by hrozit, že šeřík na vašem místě otrhají lidé,
- pokud žijete v kopcovité krajině, vyhněte se extrémně položeným místům, kde je vývoj listů a květů opožděn,
- vyberte místo s půdou, která je ve vaší lokalitě obvyklá, tzn. nevybírejte místo na přehnojené zahradě,
- vyhněte se místům se speciálním mikroklimatem (např. sněhové kapsy, návětrné svahy).



#### Pět fenofází šeříku obecného

ČASOVÁ NÁROČNOST: 5–10 minut každý den od jara do skončení fáze kvetení

POMŮCKY: psací potřeby, fenofáze šeříku

POSTUP: Pozorujte šeřík každý den. Do tabulky stačí zaznamenat pouze datum, kdy konkrétní fenofáze nastala. Nezáleží na tom, jakou barevnou varietu šeříku si vyberete. Jedná se o tentýž druh. Jakmile šeřík odkvete, zůstanou na keři ještě listy. Ty na podzim změni barvu a opadnou.

Common Lilac = šeřík obecný (*Syringa vulgaris*)

Clonal Lilac = šeřík čínský (*Syringa chinensis*)



Každý rok na podzim změřte výšku keře. Tu zadáte do databáze v případě, že váš keř do jara odumře.



Některé pojmy jsou pro srozumitelnost značně zjednodušeny.

- antokyany** – červená rostlinná barviva
- butonizace** – tvorba květních pupat
- celkový příjem vody** – srážkový úhm za posledních 29 dní před vyrašením pupenu a v den rašení plus vodní ekvivalent napadlého sněhu (29. den před vyrašením mínus v den rašení).
- délka listu** – je definována jako délka listové čepele.
- Dm** – dominantní druh
- dominantní barva** – barva listu, která pokrývá alespoň 50% plochy listové čepele.
- dominantní druh** – druh, který zabírá největší plochu korunového zápoje na definovaném stanovišti.
- dormance** – období vegetačního klidu; rostliny minimalizují svůj metabolismus a v tomto stavu přežívají nepříznivé podmínky prostředí (zimou, sucho apod.).
- exogenní** – klidová fáze je indukována vnějšími podmínkami (teplota, délka dne)
- endogenní** – rostlina je v klidové fázi udržována vnitřními fyziologickými procesy; rostlina nevyraší ani v případě příznivých vnějších podmínek.
- eroze** – proces rozrušování a transportu objektů (půdy, skály...) vlivem vnějších faktorů, např. deště, větru, vody, živočichů atd.
- evaporace** – vypařování
- fenofáze** (fenologické fáze) – fáze vývojového cyklu rostliny (životní projev rostliny); projevují se jako viditelné stavy, kterými rostliny reagují na změny vnějších podmínek (pojem fenofáze se používá též ve smyslu živočišných projevů).
- vegetativní** – rašení, počátek olistování, plné olistění, žloutnutí listů, opad listů
- generativní** – butonizace, kvetení, tvorba plodů, zrání plodů
- fenologie** – věda o časovém průběhu periodicky se opakujících životních projevů rostlin a živočichů, tzv. fenologických fází, v závislosti na komplexu podmínek vnějšího prostředí.
- fotosyntéza** – fyziologický proces, kterým rostlina buduje své tělo a zároveň produkuje kyslík.
- GDS** (growing degree summation) – suma efektivních teplot; vyjadřuje oteplování v průběhu měření; součet všech kladných průměrných denních teplot ( $T_p$ ) v období od 1. ledna do prvního dne pučení.
- chlorofyl** – zelené rostlinné barvivo
- internodium** – část stonku mezi dvěma pupeny; nenese žádné listy.
- karotenoidy** – žlutooranžová až červená rostlinná barviva
- kodominantní druh** – druh s druhým největším korunovým zápojem na stanovišti
- lenticela (čočinka)** – drobný bradavičnatý útvar na povrchu rostlinného orgánu, který umožňuje průnik vzduchu k vnitřním pletivům přes vrchní neprostupnou vrstvu. Na zimu se vstup do lenticel uzavírá. Lenticely se nejčastěji vytváří na stoncích a větvích dřevin.



- odlučovací vrstva** – zhuštěná vrstva buněk, která se vytváří při bázi řapíku; způsobuje ve výsledku opad listu.
- periodicita** – změny ve struktuře společenstva, které vznikají během roku a jsou podmíněny klimatickým rytmem. Jsou měřitelné v různých časových jednotkách – vteřinách, minutách (např. opylování), hodinách (otáčení země), dnech (ontogenetický vývoj rostlin), ročních obdobích (sezónní fenologické změny), rocích (sukcese rostlinných společenstev).
- fotoperioda** – střídání dne a noci
- termoperioda** – střídání teplot
- PET (potenciální evapotranspirace)** – celkový výdej vody rostlinou
- prýt** – stonek s listy
- probouzení vegetace** – v tomto případě pozor na záměnu s pojmem počátek vegetačního období. Tento pojem je zde používán ve významu názvu protokolu. Doba probouzení vegetace u konkrétního pozorování pravděpodobně nebude korespondovat s počátkem vegetační sezóny (1. ledna).
- pupen** – rostlinný orgán, který chrání mladé listy a květy před nepříznivými podmínkami vnějšího prostředí.
- dormantní** – pupen v zimním období, v období odpočinku
- laterální** – postranní pupeny, raší z něj listy
- terminální** – koncový pupen, přeměňuje se v stonek
- sp.** – zkratka z latinského species se používá v případě, že hovoříme o více druzích jednoho rodu a máme na mysli obecně tento rod; např. spojení *Quercus sp.* vyjadřuje, že hovoříme o více druzích dubu, nikoli jednom konkrétním.
- srážkový úhrn** – celkové množství spadlých srážek za den (nebo za jiné přesně definované období).
- Tp** – průměrná denní teplota
- transpirace** – fyziologický proces rostlin, kterým rostlina vydává vodu ze svého těla (vypařování vody z rostliny).
- typ dubový** – skupina rostlin, které prodlužují své prýty časně zjara, poté na nějakou dobu jejich růst ustává a obnovuje se ještě několikrát v průběhu vegetační sezóny.
- typ topolový** – skupina rostlin, které rostou v závislosti na délce dne; tzn., že růst není během vegetační sezóny přerušován.
- vegetační období** – období v průběhu roku, kdy jsou rostliny aktivní, probíhají u nich fyziologické procesy.
- vodní ekvivalent** (pevných srážek) – množství vody, které vznikne po jejich úplném roztátí (při zamezení jejich výparu).
- WD** (water difference) – reálný příjem vody; rozdíl mezi celkovým příjmem a celkovým výdejem vody
- xantofyly** – žlutá rostlinná barviva





# Slovníček Aj / Čj



FENOLOGIE

Annual	– roční	Land Cover	– vegetační pokryv
Atmospheric	– meteorologický	Latitude	– zeměpisná šířka
Bloom	– květ	Leaf	– list
Bud	– pupen	Length	– délka
Budburst	– rašení pupenů	Lilac	– šeřík
Burst	– rašení	Longitude	– zeměpisná délka
Clonal	– klonovaný	Lost	– ztracený
Collocate	– pojit se s	Measurement	– měření
Common	– běžný	Metadata	– komentáře
Coordinates	– souřadnice	Observation	– pozorování
Color change	– změna barvy	Phenophase	– fenofáze
Daily	– denní	Precipitation	– srážky
Date	– datum	Shrub	– keř
Description	– popis	Site	– stanoviště
Distance	– vzdálenost	Snow covered	– pokryt sněhem
Direction	– směr	Snow water equivalent	– vodní ekvivalent pevných srážek
Dormant	– odpočívající, spící	Species	– druh
Elevation	– nadmořská výška	Source	– zdroj
Fallen	– opadl	Start season	– počátek vegetační sezóny
Genus	– rod	State	– stav
Green down	– usínání vegetace	Swelling	– bobtnající
Green up	– probouzení vegetace	Tree	– strom
Growing	– rostoucí	Understory	– keřové patro



## Použitá a doporučená literatura:

PROCHÁZKA S.: Fyziologie rostlin, Academia, Praha 1998

LARCHER W.: Fyziologická ekologie rostlin, Academia, Praha 1988

COUFAL L. a kol: Fenologický atlas, ČHMÚ, Praha 2004

BEDNÁŘOVÁ, E., KUČERA, J.: Fenologická pozorování u smrkových porostů (*Picea abies* [L.] Karst.) rozdílného stáří v letech 1991–2000, Ekológia, Bratislava, Vol.21/Supl.1./2002, 98.–106. str. 2002 (lze stáhnout na webu v .pdf)

BEDNÁŘOVÁ, E., MERKLOVÁ, L.: Sledování fenologických fází u buku lesního (*Fagus sylvatica* L.) v oblasti Dražanské vrchoviny, ČHMÚ, 2005 (lze stáhnout na webu v .pdf)

KRŠKA K.: Fenologie jako nauka, metoda a prostředek, Brno, ČHMÚ (lze stáhnout na webu v .pdf)

MERKLOVÁ L., BEDNÁŘOVÁ E.: Fenologie, klíčem k poznání přírody (lze stáhnout na webu v .pdf)

MERKLOVÁ, L., BEDNÁŘOVÁ, E.: Vliv mikroklimatu stanoviště na nástup a průběh jarních fenologických fází u smrku ztepilého a buku lesního, ČHMÚ, 2005 (lze stáhnout na webu ve formátu .pdf)

SVITÁKOVÁ Z., KOTT I., NEKOVÁŘ J.: Fenologická data za posledních 150 let, ČHMÚ

## Použitá a doporučené webové stránky:

[www.chmi.cz](http://www.chmi.cz)

<http://www.chmi.cz/meteo/ok/oba/obs/fen.html>

[www.wendys.cz](http://www.wendys.cz)

[www.globe.gov](http://www.globe.gov)

<http://www.naturescalendar.org.uk>

<http://www.sws-wis.com/lifecycles/lc.html>

