

Obsah



FENOLOGIE

Pracovní list

Jak to vidí vědec	2	
Fenologie	3	
Proč v programu GLOBE zkoumáme fenologické jevy	3	
Čím jsou fenologické jevy způsobeny	4	
Roční cyklus rostlin	6	
Fenologická pozorování	7	
Přehled pozorování	7	
Pomůcky	7	
Využití ve výuce	7	
Základní pravidla pro fenologická pozorování	8	
Fenologické stanoviště	9	
Výběr stanoviště	9	3, 5, 7, 8
Popis stanoviště	15	10
Mapování a dokumentace	16	11, 12
Probouzení vegetace / Green-Up Protocol	20	15, 16, 17, 18
Rašení pupenů	22	
Typy pupenů	23	
Stavba pupenu	23	
O čem vypovídají jarní data / Vliv klimatických faktorů	27	21, 21, 22, 23, 24
Usínání vegetace / Green-Down Protocol	35	25, 26
Dormance	35	
Fenologické projevy na listech	36	
Opad listů	36	
Usínání vegetace / Green–Down Protocol	37	
O čem vypovídají podzimní data	39	27, 28
Fenologie šerřiku / Lilac Phenology Protocol	41	29, 30, 31
Slovníček pojmů	43	
Slovníček Aj / Čj	45	
Použité a doporučené zdroje	46	

Fenologie – metodika a pracovní listy

zpracováno podle GLOBE Teacher's Guide (Protocols), dostupného na globe.gov

Editorka: Lenka Kleger • Věcné připomínky a korektury: Lenka Hájková, Hana Kožíšková, Marie Polanská, Dana Votápková • Ilustrace: Jan Smolík • Grafický design a sazba: Dita Baboučková

Vydalo: © Vzdělávací centrum TEREZA, z. ú., Praha, 2019 • terezanet.cz • globe-czech.cz

Jak to vidí vědec

Již od pradávna je jednou ze základních součástí běžného života pozorování okolního prostředí. Určitým vyjádřením napozorovaných poznatků jsou například pranostiky, které tvořily součást vzdělanosti každého národa již od starověku. Fenologická pozorování, která se podle druhu sledovaných organismů dělí na fytofenologická a zoofenologická, jsou s pranostikami rovněž propojena. Jmenujme např. „Bujný květ – plný úl“, „Jsou–lí vrby o Vánocích plny rampouchů, bývají o Velikonocích plny kočček“ a další.

Příroda se během roku proměňuje velmi rychle, je to jedno velké dobrodružství plné barev a vůní. Po zimě se skoro každý člověk těší na jaro. S příchodem jara, v období fenologického předjaří, si můžeme povšimnout jarního aspektu. Je to jev, přicházející v období, kdy se již oteplilo, prodloužil se den a v půdě je dostatek potřebné vláhy. V této části jara jsou stromy a keře ještě bez listů, a této příležitosti využívají některé jarní kvetoucí rostliny, vyžadující poměrně velké množství světla. Během krátké doby, před olistěním stromů a keřů musí rostliny stihnout vyrůst a vykvést. Za jarním aspektem je nejlepší se vypravit do lužního lesa. Mezi nejznámější kvetoucí rostliny tohoto období patří sněženka podsněžník, bledule jarní, křivatec žlutý, sasanka hajní, jaterník podléška a další.

Po období fenologického předjaří a jarního aspektu nastává fenologické jaro časné a plné. Stromy se pomalu olistují a my můžeme s napětím sledovat, jak se listy zvětšují až do své finální velikosti a fotosyntéza se může rozeběhnout naplno.

Následně, v průběhu fenologického časného a plného léta, začínají kvést např. trávy, réva vinná a ke konci léta se nám již červeně zabarvují jeřabiny. Po létě přichází fenologický podzim, kdy se postupně začnou zbarvovat a opadávat listy. Při slunečném počasí je zážitek sledovat tu změť barev, zejména javory hrají na podzim sytými barvami. V závěru podzimu nás svou žlutou barvou ještě potěší např. modřín. I příroda si ale pod tak rychlém běhu musí odpočinout, a proto nastává období tzv. dormance.

V probíhající klimatické změně mají fenologická data stále větší význam, nástup jara přichází dříve, v ohrožení jsou např. ovocné dřeviny, které rozkvetou dříve a díky vpádu studeného vzduchu v jarních měsících bohužel velmi často pomrzou. Jednotlivé rostlinné druhy se navzájem dohánějí a kvetou ve stejném časovém okamžiku, a to pak činí potíže např. pylovým alergikům. A podzimní fáze naopak nastávají později, vegetační období se prodlužuje a někdy během jednoho roku stihneme i dvě sklizně. Přírodu je třeba sledovat jako celek, vše se vším souvisí.

Fenologie je svým způsobem relaxace, člověk se na chvíli v dnešním uspěchaném světě zastaví a pozorně se dívá kolem sebe. A zároveň tímto způsobem vlastně pomáhá i vědě. Vždyť fenologická data se dají využít v mnoha oborech lidské činnosti, jako např. v zemědělství a lesnictví, v dálkovém průzkumu Země, alergologii, turistice a v neposlední řadě zejména ve vzdělávání.

Ing. Lenka Hájková, Ph.D., členka Vědecké rady GLOBE
Český hydrometeorologický ústav

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 rostlin). Možná 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.

V rámci programu GLOBE se fenologická pozorování zaměřují především na stromy a keře.

Proč v programu GLOBE zkoumáme fenologické jevy

V dnešní době je fenologie populární – je zajímavá i zábavná. **Poskytuje nám informace cenné nejen pro pochopení ročních cyklů rostlin a živočichů, ale také zprávu o změně klimatu a jejím dopadu na lokální podmínky.** Významná je také aplikace fenologických dat v zemědělství, lesnictví, zahradnictví a dalších oborech.

Fenologie má také **široké praktické uplatnění**. Zemědělci využívají poznatků z fenologie například k určení nejvhodnější doby zasetí a sklizně nebo načasování aplikace přípravků proti hmyzím škůdcům. Lesníci díky fenologickým poznatkům rozpoznávají klimatickou povahu lesních oblastí. Včelaři zase musejí vědět, kdy který strom poskytne jejich včelám dostatek potravy. Entomologům fenologie pomáhá například při předpovídání líhnutí hmyzu. Zoologové sledují migrační chování zvířat, dobu námluv, stavění hnízd. Botanikové využijí

poznatky o tom, kdy která rostlina kvete, kdy se olisťuje, 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.

Fenologické změny jsou důležitým zdrojem informací také pro vědce. Ti sledují například probouzení a usínání vegetace. Tyto změny přímo souvisejí s globální fixací uhlíku a množstvím oxidu uhličitého v atmosféře, ovlivňují a jsou ovlivňovány také teplotou a vlhkostí vzduchu a vlhkostí půdy. Vědci data o sezónních změnách rostlin používají například k výpočtu délky vegetačního období a sledování jeho meziroční změny. **Fenologická data vědcům slouží také ke sledování povahy a rozsahu změny klimatu a jejích účinků na rostliny a zvířata nebo k interpretaci dat ze satelitních pozorování zeleně**. Data jsou využívána také v klimatických a ekologických modelech a při předpovědích zranitelnosti lesních nebo travních porostů ohněm.

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

Čím jsou fenologické jevy způsobeny

Možná si někdy 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?“

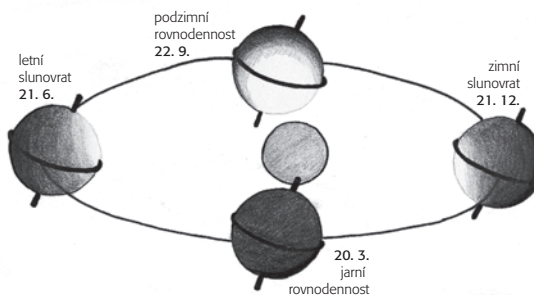
„Opadávají listy na podzim vždy ve stejnou dobu?“

Na fenologické projevy rostlin má významný vliv délka dne (délka slunečního svitu) a její periodická proměna v průběhu roku. Právě ta bývá mnohdy určujícím faktorem, který nakonec vyvolá rašení pupenů či žloutnutí listů. Mezi nejvýznamnější faktory, které ovlivňují vegetativní procesy rostlin patří **také teplota vzduchu, množství srážek, teplota půdy a intenzita záření**.

Periodicita

Periodické jevy jsou **způsobeny především tvarem Země a vzájemnou polohou Země a Slunce**.

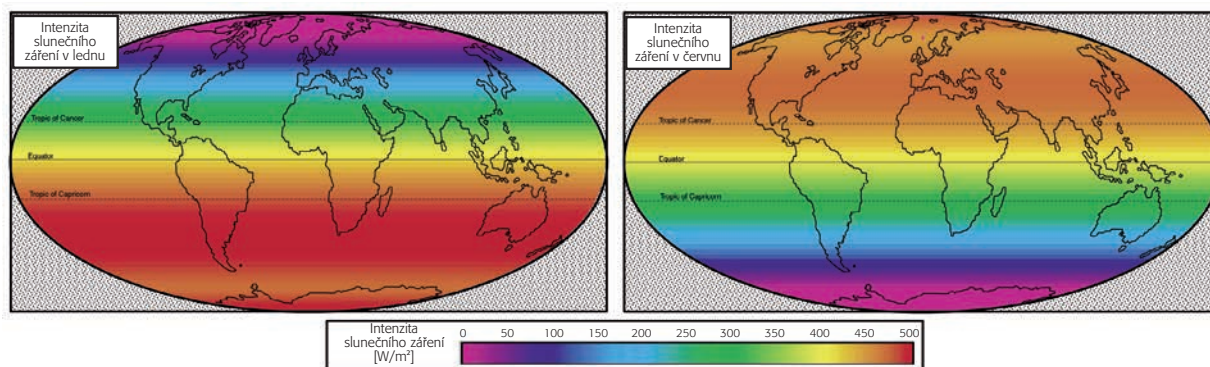
Protože je Země kulatá, mění se intenzita dopadajících slunečních paprsků od rovníku k pólům. Množství energie dopadající na zemský povrch se navíc periodicky mění v důsledku rotace Země kolem své osy a kolem Slunce.





Střídání ročních období je způsobeno rotací Země kolem Slunce a úhlem dopadajících paprsků.

Země, jako většina planet, není orientována svisle, ale je nakloněna o úhel 23,5°. 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 na severní polokouli nejteplejší roční období. V zimě je severní polokoule odkloněna od Slunce, intenzita slunečních paprsků je proto nejmenší.



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. 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
Zima	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.

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.

Tab. 2

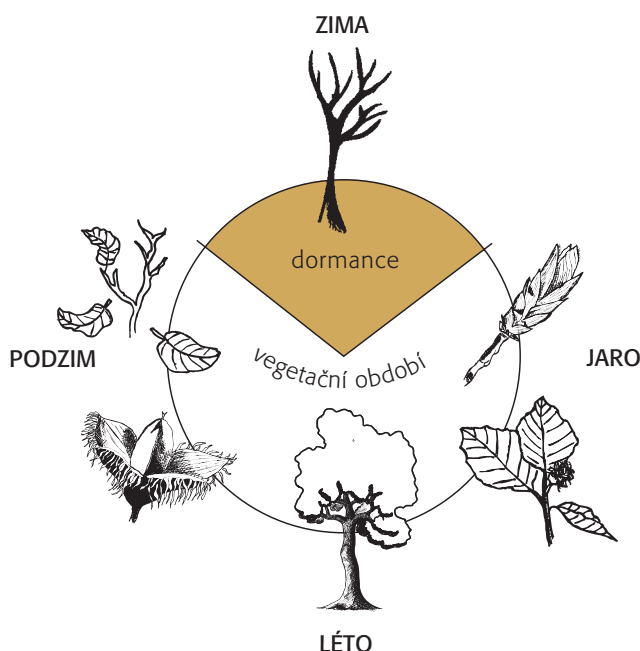
DÉLKA DNE A NOCI NA 50°		
	zima	léto
den	9,5 hod.	17 hod.
noc	14,5 hod.	7 hod.

Roční cyklus rostlin

Všechny živé organismy mají své životní cykly. V případě rostlin se jedná o střídání období růstové aktivity neboli vegetační sezóny a období klidu, takzvané dormance. Tyto fáze rostlinám umožňují v klidu přežít všechna úskalí počasí. U dřevin mírného pásma je nejviditelnějším projevem fenologických změn tvorba pupenů, rašení a růst listů a jejich opad.

Cyklus stromů

U listnatých stromů **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 vrb). V létě se opylené květy přemění v **plody**, kterými si strom 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 (dormance)** a výstup z něj způsobují fytohormony, jejichž funkce ovlivňují vnější podmínky.



V tropických oblastech, kde se teplota během roku příliš nemění, není načasování fenofází rostlin podobné, 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. Toto **střídání fází je jednak geneticky zakódováno a jednak ovlivněno vnějšími podmínkami prostředí** (teplota, srážky...).

Přehled pozorování

PROTOKOL	MÍSTO	FREKVENCE	ČASOVÁ NÁROČNOST	CÍL SLEDOVÁNÍ
Probouzení vegetace <i>Green-Up protocol</i>	fenologické stanoviště	• min. 2x týdně (14 dní před předp. začátkem až po kompletní olistění)	10–15 minut	4 pupeny/listy na jižně orientované větvi, minimálně 1 strom
Usínání vegetace <i>Green-Down protocol</i>	fenologické stanoviště	• min. 2x týdně (14 dní před předp. začátkem opadu, konec až po úplném opadu)	15 minut	4 listy na jižně orientované větvi, minimálně 1 strom
Fenologie šeríku <i>Lilac phenology</i>	fenologické stanoviště	• 1x denně ve stejný čas od časného jara do odkvětu	5–10 minut	5 fenofází, kterými keř v průběhu vegetační sezóny prochází

Pomůcky

MĚŘENÍ, AKTIVITA	POMŮCKY
Všechna měření	papír, tužka, pracovní listy (záznamové tabulky)
Definování, popis a dokumentace stanoviště	fotoaparát, buzola, GPS, určovací klíč dřevin ČR, bavlnka/stužka, permanentní popisovač, papírová kartička
Probouzení vegetace / Green-Up protocol	lupa, pravítko / milimetrový papír
Usínání vegetace / Green-Down protocol	barevná škála (GLOBE Plant Color Guide)
Fenologie šeríku / Lilac phenology	není třeba speciálních pomůcek

Využití ve výuce

Podrobný přehled zařazení měření a aktivit do výuky podle aktualizovaného rámcového vzdělávacího programu najdete na webu globe-czech.cz.

Pravidelná měření a pozorování rozvíjejí u žáků řadu klíčových kompetencí, pracovních, komunikačních, sociálních i kompetenci k učení a řešení problémů. Fenologická pozorování můžete provádět se studenty všech věků. Značná část pozorování je velmi jednoduchá a **vhodná i pro nejmladší studenty**.

Fenologické aktivity jsou vhodné zejména pro využití pro prvostupňové studenty v přírodovědě, pro 2 stupeň ZŠ a SŠ v přírodopisu a průřezových tématech jako environmentální a mediální výchova. Některé z aktivit mohou být zařazeny i do jiných předmětů jako matematika (výpočty), informační a komunikační technologie (práce s databází GLOBE, práce s aplikací GrowApp, fotodokumentace pozorování) a výtvarná výchova (tvorba herbářů, grafické záznamy pozorování). Díky možnosti komunikace a sdílení výsledků se zahraničními studenty je fenologie příhodná také pro rozvoj **komunikace v angličtině** případně jiných jazyků.

Fenologie je **ideální pro uvědomění přítomnosti a významu živé přírody v okolí školy**. Poskytuje také **motivaci pro různé badatelské projekty i konkrétní akce směřující k ochraně životního prostředí**.

Základní pravidla pro fenologická pozorování

Základní pravidla jsou stejná pro všechna fenologická pozorování.

- Fenologická pozorování je vhodné začít 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 změny rostlin bývají poměrně rychlé, pozorování je tedy třeba provádět kontinuálně. Před začátkem sezóny stačí sledovat vybraný objekt **2krát týdně**. Jakmile se objeví první náznaky změn, je vhodné navštěvovat stanoviště častěji nebo alespoň **2krát týdně v pravidelných intervalech**.
- Není podstatné, v kterou denní dobu budete stanoviště navštěvovat. Můžete využít jakoukoliv hodinu, která vám vyhovuje, ale je lepší, pokud provádíte pozorování **vždy ve stejnou dobu**.
- Všechny pozorovaná objekty je nezbytné pečlivě **označit**.
- 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).

Pro označování větvíček se osvědčilo použití používali bavlnky nebo stužky.

Na bavlnku je také možné umístit platový štítek s popisem nebo vlepit papírek do izolepy. Barevné popisovače se příliš neosvědčily, nebývají na větvíčke vidět.

TIP

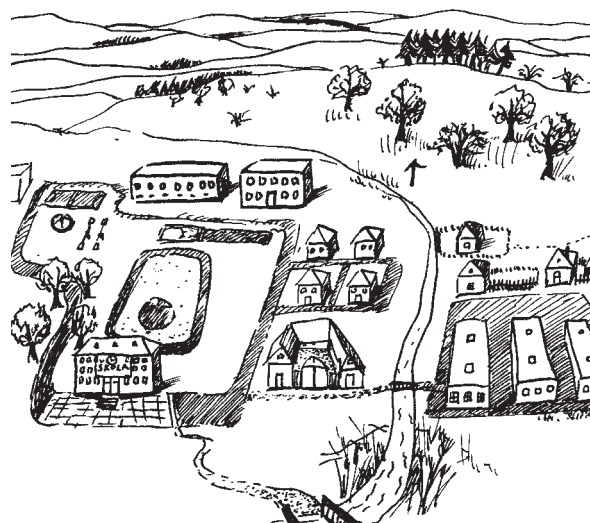
U fenologických pozorování výběr stanoviště v podstatě odpovídá výběru stromu či keře. Zvolit vhodný strom je proto klíčovým bodem celého fenologického bádání.

Protokoly GLOBE jsou dostupné také pro sledování trav. Ty se však využívají spíše v oblastech, kde není možné sledovat stromy či keře a v tomto manuálu se jim nebudeme blíže věnovat.

Výběr stanoviště

Při výběru stromu či keře vhodného pro pozorování je důležité zaměřit se na několik kritérií:

- **listnatý druh** – u jehličnatých druhů jsou fenologické změny obtížně pozorovatelné
- **volně rostoucí přirozený druh** (lípa, dub, jasan apod.) Původními druhy se myslí takové druhy, které jsou u nás domácí, tj. nebyly dovezeny jako cizokrajné. Ovocné stromy jsou u nás nepůvodní, většina pochází původem z přední Asie. Na naše území se však dostaly již v dobách slovanského osídlení, proto není nutné je z pozorování vyřazovat. Pro fenologická pozorování se využívá například třešeň ptačí (*Cerasus Avium*). Pokud si nejste jistí, zda je zvolený druh stromu vhodný pro pozorování, obraťte se na odborníka (např. ČHMÚ, AV ČR nebo univerzity). Je to důležité z hlediska fenologického cyklu. Cizokrajné rostliny reagují na zdejší podmínky jiným způsobem než dřeviny domácí.
- **dobře dostupný** – fenologická pozorování je třeba provádět alespoň 2krát týdně. Proto vybírejte stanoviště tak, aby bylo dobře přístupné. Není nezbytně nutné lokalizovat stanoviště v lese, můžete pozorovat fenologické projevy na lípě u školy nebo na dubu v blízkém parku.
- **bez umělého zavlažování, zušlechťování či jiného ovlivňování člověkem** – vybrané stromy by měly být co nejméně obhospodařovány. Pravidelné zalévání, hnojení apod. urychluje nástup fenofází a ty poté neodpovídají přirozenému cyklu rostliny.
- **bez zastínění 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 větší než výška budovy. To, zda je vybraný strom příliš blízko budovy můžete zjistit pomocí klinometru. Postavte se ke stromu a zaměřte klinometrem střešinu budovy. Pokud je úhel větší než 45°, budova je příliš blízko.
- **dominantní druh** – zabírá největší plochu korunového zápoje. Provádíte-li určení korunového zápoje (viz oblast Vegetační pokryv), dominantní druhy již znáte. V opačném případě se pokuste alespoň odhadnout, který druh zabírá největší plochu korunového zápoje. Pokud je dominantním druhem jehličnan, je možné zvolit listnatý druh z keřového patra a tuto skutečnost zaznamenat při zadávání dat.



- **v blízkosti je meteorologické stanoviště** (toto kritérium není podmínkou) – 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.
- **vhodný k dlouhodobému pozorování** – z vědeckého hlediska je největším přínosem, pokud jsou jarní olistování i podzimní opad listů pozorovány opakovaně na stejném stromě a stejné větvi.
- **s větvemi v dosahu** – na pozorované pupeny a listy budete potřebovat dosáhnout. Proto pro pozorování vybírejte takový strom, který má větve dostatečně nízko.

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://portal.chmi.cz> najdete seznam meteorologických stanic v ČR. Pro konkrétní data kontaktujte příslušnou osobu z ČHMÚ. Údaje o srážkách za poslední měsíc najdete také na portálu **In-Počasí**.

TIP

S výběrem stanoviště můžete začít v učebně za pomoci satelitního snímku (viz oblast Vegetační pokryv), nebo mapy. Důležitá je také následná osobní návštěva okolí školy a vytipované lokality.

Je možné pozorovat větší počet stromů na jednom stanovišti. Nejlepším postupem však je vytvořit pro každý pozorovaný strom samostatné stanoviště.



Výběr stanoviště

ČASOVÁ NÁROČNOST: 25 minut

VHODNÉ PRO: žáky od 5. třídy

POMŮCKY: mapa, tužka, pracovní listy

CÍL: žáci si uvědomí, jaká kritéria jsou důležitá pro výběr stanoviště a vytipují vhodná stanoviště v okolí školy.

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

VHODNÉ PRO: žáky od 5. třídy

POMŮCKY: tužka, pracovní list

CÍL: Žáci pochopí význam kritérií pro výběr stanoviště

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, přečtou 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 nejsmysluplnější. V rámci skupiny se v závěru shodnou na jednotném vyjádření, které zapíšou 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 musí být dobře přístupné.

Kritérium 2: Jedná se o dominantní druh – druh, který zabírá největší plochu korunového zápoje.

Pro satelitní sledování jarní a podzimní změny olistění a pro porovnání vašich výsledků s daty získanými ze satelitů mají největší vliv dominantní druhy stromů.

Pokud to není možné, můžete pozorovat i některý z keřů podrostu a zaznamenat tuto informaci při zadávání dat.

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. Ovocné stromy jsou u nás nepůvodní, většina pochází původem z přední Asie. Na naše území se však dostaly již v dobách slovanského osídlení, proto není nutné je z pozorování vyřazovat. Pro fenologická pozorování se využívá například třešeň ptačí (*Cerasus Avium*). Pokud si nejste jistí, zda je zvolený druh stromu vhodný pro pozorování, obraťte se na odborníka (např. ČHMÚ, AV ČR nebo univerzity).

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 2krát týdně, v sezóně potom nejlépe každý den. Proto vyberte 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.

DOPORUČENÍ: 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).

JAKÉMU TYPU POROSTU DÁT PŘEDNOST?

Jak žáci zvládli kritéria pro výběr stanoviště, si ověří 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.

- a) Jehličnatý les – dominantní opadavé druhy stromů se pozorují přednostně před jehličnatými nebo listnatými stromy v podrostu, kritérium 2 😊
- b) Park/zahrada s kulturními druhy dřevin – nemusí být splněno kritérium 3 / 4 😊
- c) Listnatý les s domácími druhy dřevin 😊
- d) Jabloňový sad – není splněno kritérium 4 😊
- e) Školní zahrada s lípou srdčitou – není splněno minimální kritérium 6 😊
- f) Křovina s domácími druhy dřevin – přednostně se pozorují stromy / přednostně listnaté keře; pokud jsou keře cizokrajné (kritérium 3), je stanoviště nevhodné 😊



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 poznámky zadejte jakoukoliv informaci, která se týká stanoviště či pozorovaného objektu a je nestandardní.



Průzkum stanoviště!

ČASOVÁ NÁROČNOST: 15–30 minut (dle typu stanoviště) + cesta na stanoviště a zpět

VHODNÉ PRO: druhý stupeň ZŠ a SŠ

POMŮCKY: klíč k určování dřevin ČR, tužka, pracovní list

CÍL: zjistit, jaké druhy stromů / keřů se vyskytují na zvoleném stanovišti a vybrat strom vhodný pro pozorování.

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 druh 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.

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 pro výběr stromu se týká zastínění pozorovaného stromu. Zda je strom v dostatečné vzdálenosti od okolních budov či jiných překážek, zjistíte následujícím způsobem.

ČASOVÁ NÁROČNOST: 10 minut

VHODNÉ PRO: 2. stupeň ZŠ a SŠ

POMŮCKY: klinometr, kalkulačka, pracovní list, tužka

CÍL: zjistit, zda je vzdálenost stromu od budovy dostatečná, naučit se pracovat s klinometrem

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).

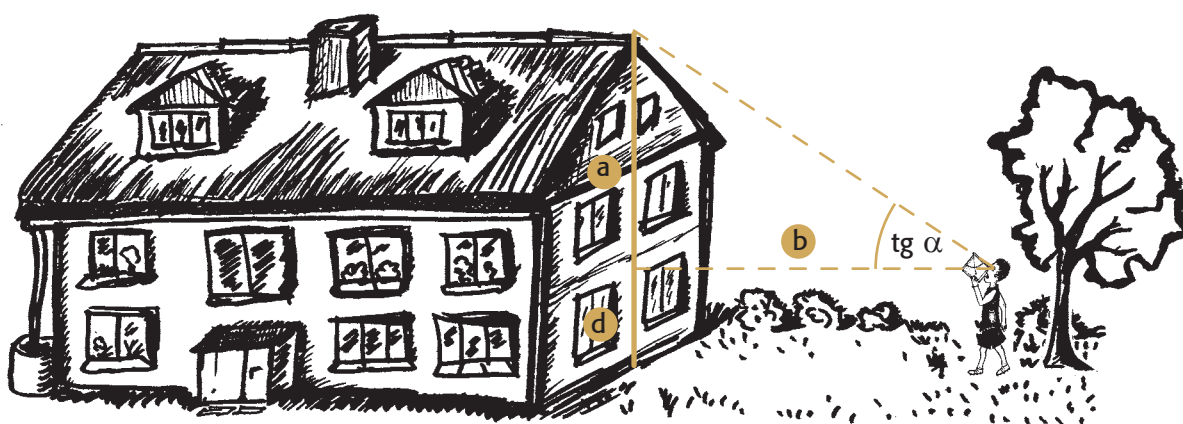
Strom je v dostatečné vzdálenosti od budovy, je-li tato vzdálenost rovna výšce budovy ($\text{tg } \alpha = 1$) nebo je tato vzdálenost větší.

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

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 připočítat 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).

Obsah



METEOROLOGIE

Jak to vidí odborník	3
Proč v programu GLOBE zkoumáme meteorologické jevy?	4
Atmosféra – laboratoř meteorologů	5
Počasí, nebo podnebí?	7
Okénko do historie	8
Přehled měření	10
Čas měření	13
Sluneční poledne	13
Pomůcky	15
Meteorologické stanoviště	16
Výběr stanoviště	16
Popis stanoviště	18
Maximální, minimální a okamžitá teplota	19
Výroba pomůcek	19
Měření teploty vzduchu	21
Interpretace dat	23
Srážky	24
Výroba pomůcek	25
Měření srážek	26
pH srážek	27
Interpretace dat	28
Oblaky a oblačné pokrytí	30
Obláčné pokrytí oblohy	30
Kondenzační čáry za letadly	33
Typy oblaků	33
Interpretace dat	40
Relativní vlhkost	45
Tlak vzduchu	48
Aerosoly	49
Měření aerosolové optické tloušťky	53
Interpretace dat	56
Viditelnost a barva oblohy	57
Přízemní ozon	61
Směr a rychlost větru	63



Teplota zemského povrchu	64
Výběr a definování stanoviště	65
Měření teploty zemského povrchu	66
Slovníček pojmů	67
Slovníček Aj / Čj	69
Použitá a doporučená literatura	70
Použité a doporučené webové stránky	70



	<i>Pracovní list</i>	
Jak to vidí vědec	3	
Proč v GLOBE programu zkoumáme povrchové vody	4	
Přehled měření a pomůcek	7	
Pomůcky	8	
Využití ve výuce	8	
Hydrologické stanoviště	9	
Výběr stanoviště	9	3
Definování a popis stanoviště	10	5
Mapování	12	7
Fotografická dokumentace	12	7
Odběr a uchování vzorků	13	
Průhlednost vody / Water Transparency	15	
Proč zjišťujeme průhlednost vody	15	
Výroba pomůcek	16	
Měření průhlednosti Secchiho diskem	16	9
Měření průhlednosti trubíí	17	9
Jak se mění průhlednost v průběhu roku?	17	11
O čem vypovídají naměřená data	18	
Teplota vody / Water Temperature	19	
Proč měříme teplotu vody	19	
Měření teploty vody	19	13
Kalibrace teploměru	20	14
Zkoumáme teplotu vody	20	15
Jak ovlivňují rozpuštěné látky teplotu vody?	23	
O čem vypovídají naměřená data	23	
Konduktivita / Electrical Conductivity	25	
Proč zjišťujeme vodivost	25	
Měření konduktivity vody	25	17
Kalibrace konduktometru	26	16
Voda jako vodič proudu	27	
Vodní detektivka	27	
Vodivý koktejl	28	
O čem vypovídají naměřená data	33	
pH vody / Water pH	35	
Proč zjišťujeme pH vody	35	
Měření pH vody indikátorovým papírkem	36	18
Kalibrace pH metru	37	19

Měření pH vody pH metrem	38	20
Kyselé nebo zásadité?	38	21
Co nám prozradí pH	39	23
pH hra	40	
O čem vypovídají naměřená data	42	
Alkalinita / Alkalinity	43	
Proč měřit alkalinitu	43	
Měření alkalinity	43	25
Kontrola kvality měření alkalinity	44	
O čem vypovídají naměřená data	45	
Dusičnany / Nitrates	46	
Proč měřit obsah dusičnanů ve vodě	46	
Měření dusičnanů	47	29
Výroba standardu a ověření kvality měření dusičnanů	47	32
O čem vypovídají naměřená data	48	
Rozpuštěný kyslík / Dissolved Oxygen	49	
Proč zjišťujeme množství rozpuštěného kyslíku ve vodě	49	
Měření obsahu rozpuštěného kyslíku ve vodě	50	33
Je testovaná voda nasycena kyslíkem?	50	35
O čem vypovídají naměřená data	52	
Vodní bezobratlí živočichové / Freshwater Macroinvertebrates	53	
Proč zkoumáme bezobratlé	53	
Výroba pomůcek	53	
Mapování a výběr místa	56	7
Zkoumání vodních bezobratlých živočichů	56	39, 41
Jak jsou vodní bezobratlí živočichové uzpůsobeni k životu ve vodě	61	45
Co nám vodní bezobratlí živočichové prozradí o kvalitě vody	62	47
Odesílání dat	63	
Proč odesílat data do databáze	63	
Jak odesílat data do databáze? Jednoduše!	63	51, 55
Slovníček pojmů	65	
Slovníček Aj / Čj	67	
Použití a doporučené zdroje	68	

Hydrologie – metodika a pracovní listy

zpracováno podle GLOBE Teacher's Guide (Protocols), dostupného na globe.gov

Editorka: Ilona Krpcová • Věcné připomínky a korektury: Lucie Starčevská, Dagmar Pivková, Marie Polanská
 Ilustrace: Jan Smolík • Grafický design a sazba: Dita Baboučková

Vydalo: © Vzdělávací centrum TEREZA, z. ú., Praha, 2019 • terezanet.cz • globe-czech.cz

Jak to vidí vědec	2	
Proč v GLOBE zkoumáme vegetační pokryv	3	
O čem vypovídá charakter vegetace	4	
Přehled měření Vegetačního pokryvu	5	
Než se vydáte do terénu	7	
Pixel	7	
Výroba pomůcek	10	
Vědecký krok / Pacing	14	3
MUC / The MUC System	16	5, 7
Stanoviště pro Vegetační pokryv / Land Cover Sample Site	21	
Výběr stanoviště	21	9
Popis stanoviště / Land Cover Sample Site Protocol	25	11
Vytyčení pixelu / Sample Site Set-Up	27	25
Biometrie a biometrická měření / Biometry	29	
Přehled biometrických měření	29	
Korunový zápoj / Canopy Cover	31	27
Pokryvnost bylinného patra / Ground Cover	32	27
Dominantní a kodominantní druh / Dominant and Co-Dominant Species	36	31
Výška stromu / Tree Height	38	33
Obvod stromu / Tree Circumference	40	34
Měření výšky ve svahu / Tree Height on a Slope	41	36, 38
Mapování zemského pokryvu a dálkový průzkum Země	43	
Co je dálkový průzkum Země	43	
Jak se pořizují satelitní snímky	44	
Co vidíme na pixelu	48	
Úlohy s využitím dálkového průzkumu Země	49	13, 17, 18, 21, 23
Slovníček pojmů	54	
Slovníček Aj / Čj	56	
Použité a doporučené zdroje	57	

Vegetační pokryv – metodika a pracovní listy

zpracováno podle GLOBE Teacher's Guide (Protocols), dostupného na globe.gov

Editorka: Vendula Jansová • Věcné připomínky a korektury: Liběna Dopitová, Josef Brůna, Marie Polanská a Kristýna Kaiser • Ilustrace: Jan Smolík • Grafický design a sazba: Dita Baboučková

Vydalo: © Vzdělávací centrum TEREZA, z. ú., Praha, 2019 • terezanet.cz • globe-czech.cz



		<i>Pracovní list</i>
Jak to vidí vědec?		3
Proč v programu GLOBE zkoumáme vlastnosti půdy?		4
Apple Earth		6
Přehled měření a pomůcek		7
Pomůcky		8
Využití ve výuce		8
Vznik a složení půdy		9
Půda zrakem, hmatem, čichem		10
Pedologické stanoviště		12
Výběr stanoviště / Selecting a Soil Characterization Site		12
Co mají pomůcky společného		13
Odkrytí půdního profilu / Exposing the Soil Profile		13
Popis stanoviště / Defining a Soil Characterization Site		15
Popis půdního profilu / Identifying and Measuring Horizons		16
Odběr půdních vzorků		19
Základní půdní znaky / Soil Characterization Protocol		21
Půdní struktura / Soil Structure		21
Konzistence / Soil Consistence		23
Barva / Soil Color		24
Hypotézy-nehypotézy o půdě		24
Zrnitost / Soil Texture		26
Přítomnost skeletu / Measuring Rocks		27
Vlhkostní poměry / Soil Moisture		27
Přítomnost kořenů / Measuring Roots		28
Přítomnost uhličitánů / Measuring Free Carbonates		28
Rostliny jako ukazatelé půdních vlastností		29
pH půdy / Soil pH		30
Proč měříme pH půdy?		30
Stanovení pH půdy		30
Půda jako pufr		30
O čem vypovídají naměřená data		31
Teplota půdy / Soil Temperature		32
Proč měříme teplotu půdy?		32
Měření teploty půdy		32
Jak ovlivňuje vegetační pokryv teplotu půdy?		33
O čem vypovídají naměřená data		33

Půdní vlhkost / Gravimetric Soil Moisture Protocol	34	35
Proč zjišťujeme půdní vlhkost?	34	
Pohyb vody v půdě	34	
Stanovení půdní vlhkosti	36	
O čem vypovídají naměřená data	38	
Objemová hmotnost / Bulk Density Protocol	39	37
Proč zjišťujeme objemovou hmotnost?	39	
Stanovení objemové hmotnosti	39	
O čem vypovídají naměřená data	40	
Měrná hmotnost / Soil Particle Density Protocol	41	39
Proč zjišťujeme měrnou hmotnost?	41	
Stanovení měrné hmotnosti	41	
O čem vypovídají naměřená data	41	
Zrnitostní rozbor / Particle Size Distribution Protocol	42	41
Proč provádíme zrnitostní rozbor půd?	42	
Stanovení půdního druhu zrnitostním rozbořem	43	
Stanovení půdního druhu výpočtem	43	43
Jak rychle se usazují půdní částice	48	
Infiltrace / Water Infiltration Protocol	49	45
Proč měříme infiltraci?	49	
Výroba pomůcek	49	
Měření infiltrace	49	
Slovníček pojmů	51	
Slovníček Aj / Čj	53	
Použité a doporučené zdroje	54	

Pedologie – metodika a pracovní listy

zpracováno podle GLOBE Teacher's Guide (Protocols), dostupného na globe.gov

Editorka: Monika Hradilová • Věcné připomínky a korektury: Hana Kožíšková, Marián Diviš, Marie Polanská

Ilustrace: Jan Smolík, David Vašina • Grafický design a sazba: Dita Baboučková

Vydalo: © Vzdělávací centrum TEREZA, z. ú., Praha, 2020 • terezanet.cz • globe-czech.cz