

**Univerzita Karlova**  
**Přírodovědecká fakulta**

Studijní program: Biologie

Studijní obor: Chemie se zaměřením na vzdělávání – Biologie se zaměřením na vzdělávání



**Martin Kopecký**

Poznávání organismů jako součást výuky

Organism identification as a part of education

Bakalářská práce

Školitel: RNDr. Vanda Janštová, PhD.

Praha, 2021

## **PODĚKOVÁNÍ**

Na tomto místě bych ráda poděkovala své školitelce RNDr. Vandě Janštové, Ph.D. za ochotu, cenné rady a připomínky v průběhu tvorby této práce.

## **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, 23.7.2021

## **ABSTRAKT**

Tato bakalářská práce se zabývá určováním organismů při výuce a shrnuje různé pohledy didaktiků na tuto problematiku. Také se zabývá různými výukovými metodami a formami souvisejícími právě s určováním organismů. Ze studií vyplývá, že je mnoho správných postupů, jak vyučovat určování organismů. Mezi nejdůležitější metody a formy patří exkurze, práce s přírodninami a modely a používání určovacích klíčů. Také může být užitečné zapojovat do výuky informační technologie a neurčovat živočichy pouze podle vzhledu ale i pomocí zvuků nebo pobytočných stop.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

poznávačka, poznávání organismů, určování organismů, výuka biologie, výuka přírodopisu

## **ABSTRACT**

This thesis deals with the identification of organisms in education. It summarizes various views of experts on this issue. It also deals with teaching methods and forms related to the identification of organisms. Studies show that there are many good ways to teach identification of organisms. The most important methods and forms are field trips, work with natural products and models, as well as the use of identification keys. It is also advisable to use information technology in education and not to identify animals only by appearance but also by sounds or tracks.

## **KEYWORD**

Biology, education, organism recognition, organism identification,

## OBSAH

1	Úvod .....	1
2	Proč je určování organismů důležité? .....	2
3	Jaké organismy se žáci snáze naučí poznávat? .....	5
3.1	Citový vztah mezi žákem a organismem .....	5
3.2	Užitečnost určování organismů .....	7
3.3	Mnemotechnické pomůcky.....	7
3.3.1	Příhodné druhové jméno .....	8
4	Výuka a učení se poznávání organismů .....	9
4.1	Množství určených organismů.....	9
4.2	Shrnutí výukových metod.....	9
4.3	Využití přírodnin a modelů.....	10
4.4	Začlenění informačních technologií do výuky .....	11
4.5	Výlety a exkurze .....	12
4.6	Výroba herbářů .....	12
4.7	Určovací metody.....	12
4.7.1	Pomocí určovacího klíče .....	12
4.7.2	Určování podle zvuku .....	15
5	Diskuze a závěr .....	16
6	Seznam Literatury .....	18

# 1 ÚVOD

V této práci se zabývám různými názory na problematiku určování organismů ve výuce.

Toto téma jsem si vybral nejen kvůli tomu, že studuji obor zaměřený na vzdělávání, ale také protože mě osobně určování organismů připadá jako velice důležitá součást výuky, která může sloužit i jako motivační faktor a u některých žáků probudit zájem o biologii.

Cílem práce je vytvořit literární rešerši odborných článků zkoumající různé výukové metody a formy týkající se určování organismů ve výuce základních, středních a vysokých škol a také různé faktory ovlivňující výuku určování organismů.

V první polovině práce se věnuji důležitosti určování organismů a jednotlivým faktorům, které mohou ovlivnit zapamatovatelnost organismů. Mezi tyto vlivy nepatří pouze vzhled, název a užitečnost organismu ale také prostředí, ve kterém žák vyrůstá.

Ve druhé části jsou rozebírány různé výukové formy a metody používané v hodinách zaměřených na výuku určování organismů. Formy a metody jsou mezi sebou porovnávány nejčastěji pomocí těchto dvou kritérií: efektivita jednotlivých forem a metod (testování schopnosti následně určit organismus) a oblíbenost mezi žáky nebo studenty učitelství. Také jsem se v jedné kapitole zaměřil na informační technologie, které jsou v dnešní době na vzestupu, a zjišťoval jsem, jaký je názor odborníků na jejich uplatnění ve výuce určování organismů.

## 2 PROČ JE URČOVÁNÍ ORGANISMŮ DŮLEŽITÉ?

Určování organismů je tradiční součástí výuky. Podle (Randlera, 2008) je současným trendem od určování organismů a testování schopností žáka určit organismus (dále pouze jako „poznávačka“) ustupovat. Dnešní výuka biologie se kromě učení se systémů rostlin a živočichů začíná více zaměřovat na později objevené obory biologie, jako jsou genetika, buněčná biologie, evoluce nebo ekologie. Všechny tyto obory (samozřejmě včetně systematické biologie) jsou pro lepší pochopení přibližovány na konkrétních druzích, je tedy možné propojovat učivo s určováním organismů všude tam, kde je to vhodné.

Na důležitost určování organismů panuje různý názor. I v biologických kurikulích základních škol různých zemí jsou značné rozdíly v pojetí a počtu zástupců, kteří jsou žákům představováni a mají být rozpoznáni. Například kurikulum České republiky v porovnání s kurikuly Estonska, Maďarska, Slovinska a Slovenska tolik nezdůrazňuje určování druhů regionální fauny a flóry. Největší důraz (z výše uvedených států) na biodiverzitu místního regionu je kladen v Estonsku (Poupová et al., 2019).

Určení jednotlivých částí ekosystému jako např. rostlin a živočichů nám pomůže pochopit jejich roli ve společenství. Tento fakt vede k lepšímu pochopení přírody a role člověka v ní (Magntorn & Helldén, 2005). Pro efektivní učení je lepší, když žák může nově získané poznatky přiřadit k něčemu, co již zná. Proto by se měly při výuce ekologie používat především dobře známé druhy organismů. Pokud se žáci učí o ekologii, aniž by jim problematika byla přiblížena na jednotlivých druzích (popř. pomocí modelových organismů) které neznají, je pro ně školní předmět frustrující a vede to k jeho nízké oblibě (Magro et al., 2001).

Bohužel se ukazuje, že žáci si neuvědomují důležitost rozmanitosti živých organismů v naší krajině pro udržení ekosystémových služeb, které dané organismy vykonávají. Sice vědí, že je nutné ochraňovat ohrožené druhy, ale tuto znalost získali především z medií, kde jsou uváděna zejména na pohled přitažlivá exotická zvířata a ne ta obyčejná vyskytující se kolem nás (Ballouard et al., 2011). Klíčem ke změně myšlení je právě určování organismů a připomínání důležitosti běžných organismů pro celý ekosystém včetně člověka (Schlegel et al., 2015). Další možností, jak zvýšit u žáků zájem o přírodu a její součásti, mohou být výukové programy zaměřené na biodiverzitu místní flóry a fauny. Například mezi cíle výukového programu Příroda na cestě do školy, který vyvinula švýcarská ochránářská organizace Pro Natura, patřilo zvýšení povědomí žáků o přírodní rozmanitosti a popularizace místních druhů rostlin a

živočichů. Učitelé, kteří se zúčastnili programu, dostali pokyny, jak zapojit žáky do pozorování organismů během hodin a cesty do školy, dále obdrželi výukové materiály rozdělené do těchto kapitol: O životě vrabce; Hmyz na rostlinách; Lišejníky a mechy; Žížaly, slimáci a hlemýždi; Stromy ve městě; Původní a nepůvodní rostliny; Život v trhlinách a štěrbinách; Popínavé rostliny. Každé téma bylo zpracované na dvě strany textu. První obsahovala informace pro učitele a metodické a didaktické pomůcky. Na druhé straně byly návrhy pro pozorování, a také zde byli vyobrazeni běžní zástupci. Během programu měli žáci také za úkol na ulici v blízkosti školy ohradit organismus, rostlinu (nebo pokud je to možné i živočicha), který je pro daného žáka obzvláště něčím důležitý, nebo zajímavý. Žáci poté během týdne v dopoledních hodinách vysvětlovali ostatním žákům, rodičům a kolemjdoucím, čím je jejich organismus výjimečný. Během programu se zvýšilo povědomí všech žáků o biologické rozmanitosti místních druhů (Lindemann-Matthies, 2002).

Určování některých organismů nemusí být užitečné pouze kvůli ekologickému myšlení, ale kvůli bezpečnosti. (Fančovičová & Prokop, 2011) zkoumali, jaká je schopnost žáků (n=117), ve věku 10–17 let, rozpoznat, zda je rostlina a její plod toxická, či nikoliv. Výsledky ukazují, že znalost toxických rostlin mezi žáky je malá a s věkem se nijak výrazně nemění. Z toho autoři usuzují, že by se měly toxické rostliny více zařazovat do výuky biologie, aby starší žáci měli lepší výsledky než mladší.

(Palmberg et al., 2015) zjistili, že u severských studentů učitelství pro první stupeň vzdělávání (n=456) existuje kladná korelace mezi výsledky poznávačky a vztahem k přírodě, tedy i vnímavostí k ekologickým problémům jako invazní organismy a ochrana ohrožených druhů. Testování studenti učitelství měli určit 18 druhů organismů. Skóre 16-18 poznaných organismů dosáhlo pouze 3 % z dotazovaných. Většina studentů (64 %) správně určila alespoň 10 organismů. Dále respondenti vyplnili dotazník zjištění postoje k přírodě, také obsahoval otázky na bydliště a na preference různých živočichů před jinými.

Vztah k přírodě ovlivňuje i prostředí, ve kterém žijeme (Kellert, 1985; Pončová, 2013; Zhang et al., 2014). Pokud mají lidé pozitivní vztah k přírodě, kladně se to projeví na schopnosti rozpoznat organismy (Palmberg et al., 2015). Děti vyrůstající na venkově mají podle (Zhanga et al., 2014) lepší vztah k přírodě než děti z města. Tato studie pochází z Číny, kde velmi rychle probíhá urbanizace, takže je zde dobře viditelný kontrast mezi vesnicí a městem. Nicméně ke stejnému závěru došla (Pončová, 2013), která zkoumala praktickou znalost přírodnin (mezi

praktické znalosti patří podle autorky i určování organismů) gymnaziálních žáků v České Republice.

(Kellert, 1985) zkoušel, která zvířata žáci poznají z obrázků. Zjistil velký rozdíl mezi žáky z vesnice a žáky z velkých měst. Provedl testování ve čtyřech následujících typech sídel: velké město, malé město, předměstí a vesnice. Z výsledků je zřejmé, že se zvyšujícím se počtem obyvatel sídla, ve kterém žáci bydlí, klesá počet poznaných zvířat. Naopak (Schlegel et al., 2015) zjistili, že se velikost sídla, ve kterém měli švýcarští žáci (ve věku od 10 do 12 let) bydliště nijak neprojevila na jejich znalostech v poznávačce 18-ti druhů bezobratlých (14 druhů hmyzu a po jednom druhu hlemýždě, raka, mnohonožky a pavoukovce).

Prostředí, ve kterém žijí, ovlivňuje i studenty učitelství v době, kdy studují na vysoké škole. Studenti vyrůstající na vesnici častěji preferují venkovní výukové metody, než ti vyrůstající ve městě (Palmberg et al., 2019). Z toho lze usoudit, že ani tak nezáleží na prostředí, kde studenti zrovna pobývají, jako spíše na místě, ve kterém vyrůstali.

### 3 JAKÉ ORGANISMY SE ŽÁCI SNÁZE NAUČÍ POZNÁVAT?

Rozpoznatelnost a zapamatovatelnost organismu, jeho vzhledu a charakteristik ovlivňuje řada faktorů, ať už přímo vlastnosti organismu, jeho jména, či kontext, ve kterém se žije či se ho žák naučí určit. Faktory, které jsou zkoumány a popsány v literatuře, jsou zmíněny v následujících kapitolách.

#### 3.1 Citový vztah mezi žákem a organismem

Některé organismy, zejména živočichové, vzbuzují u žáků sympatie. Především se jedná o savce. Ne všichni savci jsou ale lidmi považováni za sympatické např. podle (Barneye et al., 2005) jsou delfini vnímáni spíše jako zábavný prvek, maskot týmu, nebo atrakce v akváriu než jako důležitá součást ekosystému, a proto jim často lidé nevědomky ubližují krmením a snahou si je pohladit. Mezi další málo oblíbené savce patří také netopýři, kterých se často lidé spíše bojí (Prokop et al., 2009). Méně vzdělaní lidé trpí fobií z netopýřů častěji než lidé s ukončeným vyšším stupněm vzdělání. Fobie často pramení z toho, že netopýři mohou roznášet různé nemoci a také tomu přispívají hororové filmy a pověry o upírech.

(Kellert, 1985) na žácích druhého, pátého, osmého a jedenáctého ročníku ve Spojených státech Amerických (n=267) ukázal, že antropomorfní živočichové (tj. podobní člověku) jsou lépe zapamatovatelní než např. bezobratlí. Podobných výsledků dosáhli také (Palmberg et al., 2015) testující studenty učitelství pro základní školy (n= 456). Z jejich výsledků je zřejmé, že živočichové jsou oblíbenější než rostliny. Mezi živočichy jsou oblíbení především savci a nejméně oblíbení obojživelníci a plazi. U rostlin jsou zase oblíbeny především vyšší rostliny, naopak řasy, mechorosty a lišejníky byly nejméně oblíbené ze všech organismů. Tím, že jsou rostliny méně oblíbené, popř. oceňované než živočichové, respektive že jsou přehlížené, se zabývá mnoho studií (Wandersee & Schussler, 1999). Tento jev je označován jako rostlinná slepota (plant blindness). Například (Schussler & Olzak, 2008) prováděli studii zabývající se rostlinou slepotou na vysokoškolských studentech navštěvující základní kurzy psychologie a botaniky. Protože se jednalo o základní kurzy, nebyli studenti botaniky odborníci na biologii rostlin. Studenti sledovali fotky jednotlivých rostlin a živočichů a hodnotili jejich atraktivitu. Výsledky ukazují, že všem studentům připadají atraktivnější živočichové než rostliny, ženám připadají rostliny atraktivnější než mužům a snadno rozpoznatelné rostliny připadaly studentům atraktivnější než neznámé rostliny. Proto doporučují zařazovat do výuky především známé rostliny. Pozitivní citový vztah může být způsoben i vnímanou užitečností organismu. Rostliny, které byly pro žáky nějakým způsobem užitečné, například chutné nebo léčivé, byly častěji

určeny než ostatní i na pohled přitažlivější rostliny (Scharf, 1988). (Pany, 2014) zjistil, že jako nejzajímavější z užitečných rostlin byly hodnoceny léčivé rostliny, stimulační bylinné léky a koření. Ty jsou pro žáky atraktivnější než jedlé a okrasné rostliny. Proto jako jeden z možných důvodů rostlinné slepoty uvádí ten, že ve školách se často při hodinách botaniky používají jako modelové organismy právě okrasné rostliny. Autor naopak doporučuje používat jako stěžejní léčivé rostliny, které byly atraktivní pro žáky každého věku. Okrasné rostliny jsou sice na pohled atraktivní, což může vzbudit zájem u děvčat, ale většinu chlapců to příliš nezaujme. Naproti tomu léčivé rostliny a stimulační byliny jsou atraktivní pro obě pohlaví, a dokonce se u nich neprojevuje trend klesajícího zájmu s rostoucím věkem. Proto by žákům výuku zatraktivnilo, kdyby učitelé přibližovali žákům učivo na rostlinách jako šalvěj, tabák nebo rulík zlomocný místo na tulipánu a lilii.

Podle (Prokopa & Kubiátka, 2008) mají žáci (10-15 let) na Likertově škále pozitivnější vztah ke kořisti (králík) než k predátoru (vlk). Neoblíbenost vlka oproti králíkovi byla nejvýraznější u žáků mezi 10 a 11 rokem, u nejstarších žáků, byly rozdíly zanedbatelné. Autoři se domnívají, že to může být znakem vyspělejšího ekologického myšlení, nebo se může jednat o ztrátu zájmu o zvířata obecně. Další studie v rámci výše zmíněného programu „Příroda na cestě do školy“ ukazuje, že chlapci preferují divoká a nebezpečná zvířata, naproti tomu dívky mají rády hezká a roztomilá zvířata, také častěji preferují květiny. Dotazníky vyplňovali i žáci, kteří se programu neúčastnili (kontrolní skupina), celkem byli respondenti z 248 tříd. Zároveň autorka Lindemann-Matthies zjišťovala, jak se k programu postavili jednotliví vyučující a kolik času mu věnovali. Kromě organismů švýcarské krajiny, na které byl program zaměřen, dotazník obsahoval i otázku na oblíbenou skupinu organismů vyskytující se kdekoli na planetě. Na tuto otázku odpovědělo pouze 17 % dotazovaných, více než třetina z nich uvedla exotická zvířata jako lev, delfín nebo tygr. Druhou nejoblíbenější skupinou se stala místní divoká zvěř jako např. veverka, orel nebo mravenec (Lindemann-Matthies, 2005).

I negativní citový vztah může přispět k zapamatování si organismu. Bylo zjištěno, že žáci si lépe zapamatují rostliny, které jim působí bolest než na pohled přitažlivou rostlinu. Krásným příkladem je kopřiva dvoudomá, ačkoli patří mezi nejméně oblíbené rostliny, je jednou z nejlépe rozpoznatelných rostlin (Scharf, 1988). Působení negativního citového vztahu při určování organismů studovali také (Randler et al., 2005), kteří naopak zjistili, že žáci ve věku 9 – 11 let chovající zášť k oboživelníkům si je zapamatují hůře než ostatní žáci.

Obdobně (Randler et al., 2012) zkoumali, jak ovlivňuje vztah k živočichům a k biologii zapojení živých organismů do výuky. Testovali to na třech druzích živočichů a to konkrétně na myši, hlemýždi a pisivkách. Autoři zjistili, že u mnoha studentů se po absolvované výuce zvýšil zájem o biologii a že dokonce někteří žáci, kteří v testu před začátkem praktické výuky tvrdili, že se organismů štítí, po práci s nimi hodnotili výuku kladně. Žáci ve věku 11-13 let se méně štítí nebo báli myši než daných dvou bezobratlých živočichů. Zároveň ale autoři upozorňují, že při práci s živými tvory je nutné dodržovat pravidla a to především nenutit žáky dotýkat se zvířat a také nenutit je se dívat pokud je jim to nepříjemné (Randler et al., 2012).

### **3.2 Užitečnost určování organismů**

(Skarstein & Skarstein, 2020) poukazují na to, že studenti učitelství s praxí ve vzdělávání dopadli v poznávačce lépe než ti, kteří zatím žádné praxe neabsolvovali. Tento jev autoři vysvětlují tak, že studenti s praxí si více uvědomují význam a důležitost určování organismů, a proto je sami také lépe zvládají. Konkrétně to ukázali na norských studentech učitelství (n=186), kteří studovali v různých ročnících stejný bakalářský obor na stejné universitě. Každý ze studentů absolvoval dva testy, aby mohla být zjištěna případná změna v průběhu studia.

### **3.3 Mnemotechnické pomůcky**

Jako mnemotechnické pomůcky mohou sloužit slova, věty, či říkanky, která vhodně a často i vtipně kombinují název s morfologickými vlastnostmi nebo s chováním daného organismu. Díky tomu zlepšují zapamatovatelnost organismů, které jsou něčím specifické a autoři předpokládají, že mohou i zvýšit zájem o biologii. Mnemotechnické pomůcky byly zkoumány na dospělých lidech (průměrný věk 25 let) a týkaly se vnější morfologie rostlin. Autoři uznávají, že tato metoda má i své nedostatky, mezi které patří obtížnost tvorby smysluplných mnemotechnik a při větším užívání mohou splývat jednotlivé říkanky a ztrácet na účinnosti. Respondenti byli vyučováni také pomocí dichotomického klíče, a přestože si nejvíce rostlin zapamatovali díky mnemotechnice, v dotazníku zdůrazňují velký význam dichotomického klíče, který pomáhá k zapamatování taxonomických souvislostí. Autoři proto doporučují kombinaci obou metod a zdůrazňují kvality mnemotechnických pomůcek (Stagg & Donkin, 2016). Efektivitu určování organismů, konkrétně ryb, pomocí mnemotechnických pomůcek potvrdili také (Carney & Levin, 2003) na souboru vysokoškolských studentů psychologie (n=59). Polovina studentů se učila pomocí mnemotechnických pomůcek a zbylí se učili metodou, kterou si sami zvolili, protože se domnívali, že je pro ně nejvhodnější. Skupina připravující se pomocí mnemotechnických pomůcek používala předem připravené materiály

(komentáře k obrázkům ryb a obrázky s mnemotechnickými pomůckami), oproti tomu studenti z kontrolní skupiny obdrželi obrázky ryb s názvy a fylogenetický strom. Kromě určení ryb bylo testováno i správné zařazení do vyšších taxonomických skupin. V obou případech lépe dopadla skupina používající mnemotechnické pomůcky.

### **3.3.1 Příhodné druhové jméno**

Některá druhová jména popisují vzhled (žluna zelená – má žlutozelenou barvu), chování (lenochod – pohybuje se líně) organismů, či asociace, které organismy vyvolávají (babočka admirál – má na křídlech pruhy v barvách admirálské uniformy). Taková druhová jména mohou sama o sobě být mnemotechnickými pomůckami. (Randlerem & Metzem, 2005) bylo ukázáno, že při poznávačce si studenti (n=100) snáze zapamatovali jména popisující vzhled a asociaci, než nic neříkající jména organismů. Jména poukazující na chování nebyla ve studii použita, protože poznávačka byla tvořena fotografiemi, kde nebylo možné chování věrně zachytit. Nejčastěji správně určené organismy byly ty, jejichž jména vyjadřovala asociace. To znamená, že během výuky určování organismů by měly být jejich názvy vysvětleny, aby se usnadnilo učení a porozumění (Randler & Metz, 2005).

## **4 VÝUKA A UČENÍ SE POZNÁVÁNÍ ORGANISMŮ**

### **4.1 Množství určených organismů**

Pokud se po žácích chce, aby se naučili určit větší množství organismů, je velmi pravděpodobné, že si je nedokážou zapamatovat všechny, nebo si zapamatují pouze rodová jména, ale už ne ta druhová. Proto je podle (Randlera & Bognera, 2006) lepší, když si žáci správně zapamatují přibližně 6 druhů organismů z každé probírané skupiny a naučí se pracovat s určovacím klíčem, než aby se probrali velkým množstvím organismů, které si pravděpodobně nezapamatují správně.

Dále tato kapitola představí metody a formy výuky, které jsou při výuce rozpoznávání organismů často používané. Obecné argumenty pro zapojení živých organismů do výuky viz kap. 3.1.

### **4.2 Shrnutí výukových metod**

(Palmberg et al., 2019) seřadili 9 výukových metod, z nichž každá měla venkovní a vnitřní alternativu, podle preferencí studentů učitelství z vybraných severských států (Norsko, Finsko, Švédsko). Studenti měli vybrat tři výukové metody, které jsou podle nich nejvhodnější pro výuku určování organismů. Všechny metody i s výsledky hodnocení jsou zaznamenány v Tabulce 1. Zároveň byli respondenti zkoušeni z poznávačky. Nejlepší výsledky v poznávačce měli studenti uvádějící současně zážitkové učení v přírodě (nejoblíbenější metoda) a práci na venkovním projektu (druhá nejoblíbenější metoda). Zvolení pouze nejčastěji uváděné metody (zážitkového učení v přírodě) nemělo na výsledky z poznávačky vliv. Zároveň druhou nejoblíbenější metodu (práce na venkovním projektu) volili studenti s nejlepšími výsledky z poznávačky. Obecně platilo, že oblíbenější byly venkovní metody oproti metodám probíhajícím v učebnách.

Tabulka 1. Výukové metod podle (Palmberga et al., 2019)

Metoda	% hlasů pro venkovní alternativu	% hlasů pro vnitřní alternativu
zážitkové učení	64,7	28,9
práce na projektu	29,9	12,3
výuka řízená učitelem	26,0	19,1
kooperativní učení	13,7	11,8
experimentální učení	12,3	10,3
skupinové bádání	11,3	9,3
ostatní	7,4	4,9
tradiční skupinová práce	6,4	9,8
problémové učení	5,4	1,5

mezi „ostatní“ metody patřilo: učení pomocí různých zdrojů informací, nezávislé učení, pozorování a kreslení, fotografování, sběr rostlinných druhů pro herbář, učení prostřednictvím her

Obdobným způsobem byly hodnoceny výukové materiály pro učení se určování organismů. Nejčastěji uváděným studijním materiálem byly živé organismy prezentované v přírodě. Často uváděným výukovým materiálem byla média. Z nich byl nejčastěji uváděn internet, bohužel bez dalšího upřesnění. (Palmberg et al., 2019) uvádějí, že na internetu existuje mnoho webových stránek, které lze použít při identifikaci organismu, zároveň ale odkazují na (Randlera, 2010), který ve své studii tvrdí, že lidé často mají představu, že na internetu naleznou odpověď na všechno, a jejich znalosti to neovlivní. Proto (Palmberg et al., 2019) nevnímají internet jako relevantní výukový materiál. Z odpovědí totiž nelze určit, zda studenti mysleli webové stránky zaměřené na určování organismů, nebo předpokládají, že s použitím internetu obecně by organismus určili. Studenti považující internet za nejlepší zdroj informací dosahovali v poznávačce různých výsledků, proto nebylo možné z testu vyvodit závěry týkající se vztahu internetu jako zdroje informací pro určování organismů a výsledků vlastního určování.

### 4.3 Využití přírodnin a modelů

Pro výuku určování organismů, lze využít různé pomůcky, jako například dermoplastické preparáty nebo modely. Tyto pomůcky se nejčastěji využívají v případě živočichů, protože nejsou na rozdíl od rostlin snadno pozorovatelní v přírodě.

Využití dermoplastických modelů ptáků při výuce zkoumal (Randler, 2002). Žáky rozdělil do tří různých skupin podle vzdělání (5. a 6. třída základní školy a třída osmiletého gymnázia odpovídající 6. třídě základní školy) a každou skupinu rozdělil na poloviny. Jedna absolvovala skupinovou výuku s dermoplastickými modely a druhá výuku s využitím fotografií, v obou případech šlo o výuku řízenou učitelem. Po ukončení výuky se zlepšila schopnost určit

organismus u obou skupin stejně, ale žáci používající preparáty dopadli lépe v poznávačce provedené po šesti týdnech. Žáci si získané informace déle zapamatovali po skupinové výuce s dermoplastickými modely než z výuky vedené učitelem za použití obrázků/fotografií. Ačkoliv výsledky skupinové práce s vycpanými zvířaty dosahují přinejmenším stejně dobrých výsledků jako výuka řízená učitelem, podle (Palmberga et al., 2019), studenti učitelství preferují výuku řízenou učitelem nad skupinovou práci žáků a to jak v přírodě, tak i ve třídě.

#### **4.4 Začlenění informačních technologií do výuky**

S technologickým pokrokem je možné do výuky začlenit i netradiční možnosti určování organismů. Studie popisují použití internetu obecně, nebo využití specializovaných aplikací jako iNaturalist nebo PlantNet, které porovnávají fotografie neznámého organismu s databází fotografií a následně daný organismus taxonomicky zařadí.

Na žácích ve věku 10–12 let bylo zjištěno, že vztah k botanice se zlepšil (testováno pomocí dotazníku využívajícího Likertovy škály) po používání mobilního zařízení s internetem v rámci exkurze. Žáci fotografovali rostliny v terénu a sami si vyhledávali názvy a další fakta o daných druzích (Çil, 2016). Použití internetu jako možného zdroje informací zkoumal také výše zmíněný (Randler, 2010). Testování proběhlo na respondentech náhodně oslovených na ulici a v parku. Ti, kteří odpověděli, že pro určení neznámého druhu zvířete použijí určovací klíč, vykazovali větší znalost druhů než ti, kteří by použili internet. Respondenti, kteří by k určení organismu použili internet, dosahovali stejných výsledku v poznávačce jako ti, kteří uvedli, že by žádný zdroj pro identifikaci nepoužili. Na tuto problematiku naráží i (Palmberg et al., 2019), viz kap 4.1 str. 9. Předpoklad, že s pomocí internetu dohledají jakékoliv informace, spolu se slabými schopnostmi rozpoznat organismus a nízkými znalostmi lokální flóry a fauny učitelům může podle autorů bránit v tom brát žáky na výlety a exkurze do přírody.

(Unger et al., 2020) porovnávali určovací aplikaci iNaturalist s běžnými určovacími klíči za pomoci studentů (n=82), kteří určovali vodní a suchozemské organismy v jejich přirozeném prostředí. Výsledky ukazují, že pokud je kvalita fotografie vysoká, aplikace dokáže správně určit organismus až do druhu. Pomocí určovacích klíčů studenti určovali organismus do rodu, protože dále klíč nepokračoval. Pokud byla kvalita fotografie nižší, bylo nutné fotografování opakovat, nebo se studenti museli smířit klasifikací organismu pouze do vyšších taxonů. Správnost určování pomocí aplikace se lišila podle stanoviště organismu. Aplikace hůře určovala vodní organismy (82 % správně), naopak nejlépe určila stromy podle listů (97 % správně). Tyto výsledky ukazují, že snadněji fotografovateľné organismy aplikace dokáže lépe

určit. Studenti uváděli, že by raději pracovali s aplikací než s klíčem. Autoři tvrdí, že používat k určování pouze aplikaci může u studentů vést k přehlížení morfologické stavby organismu. Další možností je použít technologie jako určovací klíče, a to jako mobilní aplikaci (Knighta & Daviese, 2016), nebo jako počítačový program (Ohkawy, 2000). Tato problematika je rozebrána v kapitole určovací klíče.

## **4.5 Výlety a exkurze**

Exkurze a výlety zaměřené na vzdělání považuje mnoho vědců za vhodný nástroj pro výuku určování druhů živočichů a rostlin. (Pfeiffer et al., 2011) testovali různá uspořádání exkurze a zaznamenali zlepšení schopnosti určit organismy u všech žáků po návštěvě akvária. Jak těch, kteří před exkurzí absolvovali výuku s dichotomickým klíčem a trvalými preparáty, tak i skupiny vyučované před exkurzí prostřednictvím videí a prezentací. Ke stejnému závěru došel i (Ohkawa, 2000), který na exkurzi navíc používal nově vyvinuté materiály, které jsou rozebrány níže v kapitole o určovacích klíčích. Potvrzení užitečnosti exkurzí přináší i práce (Knighta & Daviese, 2016), kteří pozorovali zlepšení znalostí u všech žáků, kteří se zúčastnili návštěvy přírodovědného muzea, ať už se jednalo o skupinu pracující samostatně s mobilním určovacím klíčem, nebo o skupinu vedenou učitelem.

## **4.6 Výroba herbářů**

Další použitelnou metodou je výroba herbářů. Herbář nemusí obsahovat pouze vyšší rostliny, ale je možné jej použít i pro lišejníky a houby. Tvorba herbáře je časově náročná, a proto ji nelze vždy využít. (Çil, 2016) navrhuje tvorbu herbáře zakomponovat do botanických výletů, ze kterých pak zůstane dobrý učební materiál. Výsledkem této studie je i zjištění, že spojení chemie a umění (výroba herbářů) s botanikou zlepšuje vztah žáků ve věku 10–15 let k botanice.

## **4.7 Určovací metody**

### **4.7.1 Pomocí určovacího klíče**

Určovací klíč je vhodný nástroj pro určování organismů (Randler & Zehender, 2006), konkrétně dichotomické (viz dále) určovací klíče rostlin aktivizují žáky a proto jsou vhodné pro konstruktivistickou výuku (Anđić et al., 2020). a je důležitější, aby žáci uměli používat určovací klíč, pomocí kterého se organismy se tradičně určují, než aby se snažili zapamatovat velké množství organismů (Randlera & Bognera, 2006). Z určovacích klíčů je nejpoužívanější dichotomický, u kterého se vždy volí mezi dvěma možnostmi (znaky, popř. jejich

nepřítomnost), dokud není identifikován daný druh. Pro použití těchto klíčů jsou tedy nutné předchozí morfologické znalosti, která si žáci při práci s určovacím klíčem zopakují a prohloubí (Anđić et al., 2020). Tento je nevhodný, pokud vzorku chybí nějaké znaky, které jsou pro určení rozhodující (Kanai, 1962). Synoptický klíč naproti tomu porovnává celou řadu znaků, takže pokud nějaký znak chybí, neznamená to zásadní problém. Velkou nevýhodou je podle (Kanaie, 1978a) objem dat, který musí synoptický klíč obsahovat pro úspěšné určení. Problém se snaží řešit (Ohkawa, 2000), který pro svůj klíč omezil počet určitelných rostlin pouze na rostliny vyskytující se v Japonsku. Tento klíč nelze při výuce v České republice použít, protože se naše flóra od té japonské značně odlišuje.

Další důvodem, proč je důležité seznámit žáky s určovacím klíčem je podle (Anđićeho et al., 2020) ten, že klíč mohou žáci používat i sami mimo školu. Díky tomu lze říct, že určovací klíče můžou zvyšovat zájem o biologii, nebo třeba omezit rostlinou slepotu.

Určovací klíče nemusí být pouze v podobě knih nebo tabulek, ale může se jednat o mobilní aplikaci (Anđićeho et al., 2020; Knighta & Daviese, 2016), nebo počítačový program (Anđićeho et al., 2019; Ohkawy, 2000). V tomto případě autoři zaznamenali větší zájem žáků o učivo (Knight & Davies, 2016), i lepší znalost učiva (Anđić et al., 2019). Dále jsou podrobněji popsány obě studie. Mobilní dichotomický klíč Knighta & Daviese byl vyvinutý jako výukový materiál do muzea. Aplikace funguje na principu dichotomického klíče (žáci volí, mezi dvěma možnostmi, dokud se nedozví výsledek). Mobilní klíč byl sestaven tak, aby se žáci při určování museli zaměřit na různé části těla ptáků. Dále obsahoval různé zajímavosti o určovaných druzích. Stejně jako klasický dichotomický klíč i aplikace podporuje samostatnou práci žáků a pozorovací schopnosti. V tomto klíči se také vyskytovalo mnoho odborných termínů, které v něm byly hned vysvětleny, učitel z kontrolní skupiny při výuce v rámci výzkumu používal stejné termíny. Studie porovnává rozdíly mezi výukou řízenou učitelem a samostatnou prací s určovacím klíčem v prostředí muzea. Práce v kontrolní skupině probíhala tak, že učitel měl u sebe papírový určovací klíč, obsahující stejné otázky jako ten mobilní, a komunikací s žáky se společně dobrali ke správnému výsledku. (Knight & Davies, 2016) ukázali, že žáci používající mobilní aplikaci jeví větší zájem o učivo než kontrolní skupina s běžným papírovým klíčem doplněným o výklad učitele. Autoři toto zjištění odůvodňují tím, že práce s jejich mobilním klíčem se snadno přizpůsobuje rychlosti jednotlivých žáků, a proto jim přijde zábavnější než práce s učitelem, který se nemůže přizpůsobit všem. Co se týče získaných vědomostí, obě skupiny si vedly v závěrečném testu srovnatelně. Protože testovaný dichotomický klíč byl speciálně vyvinut pro přírodovědné muzeum v Utahu pro určování vystaveného ptactva, nelze

jej používat při běžné výuce. Práce (Anđićeho et al., 2019) porovnává rozdíly mezi tradiční výukou (převládala frontální výuka), tištěným dichotomickým klíčem a digitálním dichotomickým klíčem při výuce systematické botaniky. Testováni byli 12-13 let staří černohorští žáci základní školy (n=180). Test se neskládal pouze z určování rostlin, ale obsahoval i otázky z anatomie a morfologie rostlin všech kategorií Bloomovy taxonomie. Nejlepších výsledků dosáhli žáci pracující s digitálním klíčem, oproti tomu nejhůře dopadli žáci, kteří absolvovali tradiční výuku. Největší rozdíly byly u otázek vyššího řádu Bloomovy taxonomie (aplikace, analýza, syntéza). Z toho vyplývá, že žáci používající digitální klíč lépe pochopili probíranou látku. Autoři se domnívají, že tyto výsledky jsou způsobené tím, že digitální klíč obsahuje nejen text a obrázky jako tištěný klíč, ale jsou v něm navíc i animace a zvuk, které pomáhají lepšímu a celistvějšímu porozumění problematice. Obdobou digitálního klíče je mobilní určovací klíč (Anđićeho et al., 2020), jehož výsledky při porovnání s tištěným dichotomickým klíčem byly obdobné jako u digitálního dichotomického klíče. Jeho výhodou oproti digitálnímu klíči, je možnost snadného nahrání do mobilního zařízení a použití v terénu.

Žáci 6. třídy se zlepšili v poznávačce po použití určovacích klíčů a tyto znalosti si udrželi i do post-testu, psaném po čtyřech týdnech od použití klíče (Randler & Zehender, 2006). Autoři se také zabývali využitím atlasů, které mají oproti klíčům výhodu, že je v nich organismus vyobrazen a také, že si v nich žák může ihned přečíst charakteristiku daného organismu. Aby žák našel správný organismus v atlasu, musí prolistovat velké množství stránek a hledá více méně náhodně v závislosti na uspořádání organismů v atlasu. Žáci používající atlasy vykazovali stejné zlepšení v poznávačce jako žáci používající určovací klíče.

(Pfeiffer et al., 2011) porovnávali rozdíly mezi výukou určování organismů pomocí dichotomického klíče a pomocí videí, animací a fotografií. Žáci používající dichotomický klíč následně určili méně organismů než skupina žáků využívající videa. Po dokončení výuky žáci absolvovali exkurzi v akváriu, po které byly znalosti obou skupin stejné. Autoři z těchto výsledků usuzují, že žáci pracující s dichotomickým klíčem zvládli lépe využít předchozí znalosti získané z používání dichotomických klíčů, které se sice neprojevíly při prvním testu, ale pomohly dohnat ztrátu. Oproti tomu předpoklad, že žáci využívající videa před exkurzi ještě více prohloubí propast mezi skupinami, byl mylný. Z toho autoři usuzují, že používání určovacích klíčů má ve výuce své místo (především v kombinaci s výlety a exkurzemi) a není vhodné ho zcela nahradit jinými metodami.

Určovací klíče mohou mít také obrázkovou podobu. (Randler, 2008) vytvořil obrázkový dichotomický klíč založený na různých pobytových stopách zanechávaných organismy v přírodě. Klíč obsahoval soví pelety, peří, stopy, hálky na různých stromech, nebo také cestičky tvořené hmyzem pod kůrou. Žáci používající tento klíč měli srovnatelné výsledky poznávání pobytových stop s žáky používajícími klíč založený na textu. Výsledky studie zároveň ukazují, že žáky více bavila práce s obrázkovým klíčem.

#### **4.7.2 Určování podle zvuku**

Tato metoda lze uplatnit pouze u živočichů se specifickým zvukovým projevem.

Nejvýraznější zvuky vydávají ptáci, kterými se zabývali (Prokop & Rodák, 2009). Poukazují na fakt, že žáci základních škol na Slovensku znali různé melodie vydávané ptáky, ale nedokázali určit, který pták melodii vydává.

## 5 DISKUZE A ZÁVĚR

Rešerší výše uvedených prací jsem zjistil, že i když se na řadě zjištění doporučení výzkumníci shodnou, najdou se i odporující si studie. Tyto neshody jsou diskutovány níže spolu s mým názorem na tuto problematiku.

Například (Prokop & Kubiátko, 2008) tvrdí, že žáci cítí větší sympatie ke kořisti než k predátorovi. Zavádějící tu může být, že práce porovnávala vlka a králíka. Vlk je mezi dětmi často nepopulární, myslím, že i kvůli častým záporným rolím v pohádkách (O červené karkulce, O třech prasátkách, O kůzlátkách). Naopak králík se v pohádkách příliš nevyskytuje, a pokud ano tak hraje především kladné role (Bob a Bobek). Zároveň podle (Lindemann-Matthiesové, 2005) jsou nejoblíbenější exotická zvířata jako lev, delfín a tygr, tedy predátoři. Z toho lze usoudit, že ne každý predátor je méně oblíbený než kořist. Proto by podle mě stálo za pokus zopakovat experiment s jinými zvířaty např. se lvem a antilopou nebo tygrem a jelenem.

Další překvapivý výsledek jsem našel v práci zkoumající zapamatovatelnost organismů díky příhodným jménům (Randlera & Metze, 2005). Zdá se být nasnadě, že bude nejsnazší určit organismus nazvaný podle jeho vzhledu, protože jeho popis je již v názvu. Autoři ale zjistili, že ještě více než jména popisující vzhled si studenti zapamatovali jména vyjadřující nějakou asociaci např. sýkora uhelníček (má černý obličej jako uhlí). Myslím si, že tento výsledek může být způsoben velkým výskytem jmen popisující vzhled, zatím co jména popisující asociace vystupují z řady.

Na tom, že mezi hlavní faktory ovlivňující výuku patří i učitel, se shodnou všichni odborníci. O míře zásahu učitele do hodiny se už to samé říct nedá. (Palmberg et al., 2019) tvrdí, že žáci se naučí lépe určovat organismy při venkovní projektové výuce než při výletu řízeném učitelem. Oproti tomu (Randler, 2002) dokládá stejný okamžitý nárůst vědomostí jak u žáků pracujících ve skupinách tak u žáků pracujících společně s učitelem, ovšem poukazuje na fakt, že žáci spolupracující ve skupinách si informace zapamatovali na delší dobu. (Pfeiffer et al., 2011) ukazují, že výuka řízená učitelem, při níž byly používány pouze videa a obrázky vedla k lepším výsledkům v určování než práce s určovacím klíčem.

Aktuální didaktickým trendem je snaha o omezení tradiční výuky řízené učitelem a co největší aktivní zapojení žáků do výuky. Výsledky výzkumů ale naznačují, že tradiční výuka není nutně horší cestou. Samozřejmě výsledky výše uváděných studií mohou být ovlivněny mnoha faktory např. (Palmberg et al., 2019) vychází z názorů studentů učitelství a jejich výsledků

z poznávačky. Studenti učitelství mohou více reagovat na didaktické trendy, zvláště ti s lepšími studijními výsledky, tudíž se nemusí jednat o jejich vlastní zkušenost ale o převzatý názor. U obou studií podporujících výuku řízenou učitelem (Pfeiffer et al., 2011; Randler, 2002) byli nejspíš zapojeni výborní učitelé, jejichž žáci mají obecně dobré studijní výsledky.

Přese všechny nesrovnalosti se studie shodují na tom, že je dobré v rozumné míře při výuce poznávání organismů používat jak tradiční výuku řízenou učitelem, tak i skupinovou práci, projektovou výuku a jiné aktivizující metody a formy výuky.

## 6 SEZNAM LITERATURE

- Anđić, B., Cvjetičanin, S., Maričić, M., & Stešević, D. (2019). The contribution of dichotomous keys to the quality of biological-botanical knowledge of eighth grade students. *Journal of Biological Education*, 53(3), 310–326. <https://doi.org/10.1080/00219266.2018.1469540>
- Anđić, B., Cvjetičanin, S., Lavicza, Z., Maričić, M., Novović, T., & Stešević, D. (2020). Mobile and printed dichotomous keys in constructivist learning of biology in primary school. *Research in Science & Technological Education*, 0(0), 1–28. <https://doi.org/10.1080/02635143.2020.1763290>
- Ballouard, J.-M., Brischoux, F., & Bonnet, X. (2011). Children Prioritize Virtual Exotic Biodiversity over Local Biodiversity. *PLOS ONE*, 6(8), e23152. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0023152>
- Barney, E. C., Mintzes, J. J., & Yen, C.-F. (2005). Assessing Knowledge, Attitudes, and Behavior Toward Charismatic Megafauna: The Case of Dolphins. *The Journal of Environmental Education*, 36(2), 41–55. <https://doi.org/10.3200/JOEE.36.2.41-55>
- Carney, R. N., & Levin, J. R. (2003). Promoting higher-order learning benefits by building lower-order mnemonic connections. *Applied Cognitive Psychology*, 17(5), 563–575. <https://doi.org/10.1002/acp.889>
- Çil, E. (2016). Instructional Integration of Disciplines for Promoting Children's Positive Attitudes Towards Plants. *Journal of Biological Education*, 50(4), 366–383. <https://doi.org/10.1080/00219266.2015.1117512>
- Fančovičová, J., & Prokop, P. (2011). Children's Ability to Recognise Toxic and Non-Toxic Fruits. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 7(2), 115–120. <https://doi.org/10.12973/ejmste/75186>

- Kanai, H. (1962). Technical Problems on the Progress of Plant Taxonomy. *Acta Phytotaxonomica et Geobotanica*, 20(1), 20–23.  
<https://doi.org/10.18942/bunruichiri.KJ00002992729> citováno z Ohkawa, C. (2000). Development of teaching materials for field identification of plants & analysis of their effectiveness science education. *American Biology Teacher*, 62(2), 113–123.  
[https://doi.org/10.1662/0002-7685\(2000\)062\[0113:DOTMFF\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1662/0002-7685(2000)062[0113:DOTMFF]2.0.CO;2)
- Kanai, H. (1978a). An approach to a logical identification of Japanese plants 1. Identification chart of Japanese species of the Genus *Adenophora* (Campanulaceae). *Bulletin of National Science Museum, Tokyo, Ser. B (Bot.)*, 4(4), 155–159. citováno z Ohkawa, C. (2000). Development of teaching materials for field identification of plants & analysis of their effectiveness science education. *American Biology Teacher*, 62(2), 113–123.  
[https://doi.org/10.1662/0002-7685\(2000\)062\[0113:DOTMFF\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1662/0002-7685(2000)062[0113:DOTMFF]2.0.CO;2)
- Kellert, S. R. (1985). Attitudes Toward Animals: Age-Related Development among Children. In M. W. Fox & L. D. Mickley (Ed.), *Advances in Animal Welfare Science 1984* (s. 43–60). Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/978-94-009-4998-0\\_3](https://doi.org/10.1007/978-94-009-4998-0_3)
- Knight, K., & Davies, R. S. (2016). Using a Mobile Dichotomous Key iPad application as a scaffolding tool in a museum setting. *Interactive Learning Environments*, 24(4), 814–828. <https://doi.org/10.1080/10494820.2014.924532>
- Lindemann-Matthies, P. (2002). The Influence of an Educational Program on Children's Perception of Biodiversity. *The Journal of Environmental Education*, 33(2), 22–31.  
<https://doi.org/10.1080/00958960209600805>
- Lindemann-Matthies, P. (2005). „Loveable" mammals and „lifeless" plants: How children's interest in common local organisms can be enhanced through observation of nature.

- International Journal of Science Education*, 27(6), 655–677.  
<https://doi.org/10.1080/09500690500038116>
- Magntorn, O., & Helldén, G. (2005). Student-Teachers' Ability to Read Nature: Reflections on their own learning in ecology. *International Journal of Science Education*, 27(10), 1229–1254. <https://doi.org/10.1080/09500690500102706>
- Magro, A., Hemptinne, J.-L., & Simonneaux, L. (2001). *The teaching of ecology in the agricultural secondary curricula in France: A new didactic approach*.
- Ohkawa, C. (2000). Development of teaching materials for field identification of plants & analysis of their effectiveness science education. *American Biology Teacher*, 62(2), 113–123. [https://doi.org/10.1662/0002-7685\(2000\)062\[0113:DOTMFF\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1662/0002-7685(2000)062[0113:DOTMFF]2.0.CO;2)
- Palmberg, I., Berg, I., Jeronen, E., Karkkainen, S., Norrgard-Sillanpaa, P., Persson, C., Vilkonis, R., & Yli-Panula, E. (2015). Nordic-Baltic Student Teachers' Identification of and Interest in Plant and Animal Species: The Importance of Species Identification and Biodiversity for Sustainable Development. *Journal of Science Teacher Education*, 26(6), 549–571. <https://doi.org/10.1007/s10972-015-9438-z>
- Palmberg, I., Kärkkäinen, S., Jeronen, E., Yli-Panula, E., & Persson, C. (2019). Nordic Student Teachers' Views on the Most Efficient Teaching and Learning Methods for Species and Species Identification. *Sustainability*, 11(19), 5231. <https://doi.org/10.3390/su11195231>
- Pany, P. (2014). Students' interest in useful plants: A potential key to counteract plant blindness. *Plant Science Bulletin*, 60, 18–27. <https://doi.org/10.3732/psb.1300006>
- Pfeiffer, V. D., Scheiter, K., Köhl, T., & Gemballa, S. (2011). *Learning how to identify species in a situated learning scenario: Using dynamic-static visualizations to prepare students for their visit to the aquarium*. <https://doi.org/10.23668/psycharchives.724>

- Pončová, Z. (2013). *Praktické znalosti přírodnin současných studentů gymnázií* [Ostravská univerzita, Přírodovědecká fakulta]. <https://theses.cz/id/fcs3vf/>
- Poupová, J., Janštová, V., Kuba, R., & Mourek, J. (2019). A Comparative Analysis of the Biological Parts of the National Curricula in Lower Secondary Education in the Czech Republic and Selected Post-Communist Countries. *Scientia in Education*, *10*(3), 94–124. <https://doi.org/10.14712/18047106.1294>
- Prokop, P., Fančovičová, J., & Kubiátko, M. (2009). Vampires Are Still Alive: Slovakian Students' Attitudes toward Bats. *Anthrozoös*, *22*(1), 19–30. <https://doi.org/10.2752/175303708X390446>
- Prokop, P., & Kubiátko, M. (2008). *Bad wolf kills lovable rabbits: Childrens attitudes toward predator and prey*. *12*(1). <https://www.med.muni.cz/en/science-and-research/publikacni-cinnost/778360>
- Prokop, P., & Rodák, R. (2009). Ability of Slovakian Pupils to Identify Birds. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *5*(2), 127–133. <https://doi.org/10.12973/ejmste/75264>
- Randler, C. (2002). Comparing methods of instruction using bird species identification skills as indicators. *Journal of Biological Education*, *36*(4), 181–188. <https://doi.org/10.1080/00219266.2002.9655830>
- Randler, C. (2008). Teaching Species Identification – A Prerequisite for Learning Biodiversity and Understanding Ecology. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *4*(3), 223–231. <https://doi.org/10.12973/ejmste/75344>
- Randler, C. (2010). Animal Related Activities as Determinants of Species Knowledge. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *6*(4), 237–243. <https://doi.org/10.12973/ejmste/75244>

- Randler, C., & Bogner, F. X. (2006). Cognitive achievements in identification skills. *Journal of Biological Education*, 40(4), 161–165.  
<https://doi.org/10.1080/00219266.2006.9656038>
- Randler, C., Hummel, E., & Prokop, P. (2012). Practical Work at School Reduces Disgust and Fear of Unpopular Animals. *Society & Animals*, 20(1), 61–74.  
<https://doi.org/10.1163/156853012X614369>
- Randler, C., Ilg, A., & Kern, J. (2005). Cognitive and Emotional Evaluation of an Amphibian Conservation Program for Elementary School Students. *The Journal of Environmental Education*, 37(1), 43–52. <https://doi.org/10.3200/JOEE.37.1.43-52>
- Randler, C., & Zehender, I. (2006). Effectiveness of Reptile Species Identification—A Comparison of Dichotomous Key with an Identification Book. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 2(3), 55–65.  
<https://doi.org/10.12973/ejmste/75464>
- Randler, & Metz. (2005). Zusammenhänge zwischen Artenkenntnis und Artnamen. *Praxis der Naturwissenschaften - Biologie in der Schule*, 54(6), 41–42.
- Scharf, G. (1988). Kenntnis häufiger Pflanzen des Straßenrandes und Vorstellungen über Pflanzen bei 9–12 jährigen Schülern und bei jungen Erwachsenen (Lehramtstudenten und Schülern einer Fachakademie für Sozialpädagogik) [Knowledge of common roadside plants and ideas about plants of 9–12 year old students and young adults (students of a teachers' training college and students of an academy of social work)]. *Sachunterricht und Mathematik in der Primarstufe*, 16(9), 196–204.
- Schlegel, J., Breuer, G., & Rupf, R. (2015). Local Insects as Flagship Species to Promote Nature Conservation? A Survey among Primary School Children on Their Attitudes toward Invertebrates. *Anthrozoös*, 28(2), 229–245.  
<https://doi.org/10.1080/08927936.2015.11435399>

- Schussler, E. E., & Olzak, L. A. (2008). It's not easy being green: Student recall of plant and animal images. *Journal of Biological Education*, 42(3), 112–119. <https://doi.org/10.1080/00219266.2008.9656123>
- Skarstein, T. H., & Skarstein, F. (2020). Curious children and knowledgeable adults – early childhood student-teachers' species identification skills and their views on the importance of species knowledge. *International Journal of Science Education*, 42(2), 310–328. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1710782>
- Stagg, B. C., & Donkin, M. E. (2016). Mnemonics are an Effective Tool for Adult Beginners Learning Plant Identification. *Journal of Biological Education*, 50(1), 24–40. <https://doi.org/10.1080/00219266.2014.1000360>
- Unger, S., Rollins, M., Tietz, A., & Dumais, H. (2020). INaturalist as an engaging tool for identifying organisms in outdoor activities. *Journal of Biological Education*, 0(0), 1–11. <https://doi.org/10.1080/00219266.2020.1739114>
- Wandersee, J. H., & Schussler, E. E. (1999). Preventing Plant Blindness. *The American Biology Teacher*, 61(2), 82–86. <https://doi.org/10.2307/4450624>
- Zhang, W., Goodale, E., & Chen, J. (2014). How contact with nature affects children's biophilia, biophobia and conservation attitude in China. *Biological Conservation*, 177, 109–116. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2014.06.011>