

# VYVOZENÍ ALLENOVA PRAVIDLA VE VÝUCE PŘÍRODOPISU

## The Deduction of Allen's Rule in Science Teaching

Lenka Pavlasová, Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, Katedra biologie a environmentálních studií, [lenka.pavlasova@pedf.cuni.cz](mailto:lenka.pavlasova@pedf.cuni.cz) Lukáš Rokos, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta, Katedra biologie, [Lrokos@pf.jcu.cz](mailto:Lrokos@pf.jcu.cz) Zuzana Čábelová, ZŠ Komenského Nymburk, Komenského 589/12, 288 02 Nymburk; Milena Mikesková, ZŠ a MŠ Dolní Bukovsko, V Hradu 31; Štěpánka Zikmundová, ZŠ Pohůrecká 16, Pohůrecká 382/16, České Budějovice

### ABSTRACT

*Allen's rule is besides Bergmann's rule one of the topics connecting zoology and ecology in science teaching. It states that warm-blooded animals living in cold climates have shorter limbs and body appendages than similar animals living in warm climates. The paper presents teaching activity with high motivational potential based on work with known and attractive animal species (specially with foxes *Vulpes zerda*, *Vulpes vulpes*, *Alopex lagopus*; bears *Ursus maritimus*, *Ursus arctos* and hares *Lepus europaeus* and *Lepus arcticus*) and information and communication technologies (ICT). It's proposed as an open inquiry task during which pupils search and sort information, formulate and verify hypotheses and explain results. The activity is supported by a working sheet and pictures of animals available in the appendix. Testing in schools showed that the tasks were proportionate to pupils' abilities at lower secondary level. The most common difficulties that occurred during testing (formulation of hypotheses, time required to activity, the need for continuous monitoring by a teacher) and modifications for use at upper secondary school (increasing the part of individual pupils' work, leaving the choice of species to verify the hypothesis to the pupils, working with species for which the rule doesn't apply) are discussed. Pupils can realize during this activity that scientific work doesn't just mean "to be in a laboratory" but it primarily means "to use scientific thought process".*

### Klíčová slova

*výuka přírodopisu, otevřené bádání, Allenovo pravidlo*

### Key words

*science teaching, open inquiry, Allen's rule*

## Úvod

Allenovo pravidlo je vedle Bergmannova pravidla jedním z témat propojujících zoologii a ekologii ve výuce přírodopisu na základní škole (Kvasničková, 2004). Říká, že teplokrevní živočichové žijící v chladných oblastech mají kratší končetiny a menší tělní výběžky než podobní živočichové z teplých oblastí (Losos et al., 1984; Braniš, 2004; Begon, Townsend & Harper, 2006; Tkadlec, 2008). Z hlediska termoregulace je tím umožněno živočichům z chladných oblastí zabránit ztrátám tepla (zmenší se povrch jejich těla) a naopak živočichům z teplých oblastí zbavit se tepla přebytečného (zvětší se jejich tělní povrch). Toto pravidlo pojmenované po Joelu A. Allenovi, který jej v roce 1877 zformuloval, je vhodné k tomu, aby si ho žáci vyvodili sami, protože lze při jeho vyvozování využít příklady živočišných druhů, které žáci podle zkušenosti autorů článku dobře znají a většinou jsou pro ně atraktivní. Zájem o zoologii je obecně popisován jako jeden z nejvyšších v porovnání s ostatními tématy výuky biologie (Prokop, Prokop & Tunnicliffe, 2007), a to zejména u mladších žáků (Baram-Tsabari et al., 2010). Dále lze využít i práci s ICT, která je-li pečlivě naplánována, připravena a zařazena do výuky, může podporovat vztah k tématu a motivaci (Cooper & Brna, 2002). V navržené výukové aktivitě jsme spojili oba tyto faktory, abychom dosáhli jejího vysokého motivačního potenciálu.

Nízký podíl induktivní výuky (spočívající ve vyvozování obecného na základě dílčích poznatků) oproti výuce deduktivní a využívání myšlenkových operací nižší úrovně (zapamatování apod.) je častým problémem výuky přírodopisu (přírodních věd). Z tohoto důvodu je žádoucí šířit mezi učiteli příklady dobré praxe a sdílet navzájem vyzkoušené postupy. K tomuto cíli by chtěl přispět i tento článek, který přináší konkrétní námět na výuku,

včetně výukových materiálů a doporučení vyplývajících z jejich praktického ověření v praxi.

## Popis a průběh výukových aktivit

### Obecná charakteristika

Allenovo pravidlo je vyvozováno žáky s využitím jejich vlastní teoretické badatelské činnosti. Vzhledem k tomu, že úloha byla koncipována pro žáky druhého stupně základní školy, rozhodli jsme se zvolit tzv. otevřené bádání (Stuchlíková, 2010), při němž činnost žáků spočívá ve vyhledávání a třídění informací, formulaci a ověření hypotézy, vysvětlení zjištěných výsledků a závěrečného opakování a propojení si již známých poznatků s novými informacemi. Jednotlivé etapy práce žáků jsou podpořeny úkoly v pracovním listě (viz elektronická příloha článku na webu časopisu). Žáci pracují nejprve individuálně, ve druhé polovině hodiny potom ve skupinách. Po každé úloze probíhá kontrola postupu a správnosti plnění úkolů učitelem. Tato kontrola je doporučena z toho důvodu, že správné vyřešení předchozích úloh je podmínkou úspěšného řešení úloh následujících. Ačkoliv při badatelsky orientovaném vyučování by měla být činnost žáků autonomní, průběžná kontrola je pro učitele žádoucí, aby si nenásilnou formou zajistil, že žáci dosáhnou vytyčeného cíle. Jak již bylo zmíněno, výukové aktivity jsou určeny pro 2. stupeň základní školy, přičemž předpokládaná časová dotace je přibližně 45 minut. Pokud chce učitel nechat žáky samostatně vyhledávat informace o jednotlivých druzích na internetu nebo v odborných publikacích, tak je potřeba počítat zhruba s dvojnásobnou hodinovou dotací (tzn. jedna vyučovací hodina na přípravu materiálů k vybraným druhům, druhá vyučovací hodina na zpracování pracovního listu uvedeného v příloze a vyvození patřičných závěrů).

### Výukové cíle

(1) Žáci dokáží určit rozdílnosti ve stavbě těla je-

dinců téhož druhu v chladnějších a teplejších oblastech. (2) Žáci vysvětlí příčiny rozdílů ve stavbě těla jedinců téhož druhu v chladnějších a teplejších oblastech. (3) Žáci vyvodí Allenovo pravidlo. (4) Žáci si osvojí postup při badatelské činnosti.

### Pomůcky

Počítače (PC učebna), tablety nebo mobilní telefony s přístupem k internetu; kostky ze stavebnice (do skupiny 8 stejných kostek); pracovní list (viz elektronická Příloha 1 článku na webu časopisu), PPT prezentace s fotografiemi vybraných zástupců lišek (viz elektronická Příloha 2 článku na webu časopisu, obr. 1–3), obrázky vybraných zástupců živočichů (v našem případě lišek, medvědů a zajíců – viz Příloha 2 na webu časopisu, obr. 1–7); papíry velikosti A3 (jeden do skupiny); lepidlo; nůžky; psací potřeby

### Průběh hodiny

- 1. Uvedení do problematiky, vyhledávání a třídění informací.** Učitel na dataprojektoru ukáže 3 obrázky psovitých šelem: fenek berberský, liška obecná, liška polární (viz Příloha 2 na webu časopisu, obr. 1–3). Žáci podle fotografií vypracovávají první úkol v pracovním listu (viz Úkol 1 v Příloze 1) a vyhledávají samostatně na internetu informace: lokalitu výskytu živočicha, podnebí v dané oblasti (vybírají ze tří možností – teplé, mírné, studené), délku končetin a ostatních částí těla. Po vyhledání informací přistoupí k druhému úkolu, kde zjištěné údaje porovnají a použijí k formulaci hypotézy (viz Úkol 2 v Příloze 1).
- 2. Formulace hypotézy.** Žáci se pokusí zformulovat svoji domněnku o závislosti teploty prostředí a tvaru těla teplokrevných živočichů. Vychází přitom z vlastních závěrů, které zjistili na základě vypracování úkolu 1. Hypotézu

zapiší do pracovního listu (Úkol 2). U hypotézy je potřeba zkontrolovat, zda má žádaný tvar oznamovací věty. Je nepodstatné, zda žáci formulují hypotézu fakticky správně nebo nesprávně. Vždy by měli dojít ke správnému výsledku při ověření své hypotézy (Úkol 3), tzn. ověření správného odhadu při formulaci hypotézy či vyvrácení nesprávně formulované hypotézy. Není vhodné, aby učitel výrazně vstupoval do formulace hypotézy a zabraňoval užití fakticky nesprávné hypotézy. Naopak je žádoucí, aby si žáci vyzkoušeli i negaci vlastní hypotézy. Pro ilustraci uvádíme příklady možných hypotéz: (H1) Živočichové v teplejších oblastech mají delší končetiny a ostatní tělní výběžky (např. uši) než jejich příbuzní v chladných oblastech, (H2) Živočichové v teplejších oblastech mají kratší končetiny a ostatní tělní výběžky (např. uši) než jejich příbuzní v chladných oblastech, (H3) Živočichové v teplejších oblastech mají stejně dlouhé končetiny a ostatní tělní výběžky (např. uši) jako jejich příbuzní v chladných oblastech.

- 3. Ověření hypotézy.** Žáci mají vyhledat příklady dalších příbuzných živočichů žijících v různých zeměpisných šířkách (Úkol 3), např. medvědy a zajíce, a porovnávají, zda se jejich domněnka shoduje s tím, co zjistili o těchto dalších živočiších. Pokud dojdou ke shodě (při formulaci podobné s H1), hypotézu tím potvrdí a vyvodí pravidlo, které se bude shodovat s jejich původně stanovenou domněnkou. Pokud nedojdou ke shodě (při formulaci podobné H2), hypotézu zamítnou a vyvodí pravidlo, které bude opačné k jejich původnímu tvrzení. Pokud zvolí hypotézu typu H3 (udávající, že mezi proměnnými není vztah), tuto hypotézu zamítnou a vyvodí pravidlo podle faktů, které zjistili. Učitel po tomto bodě kontroluje, zda žák logicky správně vyhodnocuje hypotézu,

kteřou si stanovil. Žák musí rozhodnout, zda hypotéza platí nebo ne a případně opraví svoji původní domněnku. Po vyvození pravidla žák pomocí kvízu/křížovky vyluští jméno jeho objevitele (Úkol 4). Po ověření hypotézy je nutno vypořádanou zákonitost vysvětlit.

- 4. Vysvětlení zjištěných výsledků.** Žáci by měli vyvodit, proč se stavba živočichů v teplých a chladných oblastech liší. K tomu je navede páta úloha v podobě kvízu, kde si uvědomí mechanismy, které pomáhají udržet stálou tělesnou teplotu u teplokrevných živočichů, a šestá úloha, kdy mají za úkol ve skupině ze stavebnicových kostek sestavit 2 tělesa (symbolizují objem těla živočicha v teplé a studené oblasti) se stejným objemem, ale jiným povrchem. Kvíz (Úkol 5) obsahuje sedm dichotomických úloh, kdy pět uvedených tvrzení je správných (odpověď ANO) a dvě tvrzení jsou nesprávná (odpověď NE, konkrétně se jedná o tvrzení „barva očí“ a „teplota okolního prostředí“). Výsledek tvorby modelu těla živočicha (Úkol 6) je na obr. 8 v Příloze 2. Tento úkol může být ještě rozšířen o vypočítání přesného objemu a povrchu vzniklých těles a jejich porovnání, případně o provedení nákresu schématu těla ideálního živočicha žijícího v teplém a chladném podnebí.
- 5. Závěrečné opakování a ujasnění poznatků.** Žáci pracují ve skupině s obrázky zajíců, lišek, medvědů z teplých a chladných oblastí (příklady viz Příloha 2 na webu časopisu, obr. 1–7). Tyto obrázky vystříhnou, nalepí na A3 a popíší a zvýrazní rozdíly. Na závěr napíší k obrázkům svými slovy formulaci Allenova pravidla. Celá aktivita je zakončena hromadnou kontrolou žáky naformulovaných pravidel a vystavením plakátků na nástěnku, kde budou k dispozici i dalším žákům školy. Na aktivitu lze navázat

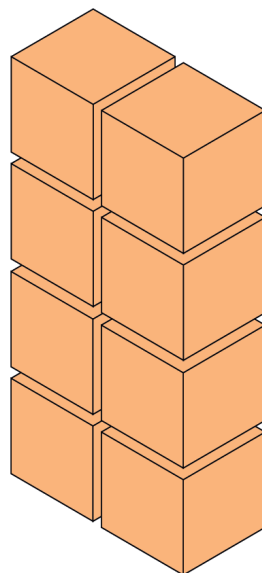
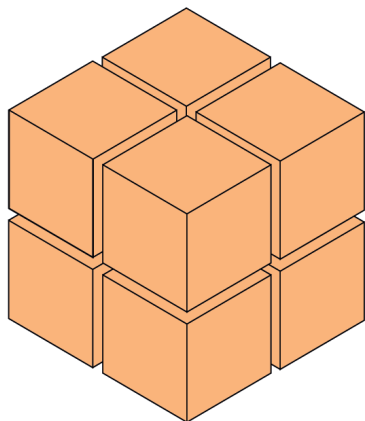
diskusí a postupně žáky nasměrovat na klíčový pojem *adaptace na prostředí*, který je důležitý pro pochopení vypořádaných zákonitostí a může být následně využit i u výuky dalších biologických témat.

## Diskuse

Průběh hodiny je rozčleněn do několika částí. Důraz je kladen na aktivní zapojení žáků, po každé části je vhodná kontrola, aby všichni žáci postupovali v plnění úkolů a byli je schopni zvládnout v daném časovém limitu.

Jedním z očekávaných problémů je špatná formulace hypotézy, kdy má např. tvar otázky a ne oznamovací věty; netýká se zkoumaného tématu; nelze ji provedeným výzkumem ověřit, nebo by čas na její ověření přesahoval vymezenou časovou dotaci na danou činnost. Dále se můžeme setkat s tím, že žák nevyhodnocuje hypotézu, kterou si stanovil, a vyhodnocuje úplně jiné tvrzení, než které má v úkolu 2. V neposlední řadě se žák nemusí vůbec zabývat vyhodnocením hypotézy a rovnou začít formulovat další domněnku. Abychom těmto problémům předešli, je nutná kontrola ze strany učitele po každém úkolu.

Výuková aktivita je určena pro 2. stupeň ZŠ, ale může být modifikována i pro střední školu. V úkolu 3 nemusíme žákům druhy živočichů, na kterých mají hypotézu ověřit, zadávat, nebo je můžeme nechat, aby si příklady živočichů zvolili sami. V tomto případě se ale může stát, že zvolí příklad druhu, pro který pravidlo neplatí (např. rod rys; druhy: rys kanadský, rys červený, rys iberský, rys ostrovid). I toto se dá didakticky využít k představení pravé podstaty vědy (*nature of science, NOS*), kdy vyzkoumaná zákonitost zpravidla mívá i výjimky (např. Bergmannovo a Allenovo pravidlo platí zhruba pro 70 % druhů; McComas, 2015). Žáci po-



Model těla živočicha se stejným objemem a různě velkým povrchem těla. Objem je v obou případech 8 krychlí, povrch v případě 1 (vlevo) je 24 čtverců, v případě 2 (vpravo) je 28 čtverců. Zdroj: autoři.

tom lépe pochopí, jak věda funguje, jak vědci pracují, jak jsou vytvářeny vědecké poznatky, jak jsou ověřovány a čím jsou ovlivněny (McComas, 2015). V úkolu 5 zaměřeném na faktory ovlivňující udržování stálé tělesné teploty mohou odpovědi sami produkovat a nemusí je vybírat z nabídky.

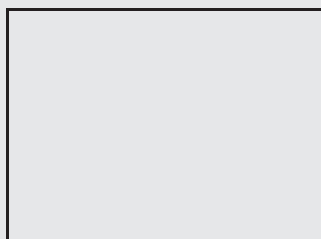
Při praktickém ověření materiálů ve výuce u žáků 6. třídy na vybrané jihočeské škole a následné analýze pořízeného videozáznamu jsme identifikovali několik obtíží žáků. Problém žákům činí zejména formulace hypotézy (viz komentáře výše), jelikož nejsou zvyklí na organizaci práce při badatelsky orientovaném úkolu. Nicméně, jak již bylo také zmíněno, doporučujeme učitelům nechat

žákům volnost při formulování vlastní domněnky a nesnažit se do jednotlivých badatelských kroků příliš zasahovat. Naopak, jako vhodné se nám při pilotáži ukázalo vyhodnocení po ukončení jednotlivých kroků badání. Žáci mohou ve stručnosti prezentovat své nápady, čímž slyší i ostatní žáci, jak se s daným problémem vypořádali jejich vrstevníci. V samotné práci žáků nebyly při ověřování materiálů zjištěny výrazné problémy. Osvědčil se nám postup, kdy žáci začali pracovat individuálně, následně ve dvojicích a v závěru ve čtveřicích. Měli tak možnost diskutovat své další kroky, protože obtížnost jednotlivých dílčích úkolů postupně stoupala. V několika případech žáci na konci hodiny nevyvodili podstatu Allenova pravidla, ale

## Allenovo pravidlo

### 1. Práce s internetem

Prohlédni si obrázky **fenka berberského, lišky obecné, lišky polární** a zakresli do rámečků výrazné odlišnosti jejich těl. **Pod rámečky doplň:** lokalitu výskytu živočicha, podnebí v dané oblasti (vyber ze tří možností – teplé, mírné, studené), délku končetin a ostatních částí těla

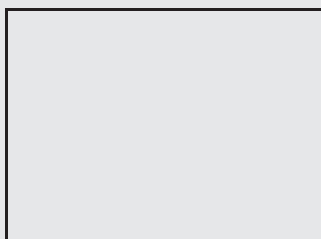


FENEK BERBERSKÝ

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

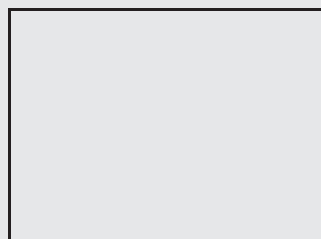


LIŠKA OBECNÁ

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



LIŠKA POLÁRNÍ

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**2. Pokus se vytvořit hypotézu (domněnku ve formě oznamovací věty, která vyjadřuje tvůj názor) o souvislosti teploty prostředí a tvaru těla živočichů.**

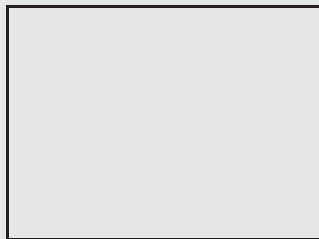
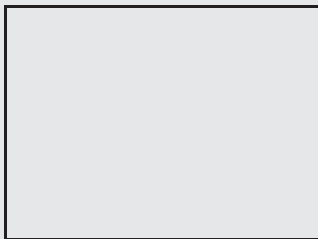
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**3. Pokus se vyhledat podobné případy např. u medvědů a zajíců**

- Napiš, jaké druhy jsi porovnával
- Jaké mají odlišnosti těla
- Nalep vyhledané obrázky a zvýrazni odlišnosti



Druh: \_\_\_\_\_

Odlišnost: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

pravidla Bergmannova (teplokrevní živočichové dosahují v teplejších oblastech menších rozměrů než jejich příbuzní v chladných oblastech; Losos et al., 1984; Braniš, 2004), s čímž se však učitelka ověřující materiál vypořádala tak, že dané situace využila a představila obě zmíněná pravidla a ještě je dala do souvislosti.

## Závěr

Příspěvek představuje možný přístup k indukтивnímu pojetí výuky na konkrétním příkladu

vyvození Allenova pravidla. Učí žáky základům badatelské činnosti, seznamuje je s postupem práce vědců, s vědeckým myšlením a vědeckou argumentací. Mohou si při ní uvědomit, že vědecká práce nespočívá pouze v tom, že se „děje v laboratoři“, ale že hlavní princip je v používání vědeckých myšlenkových postupů. Při praktickém ověření se ukázalo, že navržené materiály jsou aplikovatelné do výuky na 2. stupni základní školy. Úlohu lze po určitých modifikacích implementovat i do výuky na střední škole či gymnáziu.

*Poděkování* Příspěvek vznikl s podporou projektu OP VVV „Zvýšení kvality vzdělávání žáků, rozvoje klíčových kompetencí, oblastí vzdělávání a gramotností“, reg. č. CZ.02.3.68/0.0/0.0/16\_011/0000664.

## Literatura

- Baram-Tsabari, A., Sethi, R. J., Bry, L. & Yarden, A. (2010). Identifying Students' Interests in Biology Using a Decade of Self-Generated Questions. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 6(1).
- Begon, M., Townsend, C. R. & Harper, J. L. (2006). *Ecology: From Individuals to Ecosystems*. Oxford: Blackwell Publishing.
- Braniš, M. (2004). *Základy ekologie a ochrany životního prostředí: učebnice pro střední školy*. 3. aktualiz. vyd. Praha: Informatorium. ISBN 80-7333-024-5.
- McComas, W. F. (2015). The nature of science & the next generation of biology education. *The American Biology Teacher*, 77(7), 485-491.
- Cooper, B. & Brna, P. (2002). Supporting high quality interaction and motivation in the classroom using ICT: the social and emotional learning and engagement in the NIMIS project. *Education, Communication & Information*, 2(2-3), 113-138.
- Losos, B., Gulíčka, J., Lellák, J. & Pelikán, J. (1984). *Ekologie živočichů*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.
- Kvasničková D. (2004). *Základy ekologie*. 3. upr. vyd. Praha: Fortuna libri. ISBN 80-716-8902-5.
- Prokop, P., Prokop, M. & Tunnicliffe, S. D. (2007). Is biology boring? Student attitudes toward biology. *Journal of biological education*, 42(1), 36-39.
- Stuchlíková, I. (2010). O badatelsky orientovaném vyučování. In Papáček, M. (ed.). *Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování (DiBi 2010)*. Sborník příspěvků semináře, 25. a 26. března 2010, Pedagogická fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, s. 129-135. [online]. [cit. 2010-03-17]. Dostupné z [goo.gl/hei72S](http://goo.gl/hei72S).
- Tkadlec E. (2008). *Populační ekologie. Struktura, růst a dynamika populací*. Olomouc: Univerzita Palackého. ISBN 978-80-244-2149-0.