

Příloha 1. Přípravy pro pedagogy

První část výukového bloku: orientační běh

téma VJ:	ÚVOD DO KLASIFIKACE OBJEKTŮ, VÝZNAM SDÍLENÉ HISTORIE PRO TRÍDĚNÍ ORGANISMŮ
cíle VJ:	Žáci roztřídí objekty a pomocí jednoduchého schématu zakreslí vztahy mezi nimi. Žáci porovnají různé způsoby klasifikace objektů. Žáci vysvětlí význam společné historie (evoluce) pro vytvoření přirozené klasifikace organismů.
pojmy opěrné:	třídění (klasifikace), kritérium, hierarchie, organismus, znaky organismů, evoluce
pojmy nově vytvářené:	základní: evoluční historie

čas (min.)	plánovaný průběh VJ: „Orientační běh“	Poznámky:
3	ÚVOD CELÉHO BLOKU „Dnešní hodina (a následující tři další) bude jiná, než jste nejspíš zvyklí. Vžijeme se do role vědců a vyzkoušíme si, jakými metodami pracují. Různí vědci samozřejmě pracují na nejrozličnějších tématech a používají nejrozličnější specializované nástroje a metody, ale jejich práce je založená na podobných principech. Pozorování, porovnávání, třídění, hledání vztahů... testování hypotéz, závěry založené na důkazech apod. Jak nejspíše dokážete odhadnout podle tohoto obrázku, dneska se podíváme podrobněji na práci biologů, konkrétně biologů, kteří zkoumají evoluci.“	úvod učitele, motivace snímek 2 v prezentaci snímek 3
2	ÚKOL 1: JAK NEJLÉPE ROZTŘÍDIT KARTY SE SYMBOLY? „Představte si situaci, kdy jako začínající vědci najdeme naprosto záhadné předměty. Konkrétně jsme našli těchto šest karet se symboly. Nejdříve se potřebujeme zorientovat. Naším prvním úkolem tedy bude karty roztřídit. Můžete vytvořit jakýkoli počet skupin z karet, který vám bude dávat smysl. Až vymyslíte roztřídění, tak ještě odpovězte na tyto dvě otázky v prezentaci.“	zadání 1. úkolů snímky 4, 5
5	Rozdělit žáky do skupin po čtyřech (případně dvojice v menší třídě). Rozdat vytištěné karty, skupinová práce max. 5 min.	skupinová práce
5	Společná kontrola. Každá skupina stručně odpoví na otázky. Otázky: „Podle kterého kritéria jste roztřídili karty? Je vaše kritérium jediné možné?“ Nejpravděpodobnější jsou dvě roztřídění – podle počtu symbolů (2/3/4) a podle přítomnosti konkrétních symbolů (čtverců/ kosočtverců). Lze navázat krátkou diskuzí, proč si žáci myslí, že je jejich řešení lepší.	žáci odpovídají (snímek 5) snímky 6, 7

3	<p>NOVÝ OBJEV: ZJISTILO SE, ŽE JDE O KARTY ZÁVODNÍKŮ Z ORIENTAČNÍHO BĚHU.</p> <p>„Objevíli jsme nové informace! Tyto karty patřily závodníkům z orientačního běhu. Ví někdo, jak takový běh vypadá? Závodníci mají záznamové karty, kam sbírají razítka z kontrolních stanic, přes které proběhnou. Z jedné cesty na začátku se postupně stává více malých cestiček, cesta se opakovaně rozděluje. Různí závodníci si vyberou různé cesty, proto mají na konci jinou sadu razítek na kartách. Přesně takové karty tedy máme.</p>	<p>zadání 2. úkolů snímky 8, 9</p>
2	<p>ÚKOL 2: MAPA ORIENTAČNÍHO BĚHU</p> <p>A teď můžeme zjistit spoustu dalších věcí. Především můžeme vymyslet (zrekonstruovat) trasu jednotlivých závodníků a mapu celého závodu. Kolegové vědci nám také poslali pravidla závodu, které se jim podařilo vypátrat, ale ještě podle nich nezvládli nakreslit mapu. My to určitě dokážeme dřív než oni! Takže naším druhým úkolem je nakreslit mapu podle těchto pravidel“ (<i>snímek 11</i>)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Všichni běžci dokončili závod, ale každý doběhl na jiné místo v cílové rovině. (tj. společné startovací místo, ale různé cíle) 2. Na každé křižovatce se cesta rozdělí do dvou cestiček (ne více!). 3. Po rozdělení už se cesty nikdy nespojí. 4. Kontrolní stanice se nachází na rovných úsecích mezi křižovatkami. 	<p>snímek 10</p> <p>snímek 11</p>
10	<p>Kreslení mapy, skupinová práce 10 min. Učitel prochází mezi skupinami a v případě potřeby napoví první rozvětvení cest (lze také obrázek v prezentaci – <i>snímek 12</i>).</p>	<p>skupinová práce snímek 12</p>
5	<p>ŘEŠENÍ A VYHODNOCENÍ</p> <p>Každá skupina pošle jednoho zástupce, aby překreslil jejich mapu na tabuli. Žáci si prohlédnou a porovnají mapy. Důležité je pořadí křižovatek. Pozice stanic napravo nebo nalevo není podstatná a nelze ji z výchozích informací zjistit, jde nám jen o relativní vztahy mezi objekty.</p> <p>(Je lepší v tomto momentě požádat žáky, aby ignorovali případné rozdíly ve stylu kreslení mapy. Pokud by to dělalo problémy, tak v prezentaci je nakresleno více verzí (<i>snímky 15, 16</i>), na kterých je možné demonstrovat, že rozdíly jsou jen grafické (rotace cest, ale stejné pořadí křižovatek; hranaté/vidličnaté tvary cest). Jinak bude toto předmětem další hodiny. Na obsahové rozdíly, tj. pořadí křižovatek je naopak potřeba upozornit a společně opravit.)</p>	<p>zástupce překreslí mapu na tabuli</p> <p>snímky 13, 14 (řešení) případně 15, 16 (odlišná grafika)</p>
7	<p>Shrnující diskuze. Žáci odpovídají na otázky (v prezentaci):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Osvědčilo se vaše kritérium roztrídění karet na začátku hodiny? 2. Pokuste se vysvětlit, proč bylo roztrídění podle čtverců x kosočtverců lepší. 3. Jak můžeme zobecnit toto kritérium? 	<p>diskuze snímek 17</p>

	<p>Zobecněním je to, že třídíme objekty podle jejich společné historie. Demonstrace na mapě nebo pomocí množin (<i>snímky 18 až 20</i>), lze si vybrat jedno zobrazení nebo použít postupně víc.</p> <p>„Všichni závodníci, kteří mají na kartě čtverec, museli proběhnout přes kontrolní stanici se čtvercem. Jiní závodníci mají kosočtverce, ale ne čtverce, museli tedy proběhnout jinudy. Cesta těchto dvou skupin se rozdělila ještě před čtvercovou a kosočtvercovou stanicí. Získali jsme dvě přirozené skupiny, jejichž členové sdílí stejnou historii. Pak jsou tady také menší skupiny v rámci těchto dvou velkých: skupina co prošla přes trojúhelník nebo přes slunce. Máme tedy hierarchické skupiny „vnořené“ dovnitř větších skupin.“</p>	shrnutí diskuze učitelem / výklad snímky 18, 19, 20
3	<p>NÁVAZNOST NA DALŠÍ HODINU</p> <p>S jakými dalšími kartami mohou vědci pracovat. Otázka na žáky, jestli je napadá konkrétní příklad, kde vědci porovnávají „karty s razítky“ a kde je důležité hledisko historie. (Možné odpovědi – evoluce organismů, rodokmeny, historický vývoj jazyků nebo národů...)</p> <p>Uzavření hodiny příkladem konkrétního zvířete (orel mořský) a jeho znaků = „razítek“ (obratle, vejce, peří): orl bude mít znaky společné s dalšími ptáky, ale už ne například se savci. Společná historie je zde evoluční historie druhů. Příště se tedy budeme bavit o vztazích mezi druhy, konkrétně mezi živočichy.</p>	otázka snímek 21 vysvětlení příkladu snímek 22

Pomůcky:	vytištěné karty závodníků, čisté papíry na kreslení pro žáky, powerpointová prezentace
Didaktická technika:	datapojektor, tabule, křídly
Citace literatury:	Goldsmith DW. 2003. The Great Clade Race. <i>The American Biology Teacher</i> 65: 679–682

Druhá část výukového bloku: aplikace orientačního běhu na evoluci živočichů

téma VJ:	KLASIFIKACE A EVOLUCE ŽIVOČICHŮ (OBRATLOVCŮ), DEMONSTRACE RŮZNÝCH NÁKRESŮ EVOLUČNÍCH VZTAHŮ
cíle VJ:	<p>Žáci na základě tabulky s popisem vybraných druhů obratlovců odvodí pravděpodobnou příbuznost mezi nimi.</p> <p>Žáci vhodným způsobem zakreslí příbuznost mezi vybranými druhy (evoluční strom) a znázorní hierarchické skupiny (na evolučním stromu nebo pomocí množin).</p> <p>Žáci porovnají různé způsoby nákresu evolučních stromů (při zachování stejné informace) a z předložené nabídky vyberou nákres, který neodpovídá ostatním.</p> <p>Žáci popíší prvky typického evolučního stromu, tj. kořen, uzel = společný předek, koncové větve = klasifikované objekty (druhy, rody apod.).</p>

pojmy opěrné:	klasifikace, evoluční historie, obratlovci, čtyřnožci
pojmy nově vytvářené:	základní: evoluční strom, uzly, větve a kořen evolučního stromu, společný předek, poslední společný předek doplňující: Amniota, Sauropsida

čas (min.)	plánovaný průběh VJ: „Aplikace orientačního běhu na evoluci živočichů“	Poznámky:
3	<p>ÚVOD HODINY (OPAKOVÁNÍ Z MINULA)</p> <p>(Opakování podle potřeby zkrátit, pokud 2. VJ probíhá hned po 1. VJ.)</p> <p>„Dnes budeme pokračovat v tématu, které jsme začali minule. Co jsme to dělali minule?“ (Třídění karet, klasifikace, tvorba skupin... kreslení mapy). „A k čemu jsme se na konci hodiny dobrali?“ (Třídění podle společné historie, např. u závodníků, kteří proběhli stejnou trasou nebo u organismů, které prošly stejnou evoluční historií.)</p> <p>„Ukázali jsme si na příkladu karet z orientačního závodu, jak se dají sestavit skupiny závodníků a jak lze nakreslit vztahy mezi nimi, mapa vztahů (snímek 4). Taky jsme na konci zmínili, že vědci mohou pracovat s „kartami“ jednotlivých organismů, na kterých jsou zaznamenány jejich vlastnosti, znaky. V prezentaci (snímek 5) vidíte příklad konkrétního zvířete (orel mořský) a jeho znaků (obratle, vejce se skořápkou, peří): asi tušíte, že orel bude mít všechny tyto znaky společné s dalšími ptáky, ale už ne například se savci. A přesně to budeme dělat dnes, podíváme se na skupiny živočichů, na jejich evoluci a zkusíme se v tom všem společně zorientovat.“</p>	<p>otázky (lze přeskočit)</p> <p>shrnutí učitelem</p> <p>snímky 4, 5 v prezentaci</p> <p>snímek 6</p>
2	<p>KARTY ORGANISMŮ S JEJICH ZNAKY, TABULKA ZNAKŮ</p> <p>„Na začátek si trochu zjednodušíme práci. Na takovou kartu, jako vidíte v prezentaci (snímek 7), by se nám špatně vešly všechny důležité znaky. Proto jsme si pro vás připravili tabulku, kde už jsou ty důležité znaky přepsané. Vypadá to takhle (snímek 8): budeme pracovat se šesti živočichy (řádky) a sedmi znaky (sloupce). Zatím jsou tady vyplněné pouze znaky našeho orla: má peří, ne srst, má plíce, vaječnou skořáčku, amnion (kdo si pamatuje, co to je? =zárodečný obal), pak má také kostěnou kostru a obratle. Stejným způsobem jsme do tabulky doplnili také znaky dalších živočichů (snímek 9).</p> <p>Co budeme dělat? Tuto tabulku dostanete vytištěnou. Tabulku si prostudujete. Na základě tabulky zkusíte odhadnout vztahy mezi popsányi živočichy (stejně jako jste odhadovali vztahy mezi závodníky). Potom zakreslíte vztahy pomocí rozvětřující se mapy – použijete stejný styl nákresu, kterým jste kreslili mapu orientačního běhu (vztahy mezi závodníky, stromová mapa). Bude to taková mapa evolučního „běhu“. V pracovním listu jsou také pomocné otázky, které by vás měly posunout správným směrem.“</p>	<p>vysvětlení karet a tabulky, snímky 7, 8</p> <p>snímek 9</p> <p>zadání 1. úkolu</p>

10	<p>ÚKOL 1: JAKÉ JSOU VZTAHY MEZI ŽIVOČICHY?</p> <p>Rozdělit žáky do skupin po čtyřech (nebo po dvou, ideálně stejně jako v první hodině). Rozdat pracovní listy (1. strana), práce ve skupině 10 min. Učitel prochází mezi skupinami a v případě potřeby napoví první rozvětvení. Lze také použít prezentaci, kde jsou postupné nápovědy, případně společně zodpovědět první pomocnou otázku na pracovním listu a připomínat podobnost s orientačním během (živočichové = závodníci, znaky = razítka z kontrolních stanic, rozvětřování cest, čím víc znaků shodných, tím jsou si živočichové blíže...)</p>	skupinová práce, zadání v PL a snímek 10 dle potřeby snímky 11, 12, 13 (nápovědy)
2	<p>ŘEŠENÍ A VYHODNOCENÍ</p> <p>Společná kontrola. Postupně podle snímků v prezentaci odkrývat pozice živočichů a zároveň upozorňovat na znaky, podle kterých jsme se tak rozhodli (snímky 11, 12, 13, celé řešení 14, 15). Zjistit, jestli některé konkrétní body dělaly problémy. U třech živočichů (orel, aligátor, antilopa) lze očekávat, že je různí žáci zakreslí různě – je potřeba zkontrolovat, jestli jde jen o grafický rozdíl (otočení větví v uzlech), nebo zda je tam obsahová chyba. V prezentaci jsou nakreslené dvě správné varianty (antilopa na konci/nalevo od orla a aligátora), existují ještě dvě další správné (stranové prohození orla a aligátora), jen pozor na zapsání příslušných znaků. Je možné, že žáci budou mít celý náčrt stranově otočený, to je samozřejmě v pořádku, jen je potřeba vysvětlit, že informace jsou shodné.</p> <p>Lze ukázat, že můžeme otočit větve i ve dolních uzlech, např. otočit ropuchu. Také lze ukázat nákresy s hranatými větvemi, které mohou být pro žáky srozumitelnější (rovnocennost větví je zde víc evidentní), i když nejspíš budou kreslit stromy s vidličnatými větvemi podle vzoru orientačního běhu.</p>	žáci odpovídají, případně vysvětlení učitelem snímky 11 až 15 (postupně řešení) dle potřeby snímky 16 až 19 (grafika)
3	<p>HIERARCHICKÉ SKUPINY</p> <p>„Dokážete pojmenovat některé skupiny ze stromu?“ (paryby, ryby, obojživelníci...)</p> <p>„Dokážete pojmenovat i větší skupiny, které by zahrnovaly větší počet z našich organismů?“ (obratlovci/čelistnatci, čtyřnožci, Amniota)</p> <p>„Některé z těchto skupin jsou pojmenované přímo podle znaků, které vidíme na stromu – obratle, amnion. (Podle kostěné kostry by šlo pojmenovat tzv. kostěné ryby Teleostomi=zahrnují ryby a čtyřnožce, ale je to pro žáky spíše matoucí termín.) Skupiny si můžeme znázornit buď závorkami nebo si na strom promítneme barevné skupiny=množiny nebo můžeme nakreslit množiny úplně zvlášť. (snímky 21 až 23). Důležité je, že jde o hierarchické skupiny, to znamená, že máme velkou skupinu, která obsahuje menší skupinu, která zase obsahuje menší skupinu a tak dále. Skupiny jsou vnořené do sebe – např. aligátor patří zároveň mezi obratlovce, čtyřnožce, Amniota, plazy (případně mezi tzv. Sauropsida, což jsou plazi a ptáci dohromady). Přesně takovéto skupiny používáme pro klasifikaci (třídění) organismů v biologii.“</p>	otázky snímky 20, 21 výklad snímky 21, 22, 23

3	<p>RŮZNÉ STYLY NÁKRESŮ EVOLUČNÍCH VZTAHŮ</p> <p>„Už jsme narazili na to, že různě vypadající stromy mohou obsahovat stejnou informaci. Ted' si to pořádně shrneme. Čtyři stromy na tomto snímku zobrazují přesně stejné vztahy mezi objekty A, B, C, D. Jak je to možné? Na prvním stromu jsou barevně označené uzly, ve kterých můžeme otáčet větve. Každý v dalších stromů vznikl otočením větví: druhý strom byl otočený v červeném uzlu (prohozené C, D), třetí strom byl otočený v modrém uzlu (otočila se trojice B ,C, D), čtvrtý strom byl otočený v zeleném uzlu (otočila se celá čtveřice A, B, C, D). Samozřejmě lze také kombinovat otočení ve více uzlech zároveň, takže jak vidíte, možností je mnoho. A aby to bylo ještě trochu komplikovanější, tak se můžete potkat s různým tvarem větví – vidličnatým a hranatým, takže na tomto snímku můžete porovnat hned osm stromů. Takže závěr z toho je, že důležité je pořadí uzlů (rozvětvení), ale větve můžeme otáčet bez změny významu.“</p>	výklad snímky 25, 26
2	<p>ÚKOL 2: KTERÝ NÁKRES SE LIŠÍ?</p> <p>„Na úplný závěr hodiny se podíváme, jestli dokážete použít tuto znalost v praxi. Dostanete úkol na pracovním listu, kde bude vaším cílem rozpoznat jeden strom, který je doopravdy jiný než ostatní tři, to znamená že popisuje opravdu jiné vztahy. Takže se podívejte na cvičení, najdete odlišný strom a zdůvodněte svoje rozhodnutí. Objekty jsou tentokrát pojmenované U, V, X, Y, Z. Nenechte se zmást otočením větví v uzlech ani hranatým či vidličnatým tvarem větví. V horní části stránky máte shrnutí toho, co jsme si před chvilkou ukazovali v prezentaci, kdybyste to potřebovali připomenout.“</p>	zadání 2. úkolů snímek 27
5	<p>Rozdat druhou stranu pracovního listu, práce na max. 5 min i s řešením.</p> <p>ŘEŠENÍ A VYHODNOCENÍ</p> <p>Společná kontrola. Který strom byl odlišný? (vpravo nahoře, <i>snímek 29</i>) Čím se liší? Je potřeba dojít k jasné odpovědi, že odlišnost je ve vztazích mezi X, Y, Z. Konkrétně u zbylých stromů se Z odvětvuje dřív a X, Y jsou si nejbližší, kdežto u pravého horního stromu se dříve odvětvilo X a nejbližší jsou si Y, Z. To znamená, že nejde jen o otočení větví, ale že je zde skutečný rozdíl významu. Barevně zvýrazněno na snímku 30.</p>	skupinová práce
3	<p>POPIS PRVKŮ EVOLUČNÍCH STROMŮ</p> <p>„Na závěr hodiny si ukážeme, jak vytvořené evoluční stromy správně číst, kolik informací se v nich skrývá. Ještě než se do toho pustíme, tak bych chtěla upozornit na jeden typ nákresu, který jste zatím ještě neviděli - strom vpravo dole (<i>snímek 32</i>), to je velmi častý typ nákresu, který je ale docela matoucí – dejte si pozor na zdánlivě přímou linii od kořene k druhu „D“, ta linie nemá žádný speciální význam, je to vlastně iluze, protože každé rozvětvení je rovnocenné a klidně bychom</p>	žáci odpovídají, případně vysvětlení učitelem snímky 28, 29, 30 snímek 31 výklad snímek 32

	<p>mohli větve pootočit a linie by směřovala k druhu „A“. My teď budeme pracovat jenom s dvěma typy nákresů, s těmi v horní řadě.“</p>	
7	<p>„Stromy sice mohou vypadat různě, jednotlivé nákresy se ovšem skládají ze stejných prvků. Každý strom má větve, uzly a kořen (<i>snímek 34</i>). Na koncových větvích se nacházejí současné (žijící) druhy nebo jiné objekty, se kterými pracujeme (rody, čeledi a jiné skupiny) (<i>snímek 35</i>). Uzly znamenají společného předka, ze kterého se vyvinuly všechny druhy nad ním (<i>snímek 36</i>). Konkrétně to na našem nákresu vypadá tak, že žluté kolečko je společný předek druhů C,D; zelené kolečko je společný předek druhů B,C,D; a modré kolečko je společný předek všech čtyř druhů A,B,C,D (<i>snímek 37</i>).“</p> <p>Otázka: Který z těchto předků žil nejdříve? A který nejpozději? (Nejstarší jsou dole, takže nejstarší je modrý předek.)</p> <p>„Čas plyne od kořene ke koncovým větvím, tj. dole jsou předci a nahoře současné druhy. Tohle je hodně důležité, protože při čtení evolučních stromů budeme hledat společné předky a porovnávat, který žil dříve a který později. Druhy jsou si tím příbuznější, čím pozdějšího společného předka mají. Takže například druhy C, D jsou si příbuznější než B, C, podívejte se na jejich společné předky, který je dřívější a který pozdější.“</p> <p>„Na větvích stromů mohou také být zapsané znaky, které charakterizují druhy či skupiny druhů. Často jsou to ty znaky, podle kterých vědci strom sestavili, podle kterých druhy roztrídili. Například zde je „znak 1“ typický pro všechny druhy na stromu (A, B, C, D), ale „znak 5“ charakterizuje pouze druh D.“</p>	<p>výklad snímky 33 až 37</p> <p>otázka snímek 38</p> <p>výklad snímek 39</p> <p>výklad snímky 40,41</p>
5	<p>ČTENÍ EVOLUČNÍCH STROMŮ (UKÁZKA)</p> <p>„A teď se už pustíme do opravdového čtení evolučních stromů. První zkusíme společně. Otázka: Komu je žába příbuznější? Rybě? Člověku? Co si myslíte na základě stromu vlevo (<i>snímek 42</i>)? A změni strom vpravo váš názor (<i>snímek 43</i>)? Když porovnáte stromy vedle sebe, tak si uvědomíte, že tyto stromy popisují stejné vztahy, jen se vás snaží zmást různě otočeným nákresem (<i>snímky 44, 45</i>). Odpověď: Žába je příbuznější člověku, protože mají společného předka, který žil později než společný předek žáby a ryby (<i>snímek 46</i>).</p> <p>Takže shrnutí a ponaučení z příkladu: Při čtení evolučních stromů vždy hledejte společné předky a ujasněte si pořadí, ve kterém se objevovali. Pro určení příbuznosti mezi druhy je klíčové zjistit jejich posledního společného předka. Platí, že druhy jsou si tím příbuznější, čím pozdějšího společného předka mají.“</p> <p>(Na závěr lze rozdat část pracovního listu, který je určený pro čtvrtou hodinu – obsahuje těchto shrnutí principů interpretace a bude znovu používám později.)</p>	<p>výklad a otázky snímky 42 až 46</p> <p>snímek 47</p>

Pomůcky:	vytištěné pracovní listy (ideálně dva samostatné listy), powerpointová prezentace
Didaktická technika:	dataprojektor
Citace literatury:	Bergstrom C, Dugatkin L. 2011. <i>Evolution 1st Edition</i> . WW Norton & Company Inc. Bear R, Rintoul D, Snyder B, Smith-Caldas M, Herren C, Horne E. 2016. Principles of Biology. <i>OpenStax-CNX</i> : Taxonomy and Phylogeny Baum DA, Smith SDW, Donovan SSS. 2005. The tree-thinking challenge. <i>Science</i> 310: 979–980.

Třetí část výukového bloku: význam různých znaků pro rekonstrukci evoluce

téma VJ:	KLASIFIKACE A EVOLUCE ROSTLIN (ROZHODOVÁNÍ PODLE VNĚJŠÍHO VZHLEDU / GENETICKÉ INFORMACE)
cíle VJ:	Žáci roztřídí vybrané druhy rostlin do skupin a porovnají různé způsoby třídění. Žáci vhodným způsobem zakreslí příbuznost mezi skupinami rostlin (evoluční strom). Žáci porovnají spolehlivost vnějších morfologických znaků, anatomických znaků a genetické informace a zdůvodní jejich vhodnost pro vytvoření přirozené klasifikace rostlin.
pojmy opěrné:	evoluční strom, mechorosty, kaprad'orosty, nahosemenné, dvouděložné, jednoděložné rostliny, DNA, dědičnost
pojmy nově vytvářené:	základní: genetická informace, znaky morfologické a anatomické doplňující: rodozměna, gametofyt, sporofyt, cévní svazky, cévy, cévice, dělohy v semeni, vyšší (suchozemské), cévnaté a semenné rostliny

čas (min.)	plánovaný průběh VJ: „Význam různých znaků pro rekonstrukci evoluce“	Poznámky:
5	ÚVOD HODINY „Minulou hodinu jsme se věnovali živočichům a dneska jsou na programu rostliny, což pro vás možná bude těžší, ale nebojte se, postupně to zvládneme. Už jsme se naučili, jak můžeme podle určitých znaků odvodit vztahy mezi organismy a jak tyto vztahy můžeme zakreslit v podobě evolučních stromů. Vytváříme vlastně takové mapy jejich evoluční historie, kde je krásně vidět, v jakém pořadí se oddělovaly cesty jednotlivých skupin. Dnes pokročíme o velký krok dál. Tentokrát totiž nedostaneme znaky hezky sepsané a připravené, ale budeme muset společně vymyslet, které znaky jsou důležité, podle kterých znaků můžeme spolehlivě odvodit vztahy mezi druhy. Když se nad tím zamyslíte, tak to vlastně není samozřejmé – představte si například rybu a velrybu – je důležitější znak jejich rybí tvar těla, nebo to, že ryby kladou jikry a velryby rodí živá mláďata? Co když se vyvinul stejný znak (rybí tvar těla) naprosto nezávisle u nepříbuzných druhů? Většina z vás asi ví, že velryby patří mezi savce a do vodního prostředí se dostaly vlastně nedávno a získaly tam rybí, hydrodynamický tvar těla; jsou tedy rybám dosti vzdálené	úvod učitele

	(vzdáleně příbuzné). U rostlin ale možná tyto znalosti nemáte a bude potřeba doopravdy vymyslet, které znaky jsou důležité. Vyzkoušíme si to ve třech úkolech.“	snímek 3
5	<p>ÚKOL 1: JAK ROZTŘÍDIT ROSTLINY?</p> <p>„Nejdřív dostanete 14 karet s fotografiemi rostlin, jde o poměrně známé druhy rostlin (malou ukázkou máte na snímku 4). Vaším prvním úkolem je vytvořit z těchto druhů skupiny. Můžete vytvořit jakýkoli počet skupin, ale je potřeba dodržet pravidlo, že nejmenší skupiny obsahují alespoň dvě rostliny (takže žádní sólisté tady nebudou). Až budete mít roztríděno, tak se podívejte na dvě otázky v prezentaci.“</p> <p>Rozdělit žáky do skupin jako v minulých hodinách, rozdat sady karet A, skupinová práce na max. 5 min.</p>	<p>zadání 1. úkolu</p> <p>snímek 4</p> <p>snímek 5</p> <p>skupinová práce</p>
5	<p>ŘEŠENÍ A VYHODNOCENÍ</p> <p>Společně projít řešení žáků. Možná třídění: stromy x keře x byliny; zelené x barevné (bez květů x s květy); široké listy x úzké, dělené listy; mechorosty x kaprad'orosty x stromy x „kvetoucí“ rostliny; různé kombinace předchozích. Je vhodné věnovat pozornost několika příkladům podrobněji a nechat žáky popsat zvolené kritérium. Otázky (snímek 5): 1. Jak jste postupovali při třídění? Podle čeho jste seskupili určité rostliny dohromady (podle kterého kritéria)? 2. Napadají vás další možné způsoby, jak rostliny třídit?</p>	<p>žáci odpovídají na otázky (snímek 5)</p> <p>diskuze</p>
3	<p>NOVÉ INFORMACE: ZÍSKALI JSME DNA Z NAŠICH DRUHŮ ROSTLIN</p> <p>„Získali jsme nové informace: Tým vědců ze sousední laboratoře získal DNA z našich druhů rostlin a poslal nám výsledky k prozkoumání. Kdo by dokázal říct, co je to DNA? (= deoxyribonukleová kyselina, nese genetickou informaci organismů, přesný „popis“ organismu, zajišťuje dědičnost...) A jak nám DNA pomůže při třídění rostlin? Organismy s podobnější genetickou informací jsou si příbuznější. To znamená, že podle podobností a rozdílů v DNA můžeme odvodit příbuznost konkrétních druhů organismů.“</p>	<p>snímek 6</p> <p>výklad</p> <p>snímek 7</p>
7	<p>ÚKOL 2: JAK ROZTŘÍDIT ROSTLINY PODLE INFORMACE V DNA?</p> <p>„Takže máme před sebou druhý úkol. Dostanete dalších 14 karet, jsou na nich stejné druhy rostlin, ale tentokrát jsou tam místo fotografií barevné symboly. Tyto symboly představují (velmi velmi) zjednodušený záznam genetické informace (DNA) zobrazených rostlin. Na základě těchto symbolů zkuste vytvořit nové skupiny rostlin. Až budete mít roztríděno, tak se podívejte na nové dvě otázky v prezentaci.“ (snímek 8)</p> <p>Rozdat sady karet B, skupinová práce na max. 5 min</p>	<p>zadání 2. úkolu</p> <p>snímek 8</p> <p>skupinová práce</p>

5	<p>2 min rychlá kontrola. Otázky: 1. Liší se vaše nové skupiny rostlin od těch, které jste vytvořili podle fotek? (téměř určitě se budou lišit) 2. Jak byste pojmenovali hlavní skupiny rostlin, které jste právě sestavili? (mechorosty, kapraďorosty, nahosemenné, dvouděložné, jednoděložné rostliny -> dál už můžeme používat názvy skupin, jména druhů už nebudou potřeba – <i>snímek 11</i>)</p> <p>POKRAČOVÁNÍ 2. ÚKOLU: SPOLEHLIVÉ ZNAKY</p> <p>„Jak jste si možná všimli, tak tyto nové kartičky jsou oboustranné, teď je prosím otočte a prozkoumejte druhou stranu. Kromě fotografií, které jsme už viděli, jsou tam sepsané určité znaky těchto rostlin. Zamyslete se, proč tady tyto znaky vůbec máme vypsáné a jak se vztahují k symbolům na druhé straně.“</p> <p>Barevné symboly byly vybrány tak, aby přímo korespondovaly s jedním znakem na kartě. Není třeba se dlouze zdržovat přesným výkladem, ale je žádoucí, aby si žáci uvědomili, že DNA informace se vztahuje k pozorovatelným znakům. Je vhodné upozornit na první tři symboly, protože odpovídají znakům, které mají všechny vyšší rostliny společné (např. chlorofyl, kutikula, průduchy...), ale které nejsou pro stručnost na kartách uvedené.</p> <p>Další znaky (<i>snímek 14</i>) jsou popořadě:</p> <p>rodozměna (barevné varianty: převaha G, převaha S); první cévní svazky (cévice); cévy; semeno (barevné varianty: více děloh, 2 dělohy, 1 děloha); plod; květ (barevné varianty: 5-četný, 3-četný)</p>	<p>otázky (snímek 8)</p> <p>snímky 9, 10, 11 (řešení)</p>
5	<p>zadání 2. úkolu – pokračování snímek 12</p> <p>skupinová práce + případné vysvětlení učitelem snímky 13, 14</p> <p>ŘEŠENÍ A VYHODNOCENÍ</p> <p>Společná diskuze nad otázkami (<i>snímek 15</i>):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Které konkrétní znaky jsou vhodné pro správné rozřídění rostlin? (detailní anatomické znaky jako cévní svazky; znaky rozmnožování: semeno, květ a plod; typ rodozměny s převažujícím S/G) 2. Proč dojdeme k jinému rozřídění rostlin, když se řídíme pouze podle fotografií? (Fotografie ukazují jen hrubou vnější podobnost, je potřeba studovat i méně nápadné znaky jako vnitřní anatomii stonku nebo semene, případně genetickou informaci.) 3. Který zdroj informací je velmi spolehlivý při zjišťování příbuznosti? DNA. Např. protože obsahuje velké množství informací, které můžeme porovnávat, které se vzájemně podporují. DNA na rozdíl od vnější podobnosti daleko lépe odráží hlubší historii. (<i>Nejlépe se zachovává informace o historii v částech DNA, které jsou neutrální, které nekódují žádné znaky, ale to je pro názornost v tomto cvičení zanedbáno.</i>) DNA + podrobné studium anatomických znaků, které se mění jen velmi pomalu a také zachovávají informaci o historii. (Lze se vrátit k příkladu velryby x ryby – velryby získaly podobný tvar těla jako ryby, protože je vhodný pro pohyb ve vodě, ale rozmnožování zůstalo u velryb stejné jako u jiných savců.) V případě rostlin jsou málo spolehlivé např. barevnost a velikost květu (většinou 	<p>diskuze snímek 15</p> <p>podle potřeby výklad o významu jednotlivých znaků</p>

	<p>ovlivněno typem opylování: nevýrazné květy trav = vítr, barevné květy = hmyz). Naopak dost spolehlivé jsou např. cévní svazky, které se mění jen velmi málo, a proto podle nich můžeme vystopovat příbuznost. Také tvar embrya v semeni (počet děloh) je hodně stabilní a dobrý znak.</p> <p>Shrnutí (<i>snímek 16</i>): pouze podle fotografií (=vnějších morfologických znaků) pravděpodobně nedojdeme ke správnému třídění druhů, méně nápadné znaky (DNA a detailní anatomie) nám pomohou nalézt správnou příbuznost.</p>	snímek 16
5	<p>ÚKOL 3: VZTAHY MEZI SKUPINAMI</p> <p>„Už jsme vytvořili skupiny rostlin, ale jak teď uspořádáme skupiny navzájem? Podle DNA a spolehlivých znaků jsme vytvořili tyto skupiny: mechorosty, kaprad'orosty, nahosemenné, dvouděložné, jednoděložné rostliny (<i>snímek 18</i>) Teď postupujte stejně jako při kreslení vztahů mezi živočichy, ovšem tentokrát je vaším úkolem na evoluční strom umístit těchto pět skupin rostlin. Nezapomeňte zaznamenat také znaky, podle kterých jste se rozhodli.“</p> <p>Práce ve skupině max. 5 min. Učitel prochází mezi skupinami a v případě potřeby napoví některá rozvětvení. Žáci by už měli ovládat styl kreslení evolučních stromů z předchozí hodiny, navíc je na předchozích snímcích v prezentaci dodržováno pořadí skupin shodné s pořadím, v jakém se odvíjevaly, žáci by tedy měli snadno strom nakreslit. Může být problém se zakreslováním konkrétních znaků, protože se v několika případech jedná o varianty jednoho znaku, a ne striktně o první výskyt nového znaku (v tomto ohledu by mělo pomoci předchozí srovnání znaků s barevnými symboly – v tabulce jsou zřetelně oddělené nové znaky, až v závorce jsou jejich varianty).</p>	<p>zadání 3. úkolu snímky 17, 18, 19</p> <p>skupinová práce</p>
5	<p>ŘEŠENÍ A VYHODNOCENÍ</p> <p>Společné řešení podle prezentace. Snímky postupně ukazují správné uspořádání skupin (<i>snímek 20</i>), pak nejdůležitější znaky (<i>21</i>), pak několik obtížnějších znaků (<i>22</i>). První možný problém je rodozměna. Nejlépe zakreslit rodozměnu jako nový znak před první rozvětvení a následně změnu na G<S před kaprad'orosty. Ale je možné, že žáci to pojmu jako dva nové znaky G>S a G<S a každý umístí na samostatnou větev. Je potřeba vysvětlit, že stav rodozměny G>S je původní, a pak došlo ke změně na S>G. Podobná situace je u semene a květu, kde je vhodné zapsat jako novinku samotný znak např. semeno a u dvouděložných a jednoděložných zaznamenat změnu na 2-, resp. 1-děložné semeno.</p> <p>Na závěr pojmenovat hierarchické skupiny a ukázat je pomocí stromu nebo množin: krytosemenné (znaky: květ, plod, cévy), semenné (semeno), cévnaté (cévní svazky, G<S), vyšší/suchozemské rostliny. Opět připomenout, že skupiny jsou hierarchické, do sebe vnořené, tedy že např. kosatec patří do jednoděložných rostlin a dále do krytosemenných a tak dále.</p>	<p>žáci odpovídají, připadané vysvětlení učitelem snímky 20, 21, 22</p> <p>snímky 23 až 26</p>

Pomůcky:	vytištěné sady karet A+B, čisté papíry na psaní pro žáky, powerpointová prezentace
Didaktická technika:	datapojektor
Citace literatury:	Gibson JP, Cooper JT. 2017. Botanical Phylo-Cards : A Tree-Thinking Game to Teach Plant Evolution. <i>The American Biology Teacher</i> 79: 241–244

Čtvrtá část výukového bloku: interpretace evolučních stromů

téma VJ:	INTERPRETACE EVOLUČNÍCH STROMŮ, OVĚŘENÍ ZÍSKANÝCH ZNALOSTÍ A DOVEDNOSTÍ
cile VJ:	Žáci popíší prvky typického evolučního stromu, tj. kořen, uzel = společný předek, koncové větve = klasifikované objekty (druhy, rody apod.). Žáci na základě jednoduchých evolučních stromů identifikují posledního společného předka druhů, určí nejpříbuznější druhy a zhodnotí příbuznost skupin druhů, dále vyčtou znaky charakteristické pro vybrané druhy. Žáci vysvětlí význam společné historie (evoluce) pro vytvoření přirozené klasifikace organismů a rekonstrukce vztahů mezi nimi. <i>(Cíl celého bloku)</i>
pojmy opěrné:	uzly, větve a kořen evolučního stromu, společný předek, poslední společný předek
pojmy nově vytvářené:	- - -

čas (min.)	plánovaný průběh VJ: „Interpretace evolučních stromů“	Poznámky:
2	ÚVOD HODINY „Dnešní hodina zakončí náš cyklus o evoluci. V předchozích hodinách jsme zjišťovali, jak se dají organismy třídit a jak se mezi nimi hledají přirozené vztahy. Ve stručnosti jsme si už také ukázali, jak vytvořené evoluční stromy správně číst. V této hodině si budete moct vyzkoušet, kolik jste se toho naučili a jak si poradíte s konkrétními evolučními stromy.	úvod učitele snímek 3
5	OPAKOVÁNÍ (POPIS EVOLUČNÍCH STROMŮ A INTERPRETACE) Rozdat první stranu pracovního listu, kde je shrnutí těchto informací. Žáci odpovídají na dílčí otázky ohledně popisu prvků stromu. Na koncových větvích se nacházejí současné (žijící) druhy nebo jiné objekty, se kterými pracujeme (rody, čeledi a jiné skupiny). Uzly znamenají společného předka, ze kterého se vyvinuly všechny druhy nad ním. Čas plyne od kořene ke koncovým větvím, tj. dole jsou předci a nahoře současné druhy. Na větvích stromů mohou také být zapsané znaky, které charakterizují druhy či skupiny druhů.	rozdat PL otázky na žáky snímky 4 až 6
3	Na základě obrázku evolučního stromu s žábou žáci vysvětlí, jak se z nákresu	otázky na žáky

	<p>odvozuje příbuznost zobrazených druhů. Oba stromy popisují stejné vztahy, jen se snaží zmást různě otočeným nákresem. Žába je příbuznější člověku než rybě, protože mají s člověkem společného předka, který žil později než společný předek žáby a ryby. Pro určení příbuznosti mezi druhy je klíčové zjistit jejich posledního společného předka. Platí, že druhy jsou si tím příbuznější, čím pozdějšího společného předka mají.</p>	<p>snímky 7 až 9</p> <p>výklad</p> <p>snímky 6 až 9</p>
20	<p>ČTENÍ EVOLUČNÍCH STROMŮ (ÚLOHY 1-6)</p> <p>„A teď si to vyzkoušíte sami. Čeká vás šest úloh, v každé budete rozhodovat, které tvrzení je správné, máte tam vždy několik možností, právě jedna je správné. Připište také zdůvodnění vaší odpovědi.“</p> <p>Rozdat pracovní listy, žáci budou pracovat samostatně a následně si své řešení porovnají ve dvojicích. Práce na cca 20 min. Učitel prochází mezi žáky a v případě potřeby napoví. Pokud mají žáci velké problémy, lze projít první dvě až tři úlohy společně, tím by si měli žáci oživit potřebné termíny a principy čtení stromů.</p>	<p>zadání úkolu</p> <p>snímek 10</p> <p>samostatná práce</p>
10	<p>ŘEŠENÍ A VYHODNOCENÍ</p> <p>Společná kontrola podle snímků v prezentaci (na rozdíl od pracovního listu jsou zde vždy dvě varianty stromu – s vidličnatými a hranatými větvemi, čistě pro ilustraci jejich shody). U každé úlohy je potřeba zeptat se několika žáků, proč vybrali danou odpověď. V autorském řešení pracovního listu jsou vypsána správná zdůvodnění odpovědí. Žáci pravděpodobně použijí jednodušší zdůvodnění, což nevadí, ale je potřeba opravit mylná zdůvodnění (správnou odpověď mohou žáci vybrat na základě chybné úvahy).</p> <p>První tři úlohy jsou zaměřené především na popis prvků stromu. Možné chyby jsou např. označení koncového taxonu jako předka jiných, nepochopení směru plynutí času nebo chápání druhů odvětvujících se níže jako primitivnějších oproti ostatním současným druhům (všechny tyto druhy se vyvíjely stejně dlouho ze společného předka, žádný tedy není nejprimitivnější).</p> <p>Další tři úlohy vyžadují interpretaci příbuznosti konkrétních organismů. Možné chyby jsou např. rozhodování o příbuznosti na základě vnější podobnosti druhů, na základě blízkosti popisků na evolučním stromu (větev lze otočit v uzlech bez změny významu) či na základě počítání uzlů. V praxi by všechna zdůvodnění příbuznosti měla být založená na sdílení posledního společného předka, to je nutné zdůraznit.</p> <p>Pokud zbývá čas, lze se zeptat žáků, jestli vidí něco odlišného na schématu v úloze čtyři. V prezentaci je zařazený navíc snímek (<i>snímek 19</i>), který vysvětluje zakreslení <i>Tyranosaura</i> jakožto vyhynulého druhu, který ale není přímým předkem dalších druhů na schématu. Proto není zakreslen v uzlu, ale na koncové větvi, která může být stejně dlouhá jako ostatní (typické pro kladogramy) nebo kratší</p>	<p>žáci</p> <p>odpovídají na otázky,</p> <p>zdůvodňují odpovědi</p> <p>snímky 11 až 16</p> <p>snímky 16 až 23</p> <p>snímek 19</p>

5	<p>(končící v druhohorách, typické pro typ evolučních stromů explicitně zobrazujících čas).</p> <p>ZÁVĚR CELÉHO VÝUKOVÉHO BLOKU</p> <p>„A jsme na konci celého bloku. Na příkladu evolučních stromů jsme si ukázali, pracují vědci, jak se orientují v nových tématech, jak třídí informace a porovnávají hypotézy. Získali jste náhled do práce evolučních biologů a už by vás neměly zaskočit žádné běžné nákresy evoluční historie. Mimochodem možná si už uvědomujete, že obrázek, kterým jsme začínali celý blok (<i>snímek 25</i>), nevypadá příliš jako geometrické nákresy, se kterými jsme pracovali ve zbytku hodin. Tento obrázek může sloužit jako drobné varování, že ne všechny nákresy budou dodržovat přísná pravidla a že je potřeba být k nim přiměřeně skeptický, což je koneckonců základ vědeckého uvažování :-)”</p> <p>(Podle času lze zařadit ještě chvíli na otázky a komentáře žáků, případně využít dotazník pro zpětnou vazbu.)</p>	závěr snímky 24-25
---	---	-----------------------

Pomůcky:	vytištěné pracovní listy, powerpointová prezentace
Didaktická technika:	dataprojektor
Citace literatury:	<p>Baum DA, Smith SDW, Donovan SSS. 2005. The tree-thinking challenge. <i>Science</i> 310: 979–980.</p> <p>Kummer TA, Whipple CJ, Jensen JL. 2016. Prevalence and Persistence of Misconceptions in Tree Thinking. <i>Journal of Microbiology and Biology Education</i> 17: 389–398.</p>