

**Univerzita Palackého v Olomouci**  
**Pedagogická fakulta**  
**Katedra Biologie**

**Bakalářská práce**  
Tereza Hánová

Tvorba učebních úloh zaměřených na interdisciplinární vztahy  
mezi obory přírodopis a chemie

Olomouc 2022

vedoucí práce: RNDr. Olga Ševčíková, Ph.D.

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci vypracovala samostatně na základě uvedených zdrojů a pramenů v seznamu literatury.

V Olomouci dne.....

.....

Tereza Hánová

## **Poděkování**

Tímto bych chtěla poděkovat své vedoucí práce paní RNDr. Olze Ševčíkové, Ph.D. za vstřícný přístup, odborné vedení, pomoc a čas, který mi věnovala při tvorbě mé bakalářské práce. Dále bych chtěla poděkovat své rodině a přátelům, kteří mi byli při tvorbě práce oporou.

## Anotace

|                   |                             |
|-------------------|-----------------------------|
| Jméno a příjmení: | Tereza Hánová               |
| Katedra:          | Katedra Biologie            |
| Vedoucí práce:    | RNDr. Olga Ševčíková, Ph.D. |
| Rok obhajoby:     | 2022                        |

|                            |  |
|----------------------------|--|
| Název práce:               | Tvorba učebních úloh zaměřených na interdisciplinární vztahy mezi obory přírodopis a chemie  |
| Název v angličtině:        | Creation of learning tasks focused on interdisciplinary relations between biology and chemistry  |
| Anotace práce:             | Bakalářská práce se zabývá interdisciplinárními učebními úlohami, integrujících poznatky z přírodopisu a chemie v oblasti fyziologie rostlin. Teoretická část je zaměřena na definice učebních úloh, klasifikaci dle kognitivní náročnosti, zásady tvorby úloh, interdisciplinární učební úlohy a jejich význam ve výuce. V praktické části je navržen soubor učebních úloh v souladu s revidovanou Bloomovou taxonomií a metodika pro učitele.  |
| Klíčová slova:             | učební úlohy, interdisciplinární vztahy, fyziologie rostlin, chemie, přírodopis  |
| Anotace v angličtině       | Bachelor thesis is focused on interdisciplinary learning tasks, integrating knowledge from biology and chemistry in the field of plant physiology. The theoretical part of work is focused on definitions of learning tasks, classification according to cognitive skills, principles of tasks creation and interdisciplinary learning tasks and their importance in teaching. In the practical part of work is created set of learning tasks according to revised Bloom's taxonomy and methodology for teacher. |
| Klíčová slova v angličtině | learning tasks, interdisciplinary relations, plant physiology, chemistry, biology  |
| Rozsah práce:              | 55 s. (88 302 znaků)   |
| Jazyk:                     | čeština  |

# Obsah

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 1   | Úvod.....  | 6  |
| 2   | Cíle práce.....  | 7  |
| 3   | Teoretická část.....                                       | 8  |
| 3.1 | Charakteristika učebních úloh.....                         | 8  |
| 3.2 | Vlastnosti učebních úloh.....                              | 9  |
| 3.3 | Role učebních úloh ve výuce.....                           | 11 |
| 3.4 | Kritéria pro tvorbu a projektování učebních úloh.....      | 14 |
| 3.5 | Klasifikace učebních úloh v biologii.....                  | 16 |
| 3.6 | Vliv náročnosti učebních úloh na myšlení žáka.....         | 21 |
| 3.7 | Úlohy jako prostředek k hodnocení výsledků vzdělávání..... | 23 |
| 3.8 | Charakteristika a význam interdisciplinárních vztahů.....  | 25 |
| 3.9 | Interdisciplinární učební úlohy.....                       | 27 |
| 4   | Praktická část.....  | 29 |
| 4.1 | Metodika.....  | 29 |
| 4.2 | Soubor učebních úloh.....                                  | 30 |
| 5   | Závěr.....   | 48 |
| 6   | Literární seznam.....                                      | 49 |

# 1 Úvod

O úzkém propojení vztahů mezi přírodovědnými obory není pochyb. Za důkaz můžeme považovat vyvíjející se obory na pomezí dvou a více věd, jako např. biochemie, fyzikální chemie, molekulární biologie atd. Marcu (2007) považuje hledání interdisciplinárních vztahů mezi vědními obory za zdroj pokroku ve vědě a technice. Tato skutečnost je stále více diskutována také v oblasti školství a vzdělávání. Škoda & Doulík (2009) spolu s Hejnovou (2011) pohlížejí na mezipředmětové vztahy jako na klíčový prvek pro rozvoj přírodovědného vzdělávání. V současnosti je kladen důraz na žákovo učení v souvislostech a tvorbu asociací mezi znalostmi.

Jednou z možností, jak docílit konceptuální propojenosti žákova učení je právě výuka s využitím mezipředmětových vztahů. Ty se mohou promítnout jak ve výkladu učitele, tak v samotných učebních úlohách, které jsou spolu s interdisciplinárními vztahy ústředním tématem mé práce. Pozornost jim bude věnována z hlediska jejich nezastupitelné roli ve výuce. V této práci se budu zabývat obecnými poznatky o učebních úlohách, jejich funkcí ve výuce, klasifikací s ohledem na kognitivní náročnost a v neposlední řadě charakteristikou a významem interdisciplinárních vztahů. Stěžejní pro tuto práci bude samotná tvorba učebních úloh poukazujících na mezipředmětové propojení v chemii a přírodopisu v oblasti fyziologie rostlin.

Téma mé bakalářské práce shledávám obzvláště přínosné pro mou budoucí profesi pedagoga. Tvorba učebních úloh jakožto důležitých didaktických prostředků, prospěšných jak pro žáka, tak pro učitele, je součástí pracovní náplně každého pedagoga.

## 2 Cíle práce

Hlavním cílem mé bakalářské práce je tvorba souboru učebních úloh, zaměřených na interdisciplinární vztahy mezi obory přírodopis a chemie v oblasti fyziologie rostlin. Učební úlohy budou navrženy pro žáky 8.-9. stupně základní školy a jim odpovídajících ročníků nižších gymnázií. Pro naplnění hlavního cíle práce jsou dále vymezeny následující dílčí cíle:

- tvorba literární rešerše zaměřena na definice učebních úloh, klasifikaci dle kognitivní náročnosti a zásady pro tvorbu souboru učebních úloh,
- tvorba literární rešerše týkající se interdisciplinárních učebních úloh a jejich významu ve výuce,
- tvorba metodických listů pro učitele, jejichž součástí budou navržené interdisciplinární učební úlohy různých úrovní kognitivní náročnosti

## 3 Teoretická část

### 3.1 Charakteristika učebních úloh

Učební úlohy patří mezi stěžejní didaktické nástroje, které se uplatňují při řízení výukového procesu. Pro učitele představují úlohy možnost aktivního zapojení žáka do výuky, ale také možnost ověřit si úspěšnost naplnění stanovených výukových cílů. Přestože se na první pohled zdá, že je definice učební úlohy zřejmá, není tomu tak. Řada autorů se v přístupu k učební úloze liší a pohlížejí na ni z různého úhlu pohledu (Kalhous in Kalhous, Obst et al. 2009).

Existuje několik přístupů ke studiu učebních úloh, a to z pohledu didaktiků, pedagogů a psychologů. Významným autorem, který se zabýval studiem učebních úloh byl sovětský psycholog L. M. Fridman. Ve svém díle Logicko-psychologická analýza školních učebních úloh vymezil tzv. teorii učebních úloh, čímž výrazně podpořil rozvoj v didaktických vědách. Úlohu chápe jako problémovou situaci, která nastává mezi subjektem a objektem z důvodu překážky, kterou musí daný subjekt překonat (Mareš 1980, Holoušová 1986).

Tollingerová (1986) představuje v Československu první autorku, která se zabývala podobně jako Fridman teorií učebních úloh. Ve svých publikacích pohlíží na učební úlohu jako na jazykový útvar, jehož formulace podněcuje žáka k činnosti, v tomto případě k řešení úlohy. Klade důraz na kvalitu učebních úloh, jelikož jen díky tomu může dojít u žáka k navození a k rozvoji kognitivní činnosti, a zároveň k dosažení výukových cílů.

Holoušová (1983 in Kalhous, Obst et al. 2009, str. 329) definovala učební úlohu v nejobecnější rovině jako „širokou škálu všech učebních zadání, a to od nejjednodušších úkolů, vyžadujících pouhou pamětní reprodukci poznatků, až po složité úkoly, vyžadující tvořivé myšlení“. Mimo jiné klade důraz na systematické uspořádání učebních úloh do souborů, které se vztahují k určitému zvolenému výukovému cíli. Soubory učebních úloh by se podle Holoušové měly uplatňovat ve všech fázích výuky a na závěr by měly ověřit naplnění daného cíle.

Podobně jako Holoušová i Nikl (1997) rozumí učební úlohou každé zadání, které má didaktický charakter, a k jehož řešení dochází skrz zapojení kognitivních a motorických dovedností žáka. Úlohy dělí podle postupu řešení na problémové a neproblémové. Pokud žák při řešení úlohy nalézá a objevuje nové možnosti postupů, jedná se o úlohu problémovou. Jestliže žák při postupu řešení využívá již své osvojené dovednosti, jedná se o úlohu neproblémovou.

Psycholog Helus et al. (1979) ve své knize Psychologie školní úspěšnosti žáka považuje za učební úlohu každou pedagogickou situaci, která je vytvořena se záměrem naplnění



stanoveného výukového cíle. Zdůrazňuje tři důležité aspekty učení, které by měla každá učební úloha naplňovat, a to aspekt obsahový, operační a motivační.

Na učební úlohu jako na pedagogickou situaci pohlíží také Švec, Šimoník & Filová (1996, str. 61), kdy definují učební úlohu jako „*každý podnět (pedagogickou situaci), který svým obsahem i operační strukturou (předpokládanými učebními operacemi žáků) směřuje k dosažení stanovených výukových cílů*“. Podobnou definici lze najít i v pedagogickém slovníku, kdy je za učební úlohu považována „*každá pedagogická situace, která se vytváří proto, aby zajistila u žáků dosažení určitého učebního cíle*“ (Průcha et al. 2003, str. 258).

Skalková jakožto pedagog, dává učební úlohu do souvislosti s problémovou výukou. Úloha vzniká v případě výskytu problémové situace, jelikož ta bývá vždy spouštěčem procesu myšlení. Klade důraz na spolupráci pedagoga s žáky při řešení úlohy. Práce pedagoga spočívá v navození problémové situace a pomoc žákům s řešením dané situace pomocí vhodně zvolených systematických postupů, díky kterým dohlíží i na úspěšné osvojení poznatků žáka (Skalková 1978, Čtrnáctová 1997).

V novodobější literatuře Mareš (2013, str. 365) definuje učební úlohu následovně: „*Učební úlohou rozumíme promyšleně připravenou práci pro žáka či skupinu žáků, která se zadává proto, aby zajistila u žáků dosažení stanoveného učebního cíle. Úloha má rozvíjet znalosti a dovednosti žáků; při jejím řešení je důležitý jak postup, tak i výsledek*“.

Učební úlohy jsou ve výuce realizovány také ve formě otázek. Švaříček (2011, str. 10) charakterizuje otázku jako „*klíčový prvek procesu učení, a to nejen ve školní třídě*“. Je však nutné rozlišit otázku s didaktickým záměrem od otázky, využívané v běžné komunikaci. Ve výukové situaci role otázky spočívá v prozkoumání znalosti a dovednosti žáka. Při každodenní komunikaci tazatel zjišťuje odpověď z vlastního zájmu.

Zahraniční autoři ve svých článcích nejčastěji používají v souvislosti s učební úlohou pojmy “learning task“ (Gouvea et al. 2013, Lukitasari & Hasan 2018) a “question“ (Allen & Tanner 2002, Eshach et al. 2013). Otázky jsou podle Doriho & Herscovitze (1999) základním vzdělávacím nástrojem ve všech vzdělávacích oborech, a zvláště pak v oblasti vědy.

### **3.2 Vlastnosti učebních úloh**

Tollingerová (1986) se ve svých studiích zabývala myšlenkou, za jakých okolností se stává sdělená informace či zpráva učební úlohou, která podněcuje žáky k jejímu řešení. Na základě této skutečnosti vymezila soubor vlastností (parametrů), které by každá učební úloha měla splňovat, aby se skutečně stala pro žáky výzvou k řešení. Jelikož sama učební úlohu definuje jako jazykový útvar, klade velký důraz na jeho formulaci. Samotná formulace by měla být

hlavním podnětem k navození žákova zájmu. Nikl (1997) doplňuje, že správně formulována učební úloha má apelační charakter a je pokládána ve formě dotazu, příkazu s pomocí tzv. akčních sloves. Při formulování úloh by se měl pedagog vyhnout pokládání řečnických otázek, jelikož tyto dotazy nevybízejí žáka k aktivnímu zapojení kognitivních operací a oslabují tak stimulační charakter úlohy.

Se stimulačním charakterem úzce souvisejí další z vlastností, které náleží správně formulované učební úloze. Tollingerová (1986) je označila jako emocionálně motivační náboj a aspirační nivó. Žákovo vnímání učební úlohy má subjektivní charakter, který přímo ovlivňuje samotné řešení učební úlohy. Nikl (1997) uvádí, že motivační náboj úloha splňuje tehdy, pokud žáka zaujme svou neobvyklou formou zadání, zajímavým nebo jemu blízkým tématem, a bude tak s vlastním zájmem pátrat po odpovědi. Jestliže pak žák v úloze nalezne motivaci k jeho lepšímu výkonu a šanci k úspěchu, úloha splňuje požadavky na vlastnost zvanou aspirační nivó. Každá učební úloha působí ve výukovém poli, v němž je zadávána a plní v něm svou roli s náležitým pedagogickým smyslem. Výukové pole lze dělit na věcné, jehož základem je obsah učiva, a na významové, čímž je myšlen obsah pedagogický. Poslední vlastností učební úlohy, je tzv. regulační potence, jejíž hlavní význam spočívá v udržování kognitivních operací, a to od samotného vzniku úlohy, až po její vyřešení (Nikl 1997).

Helus et al. (1979) společně s Maňákem & Švecem (2003) zdůrazňují pouze tři parametry učebních úloh. Stimulační parametr navozuje u žáka zájem o učební úlohu a snahu nalézt její řešení. Samotná stimulace souvisí se subjektivním a objektivním charakterem úlohy. Při navozování učební činnosti nelze opomenout dosavadní znalosti a schopnosti žáka, což představuje subjektivní charakter. Objektivní charakter pak lze obecně označit jako strukturu a obsah úlohy. Dalším zmiňovaným parametrem je regulační, který pojednává o průběhu počínání si žáka při řešení úlohy. V neposlední řadě autoři zmiňují také operační parametr, pojednávající o nutném sledu po sobě jdoucích operací, potřebných k nalezení řešení daného problému.

Mareš (2013) na rozdíl od výše zmíněných autorů bral v potaz i obsahovou stránku vyučovaného předmětu, ve kterém se úloha realizuje. Dával do souvislostí podobnost obsahů jednotlivých předmětů, mezipředmětových vztahů apod. Na základě těchto poznatků, vymezil obsahový parametr učební úlohy, který zásadně ovlivňuje a určuje její podobu. Učební úloha úzce souvisí s výukovými cíli, které mají za úkol rozvíjet schopnosti a dovednosti žáka. Nejedná se jen o nově nabyté poznatky ohledně učiva, ale také o poznatky týkající se vlastního sebevnímání. Úspěšné utváření žákova osobnostního pojetí a nabytí znalostí souvisí

s posloupností učebních úloh od těch nejjednodušších, až po ty nejsložitější. Mareš takto charakterizuje formativní parametr učební úlohy.

Hlavní myšlenku regulativního, operačního, stimulačního i motivačního parametru Mareš (2013) zachoval bez výrazných úprav. Pouze propojil stimulační a motivační parametr a vymezil tři požadavky, které nejlépe dokážou navodit žákův zájem o učební úlohu. První souvisí s žákovými dosavadními osvojenými poznatky a dovednostmi, které jsou nezbytné pro pochopení zadaného problému. Druhým požadavkem vztahující se přímo k učební úloze je začlenění neznámého prvku, který u žáků vzbuzuje touhu po odhalení. S tímto se pojí i třetí požadavek přímo na neznámý prvek, který musí být natolik zajímavý, aby v žákovi touhu k vyřešení vzbuzoval.

Žákův zájem o učební úlohu je zcela zásadní pro zahájení procesu řešení úlohy. Chapman (2002) v rámci zahraniční literatury zmiňuje pojem “learning task engagement“ v souvislosti s motivačním parametrem úlohy. Zapojení kognitivních a emocionálních operací žáka při práci s učební úlohou označuje jako angažovanost žáka do procesu řešení úlohy probíhá na třech úrovních:

- kognitivní – propojování nových poznatků se staršími, porozumění,
- behaviorální – aktivní reakce na prezentování učební úlohy, diskuse, kladení dotazů,
- afektivní – osobní postoj k učební úloze, míra zájmu.

### **3.3 Role učebních úloh ve výuce**

Již z výše zmíněných definic učebních úloh lze usoudit, že je jejich role ve výchovně-vzdělávacím procesu klíčová, a to nejen pro žáky, ale i pro jejich učitele. Prostřednictvím správně zvolených úloh dokáže pedagog posoudit míru znalostí, kterými žáci disponují před probíráním nového učiva. Učební úlohy lze použít k demonstrování nově probíraného tématu, k procvičení, zopakování učiva anásledně ke kontrole nabytých a osvojených poznatků. V rámci mezipředmětově zaměřených úloh dochází k ověření, zda žáci dokážou propojit jednotlivé informace a poznatky v různých předmětech (Skalková 2007, Mareš 2013).

Ušáková (1994) spolu s dalšími autory Slavík, Dytrtová & Fulková (2010) považují roli učebních úloh ve výchovně-vzdělávacím procesu za zcela zásadní. Učební úlohy podněcují žáka k tomu, aby se aktivně zapojil do výuky, směřují chod učení ke stanovenému výukovému cíli, udržují dynamiku vyučovací hodiny a zlepšují kvalitu vyučování. Zároveň pomáhají učiteli pomocí zpětné vazby zjistit úroveň osvojených poznatků žáka. Výzkum Lukitasariho & Hasana (2018) prokázal, že zpětná vazba je mimo jiné důležitá pro zkvalitnění dalších učebních úloh, které pedagog zadává a posiluje komunikaci mezi ním a žákem.

Čížková (2002) zdůrazňuje přesah učební úlohy z vyučovací hodiny do běžného života žáka. K rozvíjení poznatků a dovedností nemá docházet jen během vyučování, a proto je důležité naučit žáka způsoby, jak samostatně dokáže své vědomosti rozšiřovat a využívat v každodenním životě. Tuto roli ve vyučovacím procesu naplňují tzv. problémové úlohy, které jsou součástí problémové metody vyučování. V anglickém jazyce metodu problémového vyučování zmiňuje Čížková & Čtrnáctová (2003), jako „problem-based learning“. Tuto metodu chápou jako vysoce kvalitní, jelikož žáky podporuje v rozvoji jejich kreativity a logického myšlení. Žáci se tak sami podílejí na chodu vyučovací hodiny a nejsou jen pasivními příjemci informací.

Otting & Zwaal (2006) se ve své studii zaměřili na charakteristiku problémových učebních úloh a jejich vliv na učení žáka. Strukturovanost úloh by měla odpovídat formulovaným pravidlům a principům, na kterých žáci při jejím řešení stavějí. Příliš mnoho možností řešení žákovu práci komplikuje. Vhodně nastavená složitost úlohy, odpovídající možnostem žáků, má aktivizační vlastnost. Příliš náročná, a naopak jednoduchá problémová úloha má demotivující charakter. S tímto souvisí i předchozí znalosti žáka, které jsou předpokladem pro úspěšné vyřešení úlohy. S motivací a zvýšením zájmu o řešení problému pak souvisí osobní záliby žáka a propojenost úlohy s jeho možnou budoucí profesí. Specifičnost problému má zajistit nejen zapojení žáka do jeho řešení, ale také využití širších oblastí znalostí. Úlohy problémového vyučování by měly být voleny s logickou návazností tak, aby naplňovaly obsah učiva a zároveň vycházely z reálných situací.

Chupáč (2008, str. 74) uvádí, že řešení problémových učebních úloh vyžaduje strukturovaný postup činností žáka. Jen tehdy dochází k pokroku ve znalostním, dovednostním i osobnostním rozvoji žáka. Postup žáka při řešení problému je následující:

- 1) nalezení problému,
- 2) formulování hypotéz,
- 3) řešení problémových situací,
- 4) ověřování výsledků řešení.

Knecht (2014, str. 71) definuje problémovou učební úlohu jako „*úlohu, jež navozuje učební činnosti žáků mající charakter aktivního řešení problémů a problémových situací*“. Problémovou úlohu dále charakterizuje fakt, že žák při jejím řešení musí vynaložit myšlenkové úsilí, které není založeno na mechanickém memorování, jelikož mu není znám žádný postup řešení. Jeho snaha naleznout efektivní východisko pak výrazně přispívá k osvojení, propojení nových poznatků a dovedností do souvislostí a jejich aplikaci v běžném životě.

Učební úloha včetně té problémové může mít mnoho podob od cvičení, příkladu, praktické úlohy až po otázku (Knecht 2014). Otázky prostupují téměř každou vyučovací hodinou, jelikož díky nim dochází ke zprostředkování komunikace mezi žáky a učitelem. Nikl (1997, str. 50) formuluje požadavky na otázku tak, aby byla vhodným didaktickým nástrojem pedagoga při realizaci výuky. Jedná se o tyto požadavky:

- věcná správnost otázky
- jazyková správnost
- jednoznačnost, přesnost
- srozumitelnost
- přiměřenost možnostem žáka
- délka otázky
- náročnost otázky.

Roli otázek ve vyučovací hodině lze přirovnat k obecné roli učebních úloh. Nicméně Allen & Tanner (2002) ve svém výzkumu vyzdvihují i další dosud nezmíněné funkce otázek a považují je za klíčové při procesu učení. Pomocí nich dokáže pedagog odhalit nedorozumění a nedostatky týkající se např. nově probíraného učiva. Správně formulované otázky v rámci diskuse mohou ovlivnit chování a postoje žáka. Učitel je využívá jako regulační způsob komunikace mezi nim a dalšími žáky. U příliš aktivních žáků dochází pomocí otázek k jejich usměrňování, zatímco rezervovanější žáky vtáhnou do diskuse.

Švaříček (2011) stejně jako Allen & Tanner (2002) považuje didakticky směřované otázky za zcela zásadní při procesu učení a při komunikaci. Ve svém výzkumu se zabýval funkcí učitelských otázek ve výuce, z hlediska jejich kognitivní náročností. Otázky nižší kognitivní náročnosti vyžadují znovuvybavení si již známého pojmu, anebo jeho snadnou dohledatelnost. Naopak otázky vyšší kognitivní náročnosti jsou pro žáka výzvou, jelikož pojem nebyl dosud zmíněn a žák nemá ihned dostupné informační zdroje k jeho dohledání.

Pro vymezení funkce učitelských otázek ve výukové komunikaci používá Švaříček (2011) čtyři formy dotazování. První forma nazývána reprodukce slouží pouze k opakování dříve naučeného učiva a je složena především z kognitivně nižších náročných otázek. Učitel tento typ dotazování využívá především k usměrňování a k navození soustředěnosti žáků. Druhá forma dotazování je tzv. memorování. V tomto případě dochází k procvičování a osvojování si již známého učiva, a to především s využitím otázek nižší kognitivní náročnosti. Diskusi řadí jako třetí formu dotazování, jejíž funkce spočívá v rozvíjení argumentačních a komunikačních schopností žáka. Učitel si tímto způsobem ověřuje, zda žáci probíranému a debatovanému učivu

rozumí. Diskuse je často složena z kognitivně nižších i vyšších otázek. Poslední formou dotazování je tzv. produkce, která představuje nejvyšší formou učení. U žáků tímto dochází k propojování poznatků o daném tématu do jednoho celku (Švaříček 2011).

### **3.4 Kritéria pro tvorbu a projektování učebních úloh**

Tvorba učebních úloh je nedílnou součástí pracovní náplně každého učitele. Jestliže mají úlohy efektivně plnit svou roli ve výuce, je nutné, aby je učitel vytvářel v souladu s určitými pravidly. Nikl (1997) formuluje osm zásad, jak postupovat při projektování učebních úloh.

1. Stanovení učebních cílů v návaznosti na příslušné edukační materiály.
2. Počet stanovených cílů se bude rovnat počtu vytvořených učebních úloh.
3. Volba úloh zaměřených na ověření znalosti faktů.
4. Rozhodnout o náročnosti jednotlivých úloh podle zvolené taxonomie (včetně bodu 3).
5. Při projekci úloh postupovat dle vybrané taxonomie.
6. Výpočet indexu variability a stanovení didaktické hodnoty souboru.
7. Volba úloh zadaných mimo vytvořený soubor.
8. Soubor úloh kontrolovat a aktualizovat dle výsledků žáků.

Čtrnáctová (1997) ve svém příspěvku k projektování učebních úloh uvádí jako první krok při tvorbě úlohy nutnost analýzy učiva, která vychází ze stanovených cílů výuky a výběru učiva. Samotné učivo je jádrem každé učební úlohy. V následujících krocích je zvolena úroveň osvojení poznatků a seznam aktivit, které k tomuto získání znalostí povedou. Rozmanitost souboru úloh je zajištěna přítomností verbálních i neverbálních složek v zadání.

Slavík, Dytrtová & Fulková (2010) směřují svou pozornost k úlohám vyžadující tvořivou činnost. V případě projektování tvořivého typu úloh je potřeba brát v potaz specifické rysy těchto úloh a řídit se dle metodiky. Při tvorbě je potřeba respektovat dosavadní znalosti a dovednosti žáka, aby nedocházelo k potlačení rozvoje myšlenkové činnosti. Každá tvořivá úloha má začínat tzv. tematickou výzvou, poskytující žákovi rozmanité možnosti postupů, metod a konečných řešení. Úkolem učitele je vymežit zadáním vzdělávací charakter úlohy v souladu s kurikulárními dokumenty a v samotné tvorbě žáků prezentovat učivo.

Technikou kladení otázek v biologii se zabývali Janssen & de Hullu (2008), kteří sestavili tzv. „toolkit“, v překladu sadu nástrojů, pro přemýšlení nad biologickými jevy. Základ spočíval v definování dvanácti hledisek („perspectives“), které umožňují nahlížet na biologické jevy různými způsoby. Ke každé perspektivě autoři definovali klíčovou otázku a několik klíčových aktivit, vedoucích k odpovědi na otázku (viz tab. 1).

Tab. 1. Sada nástrojů pro kladení a odpovídání na otázky o biologických jevech (Janssen & de Hullu 2008, str. 22-23).<sup>1</sup>

| Hledisko      | Klíčová otázka                      | Klíčová aktivita  |
|---------------|-------------------------------------|---|
| Srovnávací    | Jak lze klasifikovat?               | Rozhodni o kritériu pro klasifikaci.<br>Proveď soupis příslušných charakteristik. |
| Kauzativní    | Co to způsobuje?                    | Vyjmenuj možné faktory příčiny.<br>Urči okolnosti, při kterých daný jev nastává.  |
| Funkční       | K čemu se používá?                  | Přemýšlej o možné funkci.<br>Urči nejjednodušší způsob naplnění funkce.           |
| Mechanická    | Jak to funguje?                     | Urči funkci.<br>Přeformuluj funkci na navržený problém.                           |
| Ekologická    | Co vyžaduje od životního prostředí? | Urči nároky organismu na prostředí.<br>Zkontroluj splnění funkcí organismů.       |
| Vývojová      | Jak se rozvíjelo?                   | Shromáždí údaje o procesu vývoje.<br>Zkontroluj přechody mezi stupněm vývoje.     |
| Evoluční      | Jak se vyvíjelo?                    | Shromáždí data o evolučních fázích.<br>Uveď hypotézu o pokroku fáze následující.  |
| Pečující      | Jak se můžeme postarat?             | Vžij se do role příjemce péče.<br>Rozhodni, co potřebuje.                         |
| Diagnostická  | Co se může pokazit/prevence?        | Vyjmenuj příznaky/obtíže.<br>Diagnostikuj nemoc podle příznaků.                   |
| Technologická | Jak lze použít?                     | Urči zamýšlenou funkci.<br>Zkontroluj požadavky na použití.                       |
| Etická        | Co smíme dělat?                     | Zvaž všechny možné volby a následky.<br>Stanov etické hodnoty a normy.            |
| Osobní        | Jaký vliv to má na mou osobu?       | Rozhodni, co považuješ za důležité.<br>Uveď své emoce.                            |

Soubor nástrojů je vhodný pro učitele z hlediska navrhování a plánování výuky. Pedagog poskytne žákům vhodné úlohy k prohloubení myšlení o biologických jevech, čímž zajistí jejich produktivní myšlení. Pro žáky představuje sada nástrojů pomůcku při pokládání dotazů učiteli a poskytne pomoc při odpovídání na otázky z různých úhlů pohledu (Janssen & de Hullu 2008).

<sup>1</sup> Přeloženo a zestručněno z originálu JANSSEN, F., de HULLU, E. 2008. A toolkit for stimulating productive thinking. *Journal of Biological Education* 43(1): 21-26.

O několik let později byl prováděn výzkum, na kterém se podílel kolektiv autorů včetně Janssena, s cílem zjistit vztah mezi pokládáním otázek vyššího řádu a použitím sady nástrojů (viz tab. 2). Výzkum byl prováděn s 15 studenty učitelství biologie, jejichž úkolem bylo vytvořit co nejvíce otázek na konkrétní téma z biologie ve vymezeném časovém úseku. Studenti nejdříve formulovali otázky bez použití sady nástrojů a poté s ní. Výsledky této studie prokázaly, že s použitím sady nástrojů studenti formulovali v určitém čase více otázek, a to včetně otázek vyššího řádu. Obecné otázky podle jednotlivých hledisek sloužily jako podpora studentům učitelství biologie při zvyšování kvality a kvantity pokládaných otázek. Zároveň stoupla i rozmanitost v generování otázek, jelikož studenti pohlíželi na biologické téma z různých perspektiv (Boer et al. 2021).

### **3.5 Klasifikace učebních úloh v biologii**

Učební úlohy jsou úzce provázány s kognitivními výukovými cíli, které se různě taxonomicky třídí. Jednou z neznámějších klasifikací, která má svůj původ v biologii je Bloomova taxonomie (Bloom et al. 1956). Autoři se inspirovali biologickým tříděním organismů, díky jemuž došlo k lepšímu pochopení vzájemných vztahů mezi organismy, a také k zajištění přesnosti komunikace o této vědě. Na tomto základě vybudovali taxonomii vzdělávacích cílů s hlavním účelem usnadnit pedagogickou komunikaci (Byčkovský & Kotásek 2004). Bloom et al. (1956) rozdělili kognitivní cíle do šesti hlavních kategorií a dalších subkategorií:

- Zapamatování
  - fakta
  - terminologie
  - pravidla
  - trendy a postupy
  - metodologie
- Porozumění
  - překlad
  - interpretace
  - přiblížení
- Aplikace
- Analýza
  - prvky
  - vztahy
  - organizační principy



- Syntéza
  - komunikace
  - plán souboru operací
  - abstraktní vztahy
- Hodnocení
  - vnější kritéria
  - vnitřní důkazy

Byčkovský & Kotásek (2004, str. 231) zmiňují hlavní rysy této taxonomie, mezi které patří „*hierarchické uspořádání, které je dáno tím, že jednotlivé kategorie jsou řazeny vzestupně podle náročnosti a komplexnosti kognitivních procesů*“. S tímto uspořádáním souvisí také kumulativní charakter, což znamená nemožnost dosažení cíle z vyšší kategorie náročnosti, pokud nedojde k dosažení cíle z kategorie nižší. Zaslouhou Byčkovského & Kotásky (2004) vznikly české názvy pro kategorie a subkategorie revidované Bloomovy taxonomie.

Bloom et al. (1956) charakterizují hlavní taxonomické kategorie následovně. Nejnižší úroveň taxonomie představuje zapamatování, kde se jedná o faktickou znalost, založenou na rozpoznávání či vybavování si dříve naučených poznatků. Znalosti mohou být konkrétní, týkající se informací, které si lze zapamatovat izolovaně a abstraktní, zdůrazňující vztahy a vzorce v nichž lze informace organizovat.

Porozumění patří pravděpodobně mezi neočekávanější úroveň dosažení intelektuálních schopností a dovedností ve školách. Od žáků se tak očekává porozumění sdělované informaci při komunikaci a její následné využití. Sdělení může mít jak ústní, písemnou, tak i formu symbolickou. Aplikace navazuje na stupeň porozumění především v souvislosti s využitím nově získané informace. Zatímco při porozumění dochází k další práci s informací v situaci již známé, aplikace se uplatňuje v situacích nových, pro žáka neznámých. Abstraktní a tvořivé myšlení jsou pro žáka klíčové při řešení učební úlohy na této úrovni.

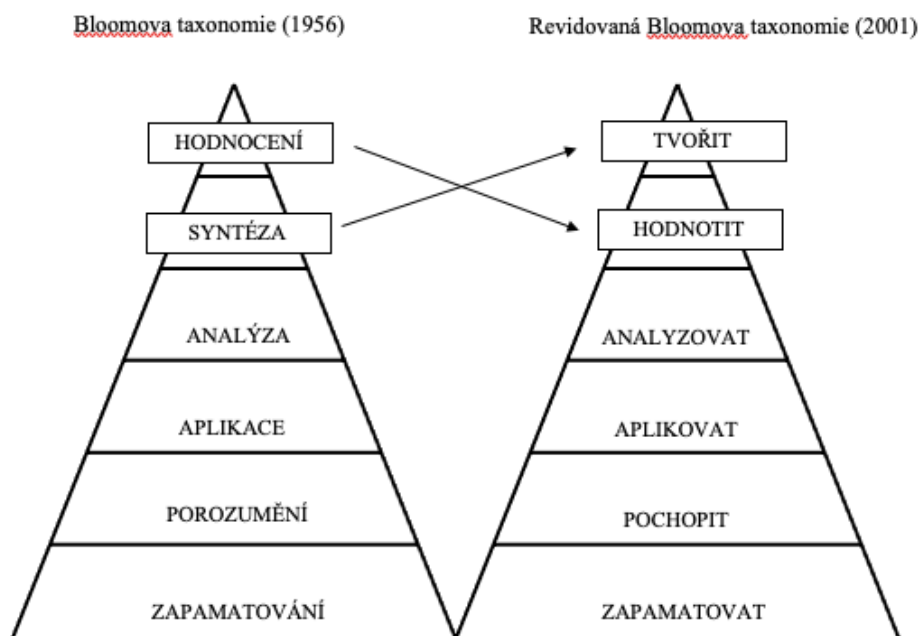
Při analýze dochází k rozčlenění prezentovaného problému na jednotlivé části. Ze strany žáka jde o pochopení vztahů mezi dílčími částmi a jejich následnou organizaci. Lépe pochopí význam celé situace a snáze vyvodí závěry. Práce s učební úlohou na úrovni syntézy zajišťuje nejvyšší rozvoj kreativity žáka. Jedná se o skládání a kombinování jednotlivých prvků do celku, který nebyl předtím jasně definován. Nastává propojení předchozích zkušeností s novými poznatky.

Kategorie hodnocení je umístěna na vrcholu taxonomie kognitivních cílů a zahrnuje kombinaci všech předchozích úrovní. Hodnotící proces však může v některých případech

předcházet získávání nových znalostí, porozumění a dalším nižším kognitivním úrovním. Žák kriticky přemýšlí hodnotí a vyvozuje samotné řešení úlohy, metody, nápady apod.

Bloomova taxonomie stále prostupuje vzdělávacím procesem, dnes spíše v podobě její revidované verze. V roce 2001 autoři Anderson & Krathwohl spolu se skupinou psychologů a pedagogů kriticky zhodnotili organizaci a nedostatky původní taxonomie. Revize proběhla jako reakce na negativní ohlasy ze strany vědeckých pracovníků a pedagogů. Vývoj kognitivní psychologie zapříčinil vyvrácení některých opěrných bodů taxonomie, bylo tak nutné klasifikaci vystavět na nových poznatcích v oblasti behaviorální psychologie. Dalším problémem, na který upozornili především učitelé v praxi, bylo stanovení vzdělávacích cílů. Některé ze stanovených cílů nebylo možné v původní taxonomii obsáhnout. Tento problém lze vysvětlit nekomplexností Bloomovy taxonomie, kdy sám Bloom počítal s jejím dalším zdokonalováním (Byčkovský & Kotásek 2004, Hudecová 2004).

Hlavním rozdílem mezi původní a revidovanou taxonomií je její rozdělení na dvě dimenze. V první dimenzi kognitivního procesu bylo zachováno šest původních kategorií, avšak s důležitými úpravami. Změny nastaly v pořadí kategorií a názvech, které byly změněny a převedeny na slovesný tvar tak, jak jsou využívány při formulování cílů (Krathwohl 2002). Uvedené změny znázorňuje obr. 1.



Obr. 1. Srovnání původní a revidované verze Bloomovy taxonomie (Vávra 2011, str. 4).<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Upraveno dle VÁVRA, J. 2011. *Revidovaná Bloomova taxonomie v Českém vzdělávání*. In Sapere Aude: Evropské a české vzdělávání. Hradec Králové: MAGNANIMITAS Academic Association. 674 s.

Druhá dimenze zvaná znalostní je tvořena čtyřmi úrovněmi. První z nich je zaměřena na znalost faktů, která je potřebná pro základní orientaci žáků v dané problematice. Úroveň konceptuálních znalostí zahrnuje vzájemné souvislosti mezi danými fakty, jejich organizací, principy, struktury atd. Procedurální znalosti se vztahují k metodám a technikám potřebným, pro vykonání určitého úkolu. Nejnáročnější úroveň představují metakognitivní znalosti, reprezentující myšlení o vlastní činnosti a volbě postupu řešení (Krathwohl 2002).

Pro klasifikaci cílů, činností a hodnocení byla sestrojena dvoudimenzionální tabulka, kterou autoři pojmenovali „the Taxonomy Table“ (viz tab. 2). Použití taxonomické tabulky poskytuje učitelům vhled do oblastí výuky, které je potřeba lépe rozplánovat, popřípadě zdůraznit a sladit s učebními osnovami (Krathwohl 2002). Hudecová (2004) zdůrazňuje význam revidované taxonomie v prohloubení myšlení o edukačních cílech, jako o prostředku zkvalitnění výuky. Při realizaci taxonomie v praxi je nutné seznámení pedagogů s teoretickým základem a dostatek podpůrných výukových materiálů.

Tab. 2. Taxonomická tabulka Krathwohla (2002, str. 216).

| <b>Dimenze kognitivního procesu</b> |                |            |              |               |             |           |
|-------------------------------------|----------------|------------|--------------|---------------|-------------|-----------|
| <b>Dimenze znalostní</b>            | 1. Zapamatovat | 2. Rozumět | 3. Aplikovat | 4. Analyzovat | 5. Hodnotit | 6. Tvořit |
| A. Znalost faktů                    |                |            |              |               |             |           |
| B. Konceptuální znalost             |                |            |              |               |             |           |
| C. Procedurální znalost             |                |            |              |               |             |           |
| D. Metakognitivní znalost           |                |            |              |               |             |           |

Crowe et al. (2008) v návaznosti na Bloomovu taxonomii vyvinuli Bloomův nástroj pro biologii („Blooming Biology Tool“). Šest hlavních kategorií Bloomovy taxonomie bylo rozděleno do dvou úrovní kognitivní náročnosti. Nižší stupeň náročnosti „lower-order cognitive skills“ (LOCS) a vyšší stupeň náročnosti „higher-order cognitive skills“ (HOCS) viz tab. 3.

Tab. 3. Bloomův nástroj pro biologii (Crowe et al. 2008, str. 369).<sup>3</sup>

|                             | Zapamatování              | Porozumění | Aplikace     | Analýza | Syntéza  | Hodnocení         |
|-----------------------------|---------------------------|------------|--------------|---------|----------|-------------------|
| <b>Kognitivní náročnost</b> | LOCS                      | LOCS       | LOCS, HOCS   | HOCS    | HOCS     | HOCS              |
| <b>Klíčové dovednosti</b>   | identifikovat, vybavit si | popsat     | předpokládat | usoudit | vytvořit | určit, kritizovat |

Význam nástroje spočívá ve zlepšení organizace výuky ze strany učitelů. Studentům pomáhá se získáním dovedností, rozvojem metakognitivního myšlení a s úspěšným řešením úloh vyšší kognitivní náročností (Crowe et al. 2008).

Eshach et al. (2014) se ve svém výzkumu zaměřili na náročnost kladených otázek při výuce předmětu Science. Pro jejich účely definovali otázky nízkého řádu „low-order question (LOQ), středního řádu „mid-order question“ (MOQ) a vyššího řádu „high-order question“ (HOQ). Jednotlivé řády vycházejí z Bloomovy taxonomie a odpovídají hlavním kategoriím:

- LOQ – zapamatování a porozumění
- MOQ – aplikace
- HOQ – analýza, syntéza, hodnocení

Další klasifikací učebních úloh spjatou s předmětem biologie zmiňuje Ušáková (1994). Její třídění úloh zohledňuje nárok na aktivizaci žáka a kognitivní náročnost. V současnosti se klasifikace nepoužívá, jelikož je považována za nevyhovující. Její pojetí klasifikace úloh:

- Paměťové – reproduktivní, ověřující dosažený stav znalostí a dovedností žáka.
- Úlohy na pochopení poznatků, dávající do souvislosti vzájemné vztahy mezi jevy.
- Typické školní úlohy – specifický transfer, soužící k poskytnutí zpětné vazby.
- Úvahové a problémové úlohy, uplatněné v neobvyklých situacích, kdy řešení není hned zřejmé.
- Divergentní úlohy, charakterizovány nestandardními postupy při jejich řešení.

---

<sup>3</sup> Upraveno dle CROWE, A., DIRKS, C., WENDEROTH, M. P. 2008. Biology in Bloom: Implementing Bloom's Taxonomy to Enhance Student Learning in Biology. *CBE-Life Science Education* 7(4): s. 368-381.

### 3.6 Vliv náročnosti učebních úloh na myšlení žáka

V oborové didaktice biologie je v současnosti prováděna řada výzkumů, jejichž cíle směřují k nalezení cest, metod a forem výuky, které by podporovaly žákovu učení. Konkrétně se jedná o žákovu snazší osvojení si znalostí a dovedností, porozumění obsahu učiva a v neposlední řadě aktivní zapojení se do průběhu výuky (Novák et al. 2021). Papáček (2010) ve svém článku poukazuje na výbornou znalost teoretických poznatků českých žáků v rámci přírodovědného vzdělání. Následná složitější práce s nimi jako je např. tvorba závěrů, domněnek, nalezení vhodného řešení problémů, pak představuje pro žáky značná úskalí. Ušáková & Višňovská (2005) zmiňují problém předkládání velkého počtu informací žákům, kteří si je často nedovedou sami utřídit, jelikož jim nerozumí. Dochází tak k pouhému memorování faktů ze strany žáků, bez zapojení složitějších myšlenkových operací.

Ve svém výzkumu Redfield & Rousseau (1981) zmiňují jako jednu z možností zkvalitnění procesu učení využití učebních úloh včetně otázek vyšší kognitivní náročnosti. Reagují na závěry Winneho (1979), který se zabýval testováním vlivu otázek na úspěšnost žáka. Proces jeho šetření spočíval v přezkoumání 18 experimentálních studií, zabývajících se účinky používání otázek vyšší kognitivní náročnosti na prospěch žáků. Souhrnný výsledek jeho výzkumu však neprokázal vztah mezi užíváním otázek vyšší kognitivní náročnosti a zlepšením výsledků žáka. S tímto výrokem nesouhlasili Redfield & Rousseau (1981) a provedli metaanalýzu jeho studií. Dospěli tak k rozhodnutí, že převažující počet otázek vyšší kognitivní náročnosti, pokládaných učitelem, má pozitivní vliv na výsledky žáků. O pár let později

Samson et al. (1987) navázali na výše zmíněné výzkumy a do svého experimentu zahrnuli 44 vybraných studií. Zde zohledňovali míru běžného školního prospěchu žáka, techniky dotazování učitelů včetně kognitivní náročnosti a dostatek statistických údajů pro výpočet úrovně působení na žáka. Výsledek této syntézy studií však prokazuje jen nepatrný pozitivní vliv formulací otázek vyšší kognitivní náročnosti na žákův proces učení.

Výzkumníci Renaud & Murray (2007) si pokládali otázku, jaký vliv mají otázky vyššího řádu na rozvoj kritického myšlení žáků. Jejich zkoumání bylo prováděno v rámci třech studií, přičemž první z nich zkoumala množství otázek v testech a úkolech, v závislosti s tím pak porovnávala výsledky žáků před testem a po něm. Další studie byla založena na rozdělení žáků do dvou skupin, kdy jedné z nich byly pokládány otázky nižšího řádu a druhé skupině otázky vyššího řádu. Třetí studie probíhala v laboratoři a operovala s možnými matoucími proměnnými, tudíž měla kontrolní charakter. Závěr výzkumu poukázal na větší

pravděpodobnost rozvoje kritického myšlení, pokud žáci odpovídají na otázky vyšší kognitivní náročnosti.

Švaříček (2011) zaujímá k otázce využívání kognitivně náročných úloh nezaujatý postoj, jelikož sám zdůrazňuje existenci výzkumů, které podporují jejich efektivitu, a které naopak. Zároveň uvádí, že je směřována velká vlna kritiky směrem k pedagogům, která tvrdí, že učitelé ve vyučování nevytvářejí dostatek podnětů pro zapojení složitějších kognitivních operací. Po svých studentech tak vyžadují pouze procesy myšlení na úrovni zapamatování. Ve své studii se zabýval analýzou výuky z pohledu zastoupení učitelských otázek a jejich druhů ve výuce sedmé a osmé třídy humanitních předmětů. Počet otázek za jednu vyučovací hodinu se výrazně lišil v různých předmětech, průměrný počet činil 43 otázek za jednu vyučovací jednotku. Kognitivní náročnost pak hodnotil podle Bloomovy taxonomie (viz obr.1), kdy mezi vyšší poznávací procesy řadí pochopení, aplikaci, analýzu, syntézu a hodnocení. Na úroveň nižší řadí faktické otázky, sloužící k ověření dosažené míry znalostí. Závěr jeho výzkumu prokázal, že ve výuce převažovaly z 61 % otázky nižší kognitivní náročnosti a ze zbývajících 39 % otázky vyžadující složitější myšlenkové operace.

Na základě svého výzkumu Švaříček (2011) formuloval sedm pravidel pro učitele, jak vést kognitivně náročnou výuku.

1. Kriticky zhodnotit odpověď žáka, jen tak dojde k lepšímu porozumění učiva.
2. Poskytnout dostatek času pro žákovu přípravu odpovědi.
3. Během výuky komunikovat se všemi žáky, nejen s malou skupinou.
4. V případě nutnosti vybočit ze struktury dotazování IRF.<sup>4</sup>
5. Vysvětlit a propojit teoretické koncepty.
6. Zařadit do výuky efektivní diskusi.
7. Přesně formulovat pravidla a požadavky práce.

Učebními úlohami a jejich zastoupením ve výuce fyziky se zabývala Vaculová et al. (2008). Průměrně bylo v jedné vyučovací hodině zastoupeno šest fyzikálních úloh. Počet úloh se výrazně měnil v závislosti na vyučujícím. Úlohy byly řešeny slovně, graficky, početně a v některých případech i experimentálně. Největší zastoupení 34 % měly úlohy slovní, nejmenší 14% zastoupení pak měly úlohy zahrnující pokusy. Nejvíce času pracovali žáci s úlohami, které vyžadovaly grafické znázornění.

---

<sup>4</sup> IRF je zkratka slov iniciace (položení otázky učitelem), replika (odpověď žáka), feedback (hodnocení učitele), představující tři složky výukové komunikace (Švaříček 2011).

Analýzy učebních úloh jsou prováděny nejen ve výuce různých předmětů, ale také v učebnicích a pracovních sešitech. Hodnotí se např. početní zastoupení, kvalita, náročnost a také pestrost úloh (Hrabí et al. 2010). Analýzou učebních úloh v učebnicích a pracovních sešitech biologie se zabývala Vránová (2005, 2009, 2012), kde hodnotila především rozmanitost a zastoupení úloh vyšší kognitivní náročnosti. Zastoupení učebních úloh v učebnicích se lišilo pro jednotlivé ročníky (4.-9. ročník) a také v učebnicích různých nakladatelství. Shodné bylo převažující zastoupení učebních úloh nižší kognitivní náročnosti, vyžadující jednoduché myšlenkové operace. Úlohy založené na vysvětlení, vyvození, posouzení a další jsou zastoupeny v učebnicích vzácně. V pracovních sešitech je situace obdobná, nejobtížnější úlohy se vyskytují jen zřídka.

Knecht & Lokajíčková (2013) pohlíží na kvalitu učebních úloh v učebnicích zeměpisu z pohledu naplňování očekávaných výstupů uvedených v Rámcově vzdělávacím programu pro základní vzdělávání 2007, (dále jen RVP ZV). Konkrétně se zaměřují na vzdělávací oblast Regiony světa. Jejich výzkum neprokázal ve většině případů posuzovaných úloh potenciál naplňovat očekávané výstupy, a to z důvodu převahy jednoduchých úloh na úrovni práci s fakty. O rok později se Knecht (2014) zabýval učebními úlohami v učebnicích zeměpisu z hlediska rozvíjení kompetence k řešení problému. Zastoupení kognitivně náročných úloh, které by tuto kompetenci rozvíjely, je jen velmi malé. Ve většině případu opět převažovaly učební úlohy s jednoduchým zadáním.

### **3.7 Úlohy jako prostředek k hodnocení výsledků vzdělávání**

Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání (dále jen RVP ZV) představuje státní kurikulární dokument, vydávan Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy. Mezi jeho hlavní funkce patří vymezení vzdělávacího obsahu pro jednotlivé obory a stanovení cílů základního vzdělávání. RVP ZV usiluje o dosažení plnohodnotného znalostního a dovednostního základu u všech žáků definováním tzv. očekávaných výstupů, závazných pro pátý a devátý ročník (RVP ZV, 2017).

S očekávanými výstupy jsou spjaty Standardy základního vzdělávání, uvedeny v příloze RVP ZV. Jejich charakteristikou je vymezení a konkretizace očekávaných výstupů jednotlivých vzdělávacích oborů, respektující minimální úroveň požadavků na vzdělávání. Standardy slouží jako podpurný materiál školám a jejich pedagogům při naplňování stanovených vzdělávacích cílů. Součástí jsou vzorové učební úlohy, které napomáhají k ověření, zda bylo dosaženo očekávaných výstupů vymezených v RVP ZV (Metodický portál RVP.CZ, 2015).

Standardy pro základní vzdělávání oboru přírodopis se vážou ke všem tematickým okruhům, vymezených v RVP ZV pro devátý ročník:

- obecná biologie a genetika,
- biologie hub,
- biologie rostlin,
- biologie živočichů,
- biologie člověka,
- neživá příroda,
- základy ekologie
- a praktické poznávání přírody.

Ilustrativní úlohy jsou vytvářeny v souladu s indikátory, upřesňující daný očekávaný výstup. Celkově je pro obor přírodopis vytvořeno 36 ukázkových úloh, pomáhajících učitelům v praxi (Kvasničková et al. 2013).

|  |   |
|--|---|
| <b>Vzdělávací obor</b>   | Přírodopis  |
| <b>Ročník</b>  | 9.  |
| <b>Tematický okruh</b>   | 3. Biologie rostlin   |
| <b>Očekávaný výstup RVP ZV</b>   | <b>P-9-3-03</b><br>Žák vysvětlí princip základních rostlinných fyziologických procesů a jejich využití při pěstování rostlin  |
| <b>Indikátory</b>  | 1. Žák uvede vstupy a výstupy fotosyntézy a podmínky ovlivňující její průběh<br>2. Žák objasní význam fotosyntézy pro život<br>3. Žák objasní význam dýchání pro život rostlin<br>4. Žák rozliší děje v rostlině probíhající za světla (fotosyntéza, dýchání) a za tmy (dýchání)<br>5. Žák uvede příklady ovlivňování podmínek pro život rostlin při jejich pěstování |
| <b>Ilustrativní úloha</b>  |   |
| <p><b>Doplň do textu informace o průběhu fotosyntézy</b> (za jakých podmínek probíhá, které látky a odkud do ní vstupují a co je jejím výsledkem) a <b>o uvolňování energie pro život rostliny</b>. Vyber si k doplnění správně z následujících pojmů (uprav tvary do věty):<br/><i>glukóza, chloroplasty, kyslík, oxid uhličitý, světlo, voda, buněčné dýchání, fotosyntéza</i></p> <p>Podmínky pro fotosyntézu jsou: ....., teplota, voda a koncentrace oxidu uhličitého v ovzduší.</p> <p>Fotosyntéza probíhá v .....</p> <p>Látky vstupující do reakce jsou: ..... a .....</p> <p>Při fotosyntéze vzniká: ..... a .....</p> <p>V buňkách rostliny se uvolňuje energie pro život .....</p> <p>Na rozdíl od ..... probíhá buněčné dýchání stále.</p> |   |
| <b>Poznámky k ilustrativní úloze</b>   | P-9-3-03.1<br>P-9-3-03.3  |

Obr. 2. Ukázka ilustrativní úlohy ze Standardů pro základní vzdělávání pro přírodopis (Kvasničková et al. 2013, str. 14).



V návaznosti na Standardy vznikla publikace Metodické komentáře a úlohy ke Standardům pro základní vzdělávání oboru přírodopis. Spojitost obou dokumentů spočívá ve vazbě na očekávané výstupy, přičemž každému z nich náleží příslušné ilustrativní úlohy. Obtížnost úloh se posuzuje na třech úrovních: minimální, optimální a excelentní.

Minimální obtížnost úlohy představuje uplatnění izolovaných poznatků žáka na úrovni zapamatování a reprodukce faktů, při řešení jednoduchých situací. Optimální obtížnost souvisí s hlubším porozuměním pojmům, která vedou ke snazší aplikaci poznatků do situací běžného života. Na nejvyšší excelentní úrovni dochází v žákově myšlení k propojení konceptu přírodních věd a vede jej k úspěšnému řešení problémových situací. Ke každé úloze je v souladu s její kognitivní náročností vytvořen metodický komentář skládající se z „*cíle úlohy, předpokladů ke správnému řešení úlohy, metodických rad a doporučení k zadávání úlohy a příkladu správného řešení*“ (Holec 2016, str. 3). Ve Standardech pro základní vzdělávání oboru přírodopis (Kvasničková et al. 2013) se ukázkové úlohy vyskytují pouze na minimální úrovni obtížnosti ve všech tematických okruzích.

### **3.8 Charakteristika a význam interdisciplinárních vztahů**

Izolovanost poznatků v oblasti učení je již dávno považována za nevyhovující. S tímto se pojí snaha stále více uplatňovat interdisciplinární nebo též mezipředmětové vztahy ve výuce. Altmann (1975, str. 233) vymezil několik didaktických zásad, týkajících se výuky biologie. Jednou z nich je zásada respektování mezipředmětových vztahů vyžadující, aby „*každý nový biologický poznatek byl opřen o poznatky z geologie, chemie, fyziky popř. i o matematické poznatky*“. O mezipředmětové vztahy se dle něj jedná, dojde-li k porozumění učiva díky poznatkům z jiného předmětu, anebo pokud jsou tyto poznatky výchozím bodem pro navazující učivo. V rámci jednoho předmětu se mezipředmětové vztahy realizují v návaznosti na jednotlivé obory, např. zoologie a botanika.

Uplatnění mezipředmětových vztahů ve výuce vysoce zkvalitňuje vzdělávací proces. Poznatkové soustavy jednotlivých předmětů jsou propojovány do souvislostí, čímž je narušena jejich izolovanost. Žákům tento přístup umožňuje logické přemýšlení nad novým učivem, z důvodu vytváření asociačních spojů. Výsledkem je rozvoj logického myšlení, hlubší osvojení nového učiva a trvalejší zapamatovatelnost poznatků. Zkvalitnění se týká také metodické práce učitele, kdy pomocí interakce věd lépe poukazuje na praktické využití nabytých znalostí. Význam praktického užití znalostí se přenáší do žákovy řešení učebních úloh nebo problémů v běžném životě. V rámci interdisciplinární výuky se žáci seznamují se základy vědeckého

přístupu k řešení problémů, přičemž se uplatňuje mimo jiné i názornost biologické výuky (Altmann 1975).

Průcha et al. (2003, str. 124) v pedagogickém slovníku definují mezipředmětové vztahy jako „*vzájemné souvislosti mezi jednotlivými předměty, chápání příčin a vztahů, přesahujících předmětový rámec, prostředek mezipředmětové integrace*“. Autoři zmiňují pojem interdisciplinární přístup, v jehož rámci se mezipředmětové vztahy realizují. Jako příklad lze uvést zadání učebních úloh, vyžadující žákovo propojení poznatků z více předmětů, pro jeho úspěšné řešení úlohy. Jones (2009) charakterizuje pojem interdisciplinární přístup „interdisciplinary approach“, jako syntézu více než jedné disciplíny, obohacující celkovou vzdělávací zkušenost. Výuka, založená na interdisciplinaritě umožňuje žákům nahlížet na problém z různých perspektiv.

Marcu (2007) poukázal na zásadní roli mezipředmětových vztahů ve výuce přírodních věd. Charakteristickými vlastnostmi interdisciplinární výuky jsou aplikace, asociace, integrace a přenos znalostí. Účelem mezipředmětových vztahů je podpora učení napříč kurikulem, včetně rozvoje konstruktivního a kognitivního myšlení. Stejně tak i Duerr (2008) dává do souvislosti s interdisciplinární výukou rozvoj kognitivního myšlení z hlediska porozumění principům a vztahům mezi tématy. Úspěšná integrace mezipředmětových vztahů vytváří komplexní pohled na danou problematiku, podporuje dovednosti kritického myšlení a kreativitu.

Manolea (2014) pozitivum interdisciplinárně zaměřené výuky spatřuje v rozvoji tvůrčích dovedností žáka v přístupu k řešení problému. Vyšší míra přizpůsobivosti se odráží na propracovanosti a originalitě výsledků předkládaných problémů. Komplexní charakter mezipředmětové výuky rozvíjí u některých žáků kompetence k dalšímu vědeckému vzdělávání.

Korsun (2017) se ve své studii zabýval využitím interdisciplinárního přístupu pro formování zájmu žáků o obor fyziky. Mezipředmětové vztahy přírodních věd, napomáhají žákovi objasnit jevy a děje, odehrávající se kolem nás. Teoretické znalosti propojené s praxí, přitahují žákovu pozornost. Žák si uvědomuje praktickou stránku získaných znalostí, což prohlubuje jeho vztah k danému předmětu. Výsledky jeho výzkumu prokázaly že interdisciplinární výuka zvyšuje zájem žáků o daný obor a formuje jejich vědecký rozhled. Jeho závěry se obecně vztahují k výuce přírodních věd.

Saryukova (2018) realizaci mezipředmětových vztahů nespatřuje pouze v obsahu, zvolených metodách a typech organizace vzdělávání. Chápe ji jako součást výukové poznávací činnosti žáků i učitelů. Interdisciplinární vztahy přispívají k efektivnější organizaci výuky pedagoga, založenou na vědeckém základě.

### 3.9 Interdisciplinární učební úlohy

Jednu z možností realizace interdisciplinárních vztahů ve výuce představují učební úlohy. Gouvea et al. (2013) vytvořili rámec, sloužící k popisu variace a stupni mezipředmětové interakce v učebních úlohách. Autoři navrhli několik typů interdisciplinárních úloh pro fyziku a biologii tak, aby odpovídaly mezipředmětovým cílům učení. Ve své studii vycházeli z práce Paxsona (1996), který se ve svém článku zaměřuje na interakci dvou nebo více disciplín a jejich následnou kategorizaci.

Paxson (1996) definoval čtyři úrovně mezipředmětových vztahů, podle rostoucího vlivu jedné disciplíny na druhou. První úroveň vyjadřuje spolupráci dvou disciplín, bez změny jejich charakteru. Sem řadí např. využívání nástrojů a technik jednoho oboru pro zkoumání druhého. Vyšší úroveň interakce nastává, zdali dojde ke změně disciplíny v důsledku kontaktu s druhou. Zde uvádí využití pojmů jednoho předmětu pro rozvoj dalšího. S tímto souvisí odůvodnění hypotéz na základě důkazů jiné disciplíny. Třetí úroveň představuje interakci, při které dochází k budování znalostí na rozhraní dvou a více oborů, překrývajících se navzájem. Poslední kategorie charakterizuje spojení mezi disciplínami jako takovými. Principy a předpoklady jednoho oboru jsou odvozené z druhého, kdy společně vytvářejí např. novou samostatnou disciplínu.

Gouvea et al. (2013) upravili Paxsonovu klasifikaci tak, aby odrážela cíl navrhovat a upravovat interdisciplinární učební úlohy. Zatímco Paxsonovy úrovně interakce mezi obory se týkaly podpory vědeckého pokroku, nově vytvořený rámec slouží k dosažení mezipředmětových vzdělávacích cílů. Stěžejní cíle pro interdisciplinární přírodovědné vzdělávání vymezili následovně:

- tvorba konceptuálních rámců
- rozvoj rozmanitých strategií vědeckého uvažování
- rozvoj metakognitivního myšlení
- rozvinutí zájmu o další obory.

První úroveň v rámci pro analýzu a tvorbu interdisciplinárních úloh nepředstavuje žádné podstatné vazby mezi obory. V této kategorii problematika úlohy spadá do oblasti jednoho předmětu. Druhý předmět pouze dokresluje problém, ale pro jeho vyřešení není nezbytný. Pozitivum lze spatřit v poukázání na vzájemnou propojenost mezi obory. Úlohy této úrovně nabízejí jen omezené možnosti podpory mezipředmětových cílů.

Druhý stupeň klasifikace učebních úloh nastává, kdy jeden předmět ovlivňuje druhý. Koncepční rámec nebo metodologické postupy jedné disciplíny jsou aplikované na druhou, tak aby vedly k lepšímu pochopení či vyřešení problému. Úlohy řazené do této kategorie již ve větší míře naplňují interdisciplinární vzdělávací cíle. Především cíle týkající se konceptuální propojenosti, soudržnosti a rozvoje strategií uvažování k řešení problémů.

Paxsonova třetí a čtvrtá úroveň je shrnuta v tomto rámci do poslední kategorie, představující přímé spojení mezi disciplínami. Zde úlohy napomáhají naplnit řadu interdisciplinárních vzdělávacích cílů přírodních věd. Zaprvé demonstrují příležitosti smysluplného propojení konceptních rámců. Za druhé mohou pomoci žákům rozvíjet a vidět užitečnost strategií vědeckého uvažování a technik řešení problémů. Poslední výhodou je rozvoj metakognitivního myšlení žáků (Gouvea et al. 2013).

Další klasifikaci pro mezioborové úlohy navrhli Koval & Lazebnikova (2017). Ve svém výzkumu vycházeli z analýz hlavních přístupů k pochopení a realizaci interdisciplinarity. Předloženou klasifikaci mezipředmětových učebních úloh považují za základ tvorby nových typů úloh pro interdisciplinární výuku.

1. Úlohy, vyžadující přenos znalostí z jednoho předmětu do druhého.
2. Tradiční úlohy, vykazující interdisciplinární znaky (druhý předmět tvoří pozadí problému).
3. Úlohy, vyžadující propojení jednotlivých disciplinárních znalostí.

Koval & Lazebnikova (2017) uvedli, že analyzované mezipředmětové úlohy byly vykládány různými způsoby. Důvodem může být nejasná definice interdisciplinárního přístupu a obecná povaha kognitivních úloh. Téměř každý kognitivní požadavek úlohy např. porovnat, shrnout, vyvodit závěr, by mohl být vyložen jako interdisciplinární.

## 4 Praktická část

### 4.1 Metodika

Praktická část této práce je vytvořena v souladu s obecnými poznatky z části teoretické o učebních úlohách a interdisciplinárních vztazích. Stěžejním cílem praktické části je tvorba souboru učebních úloh poukazující na mezipředmětové vztahy mezi obory přírodopis a chemie. Součástí souboru je 10 navržených interdisciplinárních úloh, promítajících se do tématu fyziologie rostlin.

Předložený soubor úloh byl vytvořen v souladu s Rámcově vzdělávacím programem 2021 a s jeho definováním očekávaných výstupů. Téma fyziologie rostlin spadá do oblasti vzdělávacího obsahu Biologie rostlin a pojí se pouze s jediným očekávaným výstupem P-9-3-02 *žák vysvětlí princip základních fyziologických procesů a jejich využití při pěstování rostlin*. V oboru Chemie je zastoupení očekávaných výstupů, odrážejících se v úlohách pestřejší.

Jelikož je Chemie vyučována ve vyšších ročnících základní školy (často 8.-9.), zatímco Biologie rostlin spadá do učiva 6. ročníku, navržené úlohy slouží k opakování, aktivizaci či rozšiřování obzoru žáka právě ve výuce vyšších ročníků. Dále je možné úlohy využít v přírodovědném kroužku, praktiku, v přípravě na středoškolské vzdělání apod.

Výchozím bodem pro konstrukci úloh je revidovaná Bloomova taxonomie autorů Andersona & Krathwohla (2001) a jejich dvoudimenzionální rozdělení kognitivní náročnosti viz tab. 2. Prezentované úlohy odpovídají různým úrovním taxonomie, což zajišťuje vyšší rozmanitost úloh. Pozornost byla zaměřena na úlohy vyšší kognitivní náročnosti z důvodu jejich často malého zastoupení v učebnicích i pracovních sešitech biologie viz Vránová (2005, 2009, 2012). Inspirace pro tvorbu některých typů úloh vycházela z těchto zdrojů:

- KVASNIČKOVÁ, L., ŠVECOVÁ, M., RYCHNOVSKÝ, B. et al. 2013. *Standardy pro základní vzdělávání: přírodopis*. Praha: Národní ústav pro vzdělávání. 37 s.
- HOLEC, J. 2016. *Metodické komentáře a úlohy ke Standardům pro základní vzdělávání: přírodopis*. Praha: NÚV. 132 s.
- HOLEC, J., RUSEK, M. 2016. *Metodické komentáře a úlohy ke Standardům pro základní vzdělávání: chemie*. Praha: NÚV. 105 s.

Součástí praktické části je také tvorba metodických listů pro učitele, do kterých byly jednotlivé úlohy zakomponovány. Metodický list zahrnuje téma úlohy včetně očekávaných výstupů z přírodopisu a chemie. Dále kognitivní náročnost dle revidované Bloomovy

taxonomie, definovaný výukový cíl a typ úlohy dle fáze výuky podle Vaculové, Trny & Janíka (2008). V neposlední řadě metodický list obsahuje zadání ilustrativní úlohy, její řešení a metodický komentář k úloze.

## 4.2 Soubor učebních úloh

| <b>Úloha č. 1</b>  |
|--|
| <b>Téma: Voda a její funkce v rostlinném těle</b>  |
| <b>Očekávaný výstup dle RVP ZV 2021:</b><br>Přírodopis: P-9-3-02 žák vysvětlí princip základních fyziologických procesů a jejich využití při pěstování rostlin<br>Chemie: CH-9-3-01 žák používá pojmy atom a molekula, prvek a sloučenina ve správných souvislostech |
| <b>Kognitivní náročnost dle revidované Bloomovy taxonomie:</b><br>zapamatovat – faktické znalosti  |
| <b>Výukový cíl:</b> žák ve větách podtrhne správný pojem, který vyjadřuje vlastnosti a význam vody v těle rostliny   |
| <b>Typ úlohy dle fáze výuky:</b> diagnostická  |

### Znění úlohy:

Voda je nenahraditelnou složkou živočišné i rostlinného těla a plní v něm řadu funkcí. Procentuální zastoupení vody v rostlinném těle je rozmanité, např. ve šťavnatých plodech může dosahovat až 95 %, zatímco v semenech 5-15 %. Níže je uvedeno několik charakteristických vlastností vody. Podtrhni ve větách hodící se pojem tak, aby byla věta obsahově správně.

1. Voda je z chemického hlediska **prvek / sloučenina**.
2. Chemické složení vody jsou dva atomy **uhlíku/ kyslíku** a jeden atom vodíku.
3. Voda je základním **rozpuštědlem / roztokem**.
4. Mezi metabolické procesy rostlinného těla závislé na vodě patří **fotosyntéza /elektrolýza**.
5. Vysoké povrchové napětí vody umožňuje **vzplývání / vzlínání** v rostlinném těle
6. Voda spolu se světlem a teplotou patří mezi **vnější/vnitřní** faktory ovlivňující růst a výživu rostlin.

### Řešení úlohy:

1. Voda je z chemického hlediska prvek / sloučenina.
2. Chemické složení vody jsou dva atomy uhlíku/ kyslíku a jeden atom vodíku.
3. Voda je základním rozpuštědlem / roztokem.
4. Mezi metabolické procesy rostlinného těla závislé na vodě patří fotosyntéza /elektrolýza.
5. Vysoké povrchové napětí vody umožňuje vzplývání / vzlínání v rostlinném těle
6. Voda spolu se světlem a teplotou patří mezi vnější/vnitřní faktory ovlivňující růst a výživu rostlin.

**Metodický komentář:** Úloha je zaměřena na ověření faktických znalostí. Pro správné vyřešení úlohy je nutná žákova znalost základních pojmů, týkajících chemického složení, vlastností vody a fyziologických procesů rostlinného těla. Úloha je vhodná pro opakování již probraného učiva. Může být zařazena jakou součástí závěrečného testu.

**Zdroj informací:** KINCL, L., KINLC, M., JAKRLOVÁ, J. 2000. *Biologie rostlin: pro gymnázia*. Praha: Fortuna. 256 s.

### Úloha č. 2

#### Téma: Výdej vody listem rostliny

#### Očekávaný výstup dle RVP ZV 2021:

Přírodopis: P-9-3-02 *žák vysvětlí princip základních fyziologických procesů a jejich využití při pěstování rostlin*

Chemie: CH-9-3-01 *žák používá pojmy atom a molekula, prvek a sloučenina ve správných souvislostech*

#### Kognitivní náročnost dle revidované Bloomovy taxonomie:

určování látky dle znázorněné molekuly: rozumět – faktické znalosti

čtení z grafu: rozumět– konceptuální znalosti

**Výukový cíl:** žák na základě předložených obrázků molekul určí název látek a dle grafů vyjádří vztah mezi otevíráním průduchů a zvyšujícím se množstvím těchto látek

**Typ úlohy dle fáze výuky:** expoziční

### Znění úlohy:

Jelikož je voda nezbytnou součástí rostlinného těla, její výdej a příjem je rostlinou přísně usměrňován. Jedním z procesů, zajišťující regulaci výdeje vody je tzv. transpirace. Jedná se o vypařování přebytečné vody pomocí speciálních struktur zvaných průduchy na listech rostliny. Otevírání a zavírání průduchů a tím i regulaci výdeje vody ovlivňuje řada faktorů. Na základě dvou níže uvedených grafů vyjádři slovně vztah mezi otevíráním a zavíráním průduchů v závislosti na rostoucím množství sloučeniny A a B.



kyslík

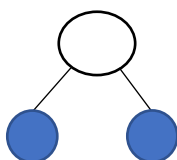


vodík

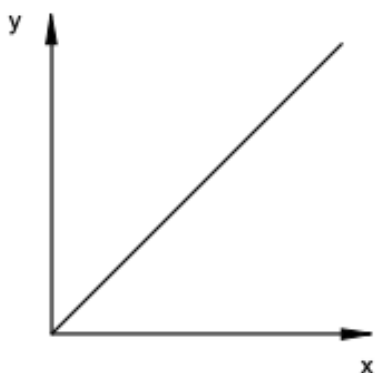
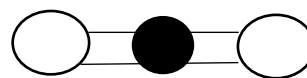


uhlík

Sloučenina A



Sloučenina B



Obr. 3. Lineární graf.

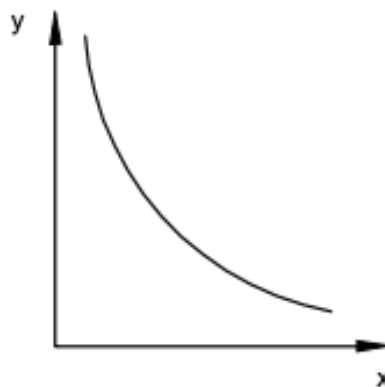
x = množství sloučeniny A  
y = otevírání průduchů

---

---

---

---



Obr. 4. Exponenciální graf.<sup>5</sup>

x = množství sloučeniny B  
y = otevírání průduchů

<sup>5</sup> Předložené grafy jsou vytvořené autorkou.



### Řešení úlohy:

Sloučenina A je složena ze dvou atomů vodíku a jednoho kyslíku (H<sub>2</sub>O).

Sloučenina B je složena z jednoho atomu uhlíku a dvou kyslíku (CO<sub>2</sub>).

S rostoucím množstvím vody (H<sub>2</sub>O) dochází k otevírání průduchů.

S rostoucím množstvím oxidu uhličitého (CO<sub>2</sub>) dochází k uzavírání průduchů.

**Metodický komentář:** Úloha je zaměřena na žákovu interpretování údajů z grafu. Pro správné vyřešení je potřeba, aby žák nejdříve určil znázorněné molekuly látek. Teprve s tímto údajem je možné jeho následné vyjádření vztahu mezi rostoucím množstvím daných látek a otevíráním průduchů na listech rostliny. Úloha je vhodná pro rozšíření znalostí v oblasti vodního režimu rostlin.

**Zdroj informací:** ROSYPAL, S. et al. 2003. *Nový přehled Biologie*. Praha: Scientia. s. 232-233.

### Úloha č. 3

#### Téma: Rostlinná barviva

#### Očekávaný výstup dle RVP ZV 2021:

Přírodopis: P-9-3-02 *žák vysvětlí princip základních fyziologických procesů a jejich využití při pěstování rostlin*

Chemie: CH-9-3-01 *žák používá pojmy atom a molekula, prvek a sloučenina ve správných souvislostech*

#### Kognitivní náročnost dle revidované Bloomovy taxonomie:

porozumět – faktické znalosti

**Výukový cíl:** žák přiřadí k charakteristice rostlinných barviv, zda se jedná o chlorofyly, antokyany či karotenoidy

**Typ úlohy dle fáze výuky:** fixační

### Znění úlohy:

V organelách rostlinné buňky (plastidech a vakuolách) se nacházejí významné organické látky – rostlinná barviva. Mezi nejdůležitější barviva řadíme chlorofyly, antokyany a karotenoidy. Chemická struktura barviv je velmi složitá, např. pro molekulu chlorofylu je charakteristickým znakem vázanost hořečnatého iontu. V molekule antokyanu jsou zase přítomny cukerné složky (glukosa, galaktosa atd.). Zajištění barevné rozmanitosti rostlin není zdaleka jedinou funkcí,

kteřou tato barviva plnı́, např. karotenoidy pŕedávají část zachycené energie ze slunečnı́ho zářenı́ chlorofylům. Nı́že je uvedeno několik charakteristik, tı́kajıcı́ch se rostlinnı́ch barviv. Pŕı́raď k barvivům jejich krátké charakteristiky.

|                   |  |
|-------------------|--|
| CHLOROFYLY _____  | 1. Barviva obsahujıcı́ oranžovı́, žlutı́ a červenı́ pigment. |
| KAROTENOIDY _____ | 2. Zelené barvivo, potŕebné k pŕůběhu fotosyntézy.           |
| ANTOKYANY _____   | 3. Barviva obsahujıcı́ červenı́, fialovı́ a modrı́ pigment.  |
|                   | 4. Chemické složenı́ barviva odpovı́dá derivátům sacharidů.  |
|                   | 5. Centrálnım atomem ve složitě struktuře barviva je Mg.     |
|                   | 6. Podpůrná barviva pŕı́ procesu fotosyntézy.                |

**Řešení úlohy:**

|                   |      |
|-------------------|------|
| CHLOROFYLY _____  | 2, 5 |
| KAROTENOIDY _____ | 1, 6 |
| ANTOKYANY _____   | 3, 4 |

**Metodickı́ komentář:** Úloha ověřuje žákovy znalosti v oblasti rostlinnı́ch barviv. Zároveň rozšı́řuje žákův pŕehled o vı́skytu dalšıcı́ch rostlinnı́ch barviv, nejen chlorofylu. Z hlediska chemie je žákům jen stručně poukázáno na chemickou strukturu barviv, důraz je kladen na jejich fyziologickou funkci a vlastnosti. Úloha je vhodná pro upevněnı́ znalostí v této oblasti.  
**Zdroj informací:** PODEŠVOVÁ, V. 2017. *Rostlinná barviva* [online]. Brno: Masarykova univerzita [cit. 9.6. 2022]. Dostupné z: [https://is.muni.cz/th/j2di4/Veronika\\_Podesvova.pdf](https://is.muni.cz/th/j2di4/Veronika_Podesvova.pdf)

**Úloha č. 4**

**Téma: Fotosyntéza a dı́chání**

**Očekávanı́ vı́stup dle RVP ZV 2021:**

Pŕı́rodopis: P-9-3-02 *žák vysvětlı́ princip základnı́ch fyziologickı́ch procesů a jejich využitı́ pŕı́ pěstovanı́ rostlin*

Chemie: CH-9-4-01 *žák rozliší a zapı́še rovnici vı́chozí látky a produkty chemickı́ch reakcí, uvede pŕı́klady prakticky důležitı́ch chemickı́ch reakcí*

**Kognitivnı́ náročnost dle revidované Bloomovy taxonomie:**

schéma fotosyntézy: tvořıt – procedurální znalosti

dı́chání vyjádřené rovnicı́: porozumět – procedurální znalosti

**Vı́ukovı́ cíl:** žák vytvořıt z uvedenı́ch pojmů schéma fotosyntézy, proces dı́chání vyjádřıt sestavenım chemické rovnice

**Typ úlohy dle fáze vı́uky:** fixační

### Znění úlohy:

Fotosyntéza představuje jeden z nejdůležitějších přírodních procesů, nezbytný pro život na Zemi. Probíhá v zelených rostlinách, konkrétně v jejich organelách chloroplastech. Princip fotosyntézy spočívá ve tvorbě složitých organických látek z látek anorganických. Na základě níže uvedených pojmů a obrázku rostliny vytvoř schéma fotosyntézy

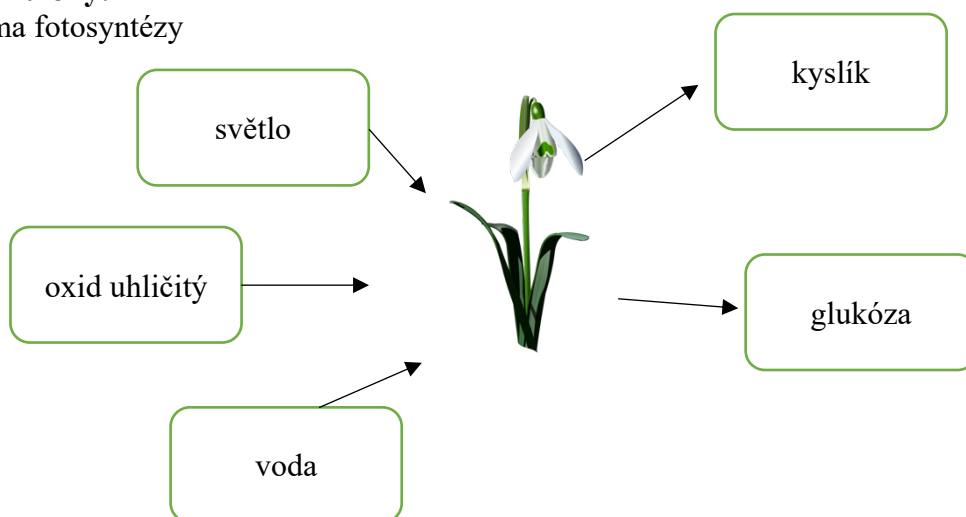


Obr. 5: Rostlina.<sup>6</sup>

S fotosyntézou je úzce spjat další důležitý přírodní děj, kterým je dýchání neboli respirace. Dýchání se odehrává ve všech živých organismech. Zjednodušeně jej lze označit jako proces opačný k fotosyntéze. Na základě schématu fotosyntézy vyjádři proces dýchání chemickou rovnicí.

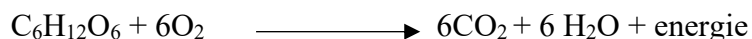
### Řešení úlohy:

Schéma fotosyntézy



<sup>6</sup> pixabay.com [online]. 2013 [cit. 2.6.2022]. Dostupné z: <https://pixabay.com/cs/vectors/kresba-realisticke-snezhenky-kvet-1300666/>

Rovnice dýchání



**Metodický komentář:** Úloha vyžadující tvorbu schématu fotosyntézy podněcuje žáka k vlastní tvořivé činnosti. Úloha je koncipována tak, aby poukázala na propojenost fotosyntézy s procesem dýchání. Žák si při řešení úlohy uvědomuje princip fotosyntézy, rozeznává chemické látky anorganické a organické. V oblasti chemie je nutná žákova dovednost sestavování chemických rovnic a rozlišování látek vstupních a výstupních. Pro sestavení rovnice dýchání je zprvu nezbytná žákova znalost rovnice fotosyntézy, ze které vychází. Úloha je vhodná pro procvičení učiva a propojení souvislostí dvou podstatných přírodních dějů.

**Zdroj informací:** KINCL, L., KINLC, M., JAKRLOVÁ, J. 2000. *Biologie rostlin: pro gymnázia*. Praha: Fortuna. 256 s.

#### Úloha č. 5

##### Téma: Důkaz vzniku kyslíku při fotosyntéze

**Očekávaný výstup dle RVP ZV 2021:**

Přírodopis: P-9-3-02 *žák vysvětlí princip základních fyziologických procesů a jejich využití při pěstování rostlin*

Chemie: CH-9-3-02p *žák uvede nejobvyklejší chemické prvky a jednoduché chemické sloučeniny a jejich značky*

**Kognitivní náročnost dle revidované Bloomovy taxonomie:**

hodnotit – procedurální znalosti

**Výukový cíl:** žák zhodnotí a zdůvodní výsledek předkládaného pokusu a zdůvodní, proč kuchyňská sůl neovlivňuje průběh fotosyntézy

**Typ úlohy dle fáze výuky:** aplikační

### Znění úlohy:

Kamarádi Tomáš a Simona se rozhodli provést pokus, který jim má přinést důkaz vzniku kyslíku při fotosyntéze. Oba se rozhodli postupovat samostatně podle svého plánu, níže jsou uvedeny jejich rozdílné postupy práce. Jednomu z nich se však pokus nepovedl. Kde se stala chyba? Zhodnoť oba provedené pokusy a zdůvodni příčinu nezdaru.

#### TOMÁŠ

Pomůcky: sklenice, voda, stolístek (*Myriophyllum*), jedlá soda

Postup:

1. nalil vodu do sklenice
2. umístil vodní rostlinu
3. přidal lžičku jedlé sody
4. umístil pod lampu

Výsledek: po 5 min začal pozorovat na listech rostliny drobné bublinky

#### SIMONA

Pomůcky: sklenice, voda, stolístek (*Myriophyllum*), kuchyňská sůl

Postup:

1. nalila vodu do sklenice
2. umístila vodní rostlinu
3. přidal lžičku kuchyňské soli
4. umístila na přímé slunce

Výsledek: bublinky na listech nezpozorovala

### Řešení úlohy:

Ke správnému výsledku dospěl Tomáš se svým pokusem, kdy naplnil všechny požadavky nutné pro průběh fotosyntézy. Voda ( $H_2O$ ), jedlá soda ( $NaHCO_3$ ) a světlo z lampy jako zdroj energie představují vstupní látky pro fotosyntézu. Simona udělala chybu při volbě pomůcek, kdy namísto jedlé sody zvolila kuchyňskou sůl ( $NaCl$ ). Jedlá soda v pokusu představuje zdroj oxidu uhličitého ( $CO_2$ ).

**Metodický komentář:** Úloha podněcuje žáka ke kritickému myšlení nad provedeným pokusem. Pro správné vyřešení úlohy je nutné, aby žák znal princip a chemickou podstatu fotosyntézy. Z chemického hlediska si žák uvědomuje chemický vzorec jedlé sody a kuchyňské soli. Na základě těchto úsudků posuzuje provedení pokusu. Úloha je vhodná pro samostatnou práci žáka v hodině, anebo může být zadána jako praktická činnost např. v rámci domácího úkolu.

**Zdroj informací:** VÁGNEROVÁ, P., MERGL, M., BENEDIKTOVÁ, L., KOUT, J. et al. 2019. *Kazuistická místa kurikula přírodopisu: na 2. stupni základní školy*. Plzeň: Západočeská univerzita. 34-36 s.

### Úloha č. 6

#### Téma: Minerální složení rostlinného těla

**Očekávaný výstup dle RVP ZV 2021:**

Přírodopis: P-9-3-02 *žák vysvětlí princip základních fyziologických procesů a jejich využití při pěstování rostlin*

Chemie: CH-9-3-02 *žák se orientuje v periodické soustavě chemických prvků, rozpozná vybrané kovy a nekovy a usuzuje na jejich možné vlastnosti*

**Kognitivní náročnost dle revidované Bloomovy taxonomie:**

Zapamatovat – faktické znalosti

**Výukový cíl:** žák na základě charakteristik z periodické soustavy prvků odvodí makrobiogenní prvky rostlin

**Typ úlohy dle fáze výuky:** diagnostická

#### Znění úlohy:

Stejně jako lidské tělo i to rostlinné potřebuje ke svému životu živiny. Ty jsou v rostlině obsaženy v různém množství, přičemž největší zastoupení mají tzv. makrobiogenní prvky. Jejich význam spočívá především ve stavební funkci rostlinného těla. Mezi tyto základní živiny patří např. uhlík, vodík a kyslík. Na základě níže předložených charakteristik z periodické soustavy prvků, odvod' další makrobiogenní prvky.

|   |  |
|---|--|
| Jsem prvek z řady nekovů, mým sousedem je prvek ze skupiny halogenů s protonovým číslem 17.       |  |
| Řadím se mezi nekovy, mé skupenství je plynné.  |  |
| Patřím mezi kovy alkalických zemin, náležím 4. periodě.   |  |
| Najdeš mě v II. A skupině, číslo mé elektronegativity je 1,2.                                     |  |
| Patřím mezi nekovy, pode mnou se nachází prvek z řady polokovů, známý pro své otravné vlastnosti. |  |
| Řadím se mezi alkalické kovy, mým sousedem o periodu výš je <i>Natrium</i> .                      |  |

### Řešení úlohy:

|   |           |
|---|-----------|
| Jsem prvek z řady nekovů, mým sousedem je prvek ze skupiny halogenů s protonovým číslem 17.       | <b>S</b>  |
| Řadím se mezi nekovy, mé skupenství je plynné.  | <b>N</b>  |
| Patřím mezi kovy alkalických zemin, náležím 4. periodě.   | <b>Ca</b> |
| Najdeš mě v II. A skupině, číslo mé elektronegativity je 1,2.                                     | <b>Mg</b> |
| Patřím mezi nekovy, pode mnou se nachází prvek z řady polokovů, známý pro své otravné vlastnosti. | <b>P</b>  |
| Řadím se mezi alkalické kovy, mým sousedem o periodu výš je <i>Natrium</i> .                      | <b>K</b>  |

**Metodický komentář:** Úloha ověřuje žákovu orientovanost v periodické soustavě prvků. V rámci řešení úlohy je poukazováno na propojenost chemie s fyziologií rostlin tématem minerální výživy. Žák správným řešením vyvodí nejdůležitější stavební prvky rostlin. Úloha je vhodná i do samotné výuky chemie. Pro vyřešení je nutné předložení periodické soustavy prvků. Ta může být zprostředkována učitelem pro všechny žáky společně (např. promítnutí, tabule apod.), anebo si každý žák opatří svou vlastní. Úloha je vhodná spíše pro samostatnou práci žáka.

**Zdroj informací:** KINCL, L., KINLC, M., JAKRLOVÁ, J. 2000. *Biologie rostlin: pro gymnázia*. Praha: Fortuna. 256 s.

### Úloha č. 7

#### Téma: Projevy nedostatku živin v rostlinném těle

**Očekávaný výstup dle RVP ZV 2021:**

Přírodopis: P-9-3-02 *žák vysvětlí princip základních fyziologických procesů a jejich využití při pěstování rostlin*

Chemie: CH-9-7-03 *žák se orientuje v přípravě a využívání různých látek v praxi a jejich vlivech na životní prostředí a zdraví člověka*

**Kognitivní náročnost dle revidované Bloomovy taxonomie:**

posouzení nedostatku prvku: porozumět – konceptuální znalosti

navržení vhodného hnojiva: tvořit – konceptuální znalosti

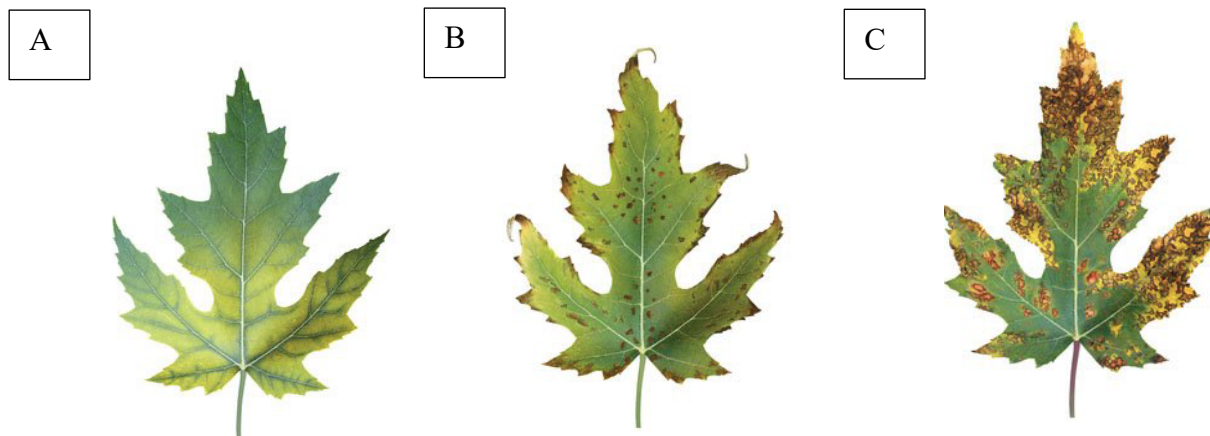
**Výukový cíl:** žák na základě fotografií určí nedostatek minerálního prvku v rostlinném těle a navrhne aplikaci vhodného hnojiva

**Typ úlohy dle fáze výuky:** aplikační

#### Znění úlohy:

Nedostatek minerálních živin v rostlinném těle způsobuje řadu růstových problémů. Mnohé z nich se projevují na listech strádající rostliny. Níže jsou uvedené tři fotografie listů, na kterých lze pozorovat nedostatek určitých živin. S pomocí internetových zdrojů urči, který minerální prvek rostlinám schází a jaké jsou projevy jeho nedostatku. Poté navrhni aplikaci vhodného hnojiva.





Obr. 6. Projevy nedostatku minerálních živin rostlin.<sup>7</sup>

---

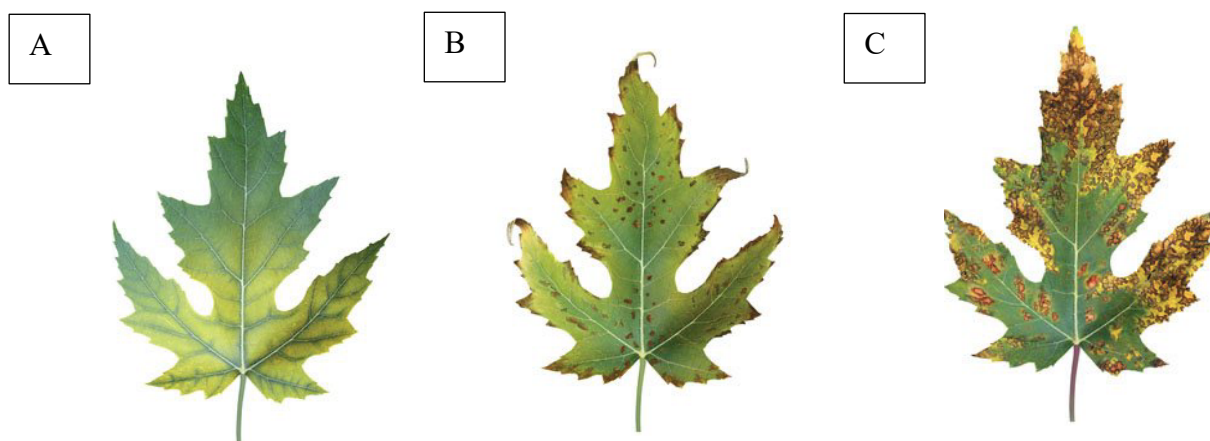


---



---

**Řešení úlohy:**



**Obrázek A** znázorňuje nedostatek železa v těle rostliny. Projevy nedostatku je postupující žloutnutí listů, žilnatina zůstává viditelně zelená. Vhodná je aplikace např. roztoku obsahující železité cheláty.

**Obrázek B** znázorňuje nedostatek draslíku v těle rostliny. Projev nedostatku je spálení (hnědnutí) buněk na okraji listu. Vhodná je aplikace např. ledku draselného ( $\text{KNO}_3$ ).

**Obrázek C** znázorňuje nedostatek vápníku v těle rostliny. Projevy nedostatku jsou rozšiřující se žlutohnědé skvrny na listech. Vhodná je aplikace např. páleného vápna ( $\text{CaO}$ ).

<sup>7</sup> canna-cz.com. 2022 *The Solution for growth and bloom* [online].[cit. 3.6. 2022]. Dostupné z: <https://www.canna-cz.com>

**Metodický komentář:** Úloha podněcuje žáka k využívání internetových zdrojů pro vyhledávání užitečných informací. Žák při řešení úlohy získává přehled o minerální výživě rostlin obecně, nejen v rámci hledání projevů nedostatku živin. Spojitost s chemií představuje aplikace hnojiva, kdy žák dle svého uvážení volí vhodný typ. V tomto případě musí brát v potaz chemické složení hnojiva tak, aby odpovídalo deficitnímu prvku. Úloha je vhodná pro zpestření výuky a aktivizaci žáků.

**Zdroj informací:** canna-cz.com. 2022. *The Solution for growth and bloom* [online].[cit. 3.6. 2022]. Dostupné z:<https://www.canna-cz.com>

### Úloha č. 8

#### Téma: Hnojiva

**Očekávaný výstup dle RVP ZV 2021:**

Přírodopis: P-9-3-02 *žák vysvětlí princip základních fyziologických procesů a jejich využití při pěstování rostlin*

Chemie: CH-9-7-03 *žák se orientuje v přípravě a využívání různých látek v praxi a jejich vlivech na životní prostředí a zdraví člověka*

**Kognitivní náročnost dle revidované Bloomovy taxonomie:**

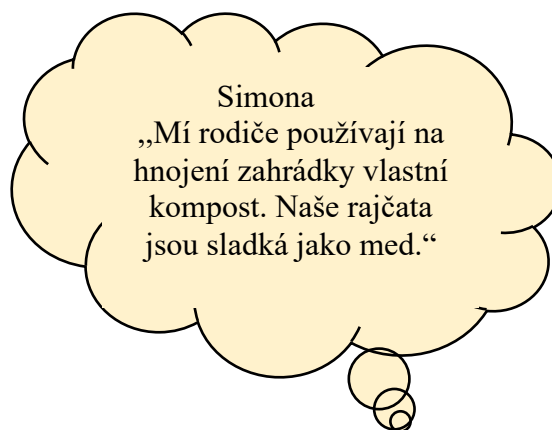
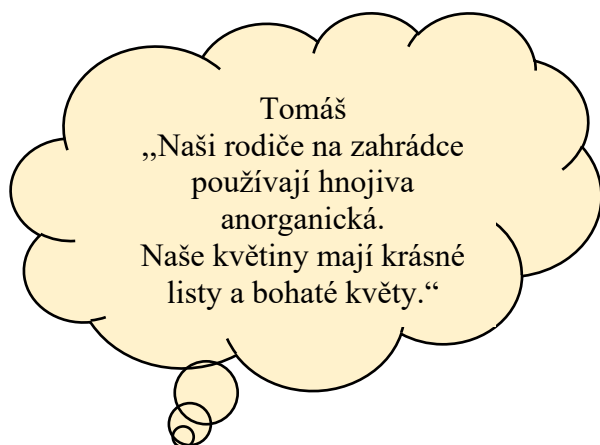
hodnotit – metakognitivní znalosti

**Výukový cíl:** žák uvede klady a zápory organických a anorganických hnojiv

**Typ úlohy dle fáze výuky:** motivační

#### Znění úlohy:

Hnojiva patří mezi látky, doplňující rostlinné tělo o potřebné živiny. Z hlediska jejich chemického složení a původu se dělí na anorganická a organická hnojiva. Anorganická hnojiva jsou průmyslově vyráběna v továrnách, zatímco organická představují hnojiva živočišného a rostlinného původu. Tomáš a Simona spolu diskutují na téma výhod a nevýhod těchto dvou typů hnojiv. Uveď další klady i zápory u organických a anorganických hnojiv. Ke kterému způsobu hnojení by ses přiklonil ty, vyjádři svůj názor.



Tab. 4. Předloha pro doplnění výhod a nevýhod anorganických a organických hnojiv.<sup>8</sup>

| ANORGANICKÁ |          | ORGANICKÁ |          |
|-------------|----------|-----------|----------|
| výhody      | nevýhody | výhody    | nevýhody |
|             |          |           |          |

**Řešení úlohy:**

| ANORGANICKÁ             |  | ORGANICKÁ                              |                                 |
|-------------------------|--|--|---------------------------------|
| výhody                  | nevýhody   | výhody                                 | nevýhody                        |
| Vyvážený poměr živin    | Výroba z neobnovitelných zdrojů                  | Výroba z obnovitelných zdrojů          | Nevyvážený poměr živin          |
| Rychlé vstřebávání      | Znečišťování životního prostředí tovární výrobou | Vlastní zdroj                          | Pomalé uvolňování               |
| Přesné chemické složení | Hromadění toxických látek v půdě                 | Žádné hromadění toxických látek v půdě | Neznáme přesné chemické složení |

Zde žák vyjádří svůj názor a jeho preference použití typu hnojiva.

---



---

<sup>8</sup> Vytvořeno jako předloha autorkou.

**Metodický komentář:** Úloha podněcuje žáka k zamýšlení se nad dopady využívání hnojiv jako výživy pro rostliny na životní prostředí a rostliny samotné. Řešení úlohy (viz výše) je uvedeno pouze jako možný příklad, žák zapisuje výhody a nevýhody dle svého uvážení. Úloha může být zadána žákům jednotlivě, ale také v rámci skupinové práce. Téma je vhodné k navození diskuse ve výuce.

**Zdroj informací:** [magazin.specialnizahradnictvi.cz](https://magazin.specialnizahradnictvi.cz). 2015. *Bio pěstování vs. chemie: výhody a nevýhody + mýty a fakta* [online]. [cit. 3.6. 2022]. Dostupné z: <https://magazin.specialnizahradnictvi.cz/bio-pestovani-vs-chemie-vyhody-a-nevyhody-myty-a-fakta/>

### Úloha č. 9

#### Téma: pH půdy a jeho vliv na rostlinu

**Očekávaný výstup dle RVP ZV 2021:**

Přírodopis: P-9-3-02 žák vysvětlí princip základních fyziologických procesů a jejich využití při pěstování rostlin

Chemie: CH-9-5-02 žák se orientuje na stupnici pH, změří reakci roztoku univerzálním indikátorovým papírkem a uvede příklady uplatňování neutralizace v praxi

**Kognitivní náročnost dle Bloomovy revidované taxonomie:**

tvořit – metakognitivní znalosti

**Výukový cíl:** žák navrhne postup, jak zjistit půdní faktor, který ovlivňuje růst *Rhododendronu*

**Typ úlohy dle fáze výuky:** aplikační

#### Znění úlohy:

Paní Novotná si koupila na svou zahradu *Rhododendron*. Jeho pěstování se jí ale vůbec nedaří, problém by mohl být v půdě. Navrhni experiment, který by pomohl najít příčinu jejího nezdaru. K dispozici jsou níže uvedené pomůcky, vyber ty potřebné.

|          |   |
|----------|---|
| Pomůcky: | vzorek půdy ze zahrady, voda, pipeta, Petriho miska, kádinka, lakmusové papírky, pH stupnice, mikroskop |
|----------|---|

### Řešení úlohy:

Z pomůcek, které jsou k dispozici lze usoudit, že se jedná o problém s pH půdy. Navržený experiment se týká měření pH půdního roztoku ze zahrady paní Novotné.

Potřebné pomůcky: vzorek půdy ze zahrady, voda, kádinka, lakmusové papíry, pH stupnice

#### Postup:

1. do kádinky vlijí vodu, přidám vzorek půdy ze zahrady, promíchám, nechám půdu usadit na dně kádinky
2. lakmusový papírek ponořím z 1/3 do roztoku, počkám na indikátorové zbarvení
3. podle indikátorového zbarvení a stupnice dosahuje naměřené pH hodnoty 10

Výsledek: Naměřené pH roztoku dosahuje hodnoty 10, což značí zásaditý charakter.

Závěr: Půda paní Novotné je zásaditá, pro pěstování *Rhododendronu* je nevhodná. *Rhododendron* vyžaduje půdy kyselé. Půdu lze okyselit např. přidáním rašeliny.

**Metodický komentář:** Úloha má charakter problémového vyučování. Žák rozpoznává problém, navrhuje pracovní postup včetně volby pomůcek a spěje k vlastnímu řešení. Učitel může úlohu zadat v rámci výuky, kdy sám předloží potřebné pomůcky i příkladný vzorek půdy. Úloha je praktická, aplikovatelná do běžného života.

### Úloha č. 10

#### Téma: Fytohormony

#### **Očekávaný výstup dle RVP ZV 2021:**

Tato úloha svým zadáním přesahuje rámec RVP ZV 2021.

#### **Kognitivní náročnost dle revidované Bloomovy taxonomie:**

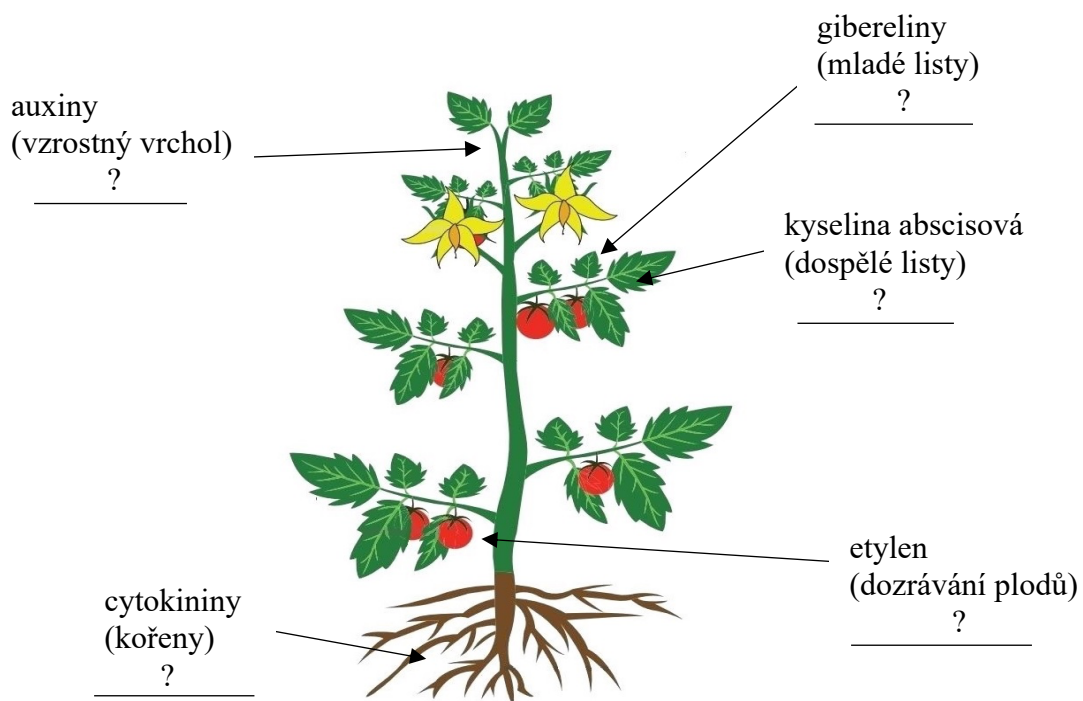
analyzovat – konceptuální znalosti

**Výukový cíl:** žák rozhodne o povzbuzující či brzdící funkci fytohormonu na základě místa jejich syntézy na rostlině

**Typ úlohy dle fáze výuky:** expoziční

### Znění úlohy:

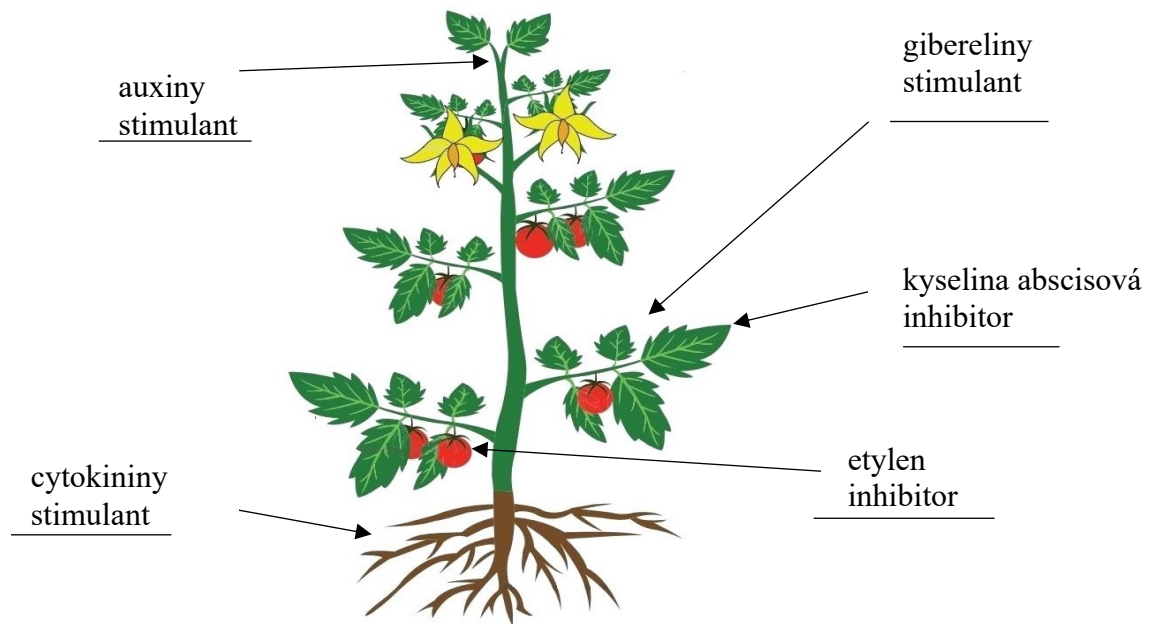
Hormony patří mezi důležité organické sloučeniny ovlivňující životní pochody v tělech živočichů i rostlin. Rostlinné hormony se souhrnně označují jako fytohormony. Mezi základní fytohormony se řadí auxiny, gibereliny, cytokininy, kyselina abscisová a etylen. Jejich syntéza probíhá v pletivech v různých částech těla rostlin. Na základě níže uvedeného obrázku se pokus odvodit, zdali mají funkci povzbuzující (stimulující) nebo brzdící (inhibující) životní pochody rostlin. Náповědou ti je informace v závorce.



Obr. 7. Rostlina – rajče jedlé.<sup>9</sup>

<sup>9</sup> cz.pinterest.com [online].2010. [cit. 6.6. 2022]. Dostupné z: <https://cz.pinterest.com/pin/704672672958021616/>

### Řešení úlohy:



**Metodický komentář:** Úloha má potenciál rozvíjet žákovu logické uvažování, kdy na základě vyobrazených míst syntézy fytohormonů, odvozují jejich funkci. Např. stimulační funkci auxinu odvodí na základě místa syntézy – vzrostného vrcholu. Úloha se svým tématem řadí nad rámec kurikula základní školy, nicméně lze ji využít jako rozšiřující úlohu např. v přírodovědném kroužku, praktiku, přípravě na středoškolské vzdělávání apod.

**Zdroj informací:** ROSYPAL, S. et al. 2003. *Nový přehled Biologie*. Praha: Scientia. s. 240-241.

## 5 Závěr

V této bakalářské práci jsem se zabývala problematikou a tvorbou interdisciplinárních učebních úloh. V teoretické části byla provedena literární rešerše českých i zahraničních zdrojů, týkajících se především charakteristiky a významu učebních úloh a mezipředmětových vztahů. V jednotlivých podkapitolách bylo dále poukázáno na definice, vlastnosti, kritéria pro tvorbu učebních úloh a jejich klasifikací v biologii dle kognitivní náročnosti. Kognitivní náročnost sehrává při tvorbě učebních úloh podstatnou roli. Proto jí byla věnována v teoretické části samotná podkapitola, která se zabývá vlivem kognitivní náročnosti úloh na myšlení žáka.

Praktická část naplnila hlavní cíl této bakalářské práce, jímž je tvorba souboru učebních úloh zaměřených na interdisciplinární vztahy mezi předměty přírodopis a chemie. Soubor 10 vzorových úloh se váže k tématu fyziologie rostlin, konkrétně k:

- fotosyntéze a dýchání,
- rostlinným barvivům,
- vodnímu režimu rostlin,
- minerální výživě rostlin
- a fytohormonům (doplňkové téma nad rámec učiva základní školy).

Rozmanitost úloh vycházela z různých kognitivních úrovní Bloomovy revidované taxonomie. V souboru navržených vzorových úloh byly zastoupeny 4 úlohy nižší kognitivní náročnosti (zapamatovat, porozumět) a 6 úloh vyšší kognitivní náročnosti (analyzovat, hodnotit, tvořit). Jako součást praktické práce byla vytvořena metodika pro učitele v podobě metodických listů. Soubor úloh byl konstruován pro 8.-9. ročníky základních škol a jim odpovídající ročníky nižších gymnázií.



## 6 Literární seznam

ALLEN, D., TANNER, K. 2002. Approaches to Cell Biology Teaching: Questions about Questions. *Cell Biology Education* 1(3): s. 63-67.

ALTMANN, A. 1975. *Metody a zásady ve výuce biologii*. Praha: SPN. 285 s.

BLOOM, B. S., ENGELHART, M. D., FURST, E. J. et al. 1956. *Taxonomy of: The Classification of Educational Goals. Handbook 1: Cognitive Domain*. New York: Longmans. 207 s.

BOER, E., JANSSEN, F. J. J. M., van DRIEL, J. H., DAM, M. 2021. Perspective-Based Generic Questions as a Tool to Promote Student Biology Teacher Questioning. *Research in Science Education* 51(5): s. 1287-1306.

BYČKOVSKÝ, P., KOTÁSEK, J. 2004. Nová teorie klasifikování kognitivních cílů ve vzdělávání: revize bloomovy taxonomie. *Pedagogika* 54(3): s. 227-242.

canna-cz.com. 2022. *The Solution for growth and bloom* [online].[cit. 3.6. 2022]. Dostupné z:<https://www.canna-cz.com>

CROWE, A., DIRKS, C., WENDEROTH, M. P. 2008. Biology in Bloom: Implementing Bloom's Taxonomy to Enhance Student Learning in Biology. *CBE-Life Science Education* 7(4): s. 368-381.

cz.pinterest.com [online].2010. [cit. 6.6. 2022]. Dostupné z:<https://cz.pinterest.com/pin/704672672958021616/>

ČÍŽKOVÁ, V. 2002. Příspěvek k teorii a praxi problémového vyučování. *Pedagogika* 52(4): 415-430 s.

ČÍŽKOVÁ, V., ČTRNÁCTOVÁ, H. 2003. Development of logical thinking in science subject teaching. *Journal of Baltic Science Education* 2(4): s. 12-20.

ČTRNÁCTOVÁ, H. 1997. Příspěvek didaktiky chemie k teorii a praxi projektování učebních úloh. *Pedagogika* 47(2): s. 138-149.

DORI, Y., J., HERSCOVITZ, O. 1966. Question-Posing Capability as an Alternative Evaluation Method: Analysis of an Environmental Case Study. *Journal of Research in Science Teaching* 34(4): s. 411-430.

DUERR, L. 2008. Interdisciplinary Instruction. *Educational Horizons* 86(3): s. 173-180.

ESHACH, H., DOR-ZIDERMAN, Y., YEFROIMSKY, Y. 2013. Question Asking in the Science Classroom: Teacher Attitudes and Practices. *Journal of Science Education and Technology* 23(1): s. 67-81.

GOUVEA, J. S., SAWTELLE, V., GELLER, B. D., TURPEN, CH. 2013. A Framework to Analyzing Interdisciplinary Tasks: Implications for Student Learning and Curricular Design. *CBE-Life Sciences Education* 12(2): s. 187-205.

HEJNOVÁ, E. 2011. Integrovaná výuka přírodovědných předmětů na základních školách v českých zemích – minulost a současnost. *Scientia in educatione* 2(2): s. 77-90.

HELUS, Z., HRABAL, V., KULIČ, V., MAREŠ, J. 1979. *Psychologie školní úspěšnosti žáků*. Praha: SPN. 263 s.

HOLEC, J. 2016. *Metodické komentáře a úlohy ke Standardům pro základní vzdělávání: přírodopis*. Praha: NÚV. 132 s.

HOLEC, J., RUSEK, M. 2016. *Metodické komentáře a úlohy ke Standardům pro základní vzdělávání: chemie*. Praha: NÚV. 105 s.

HOLOUŠOVÁ, D. 1986. *Příspěvek k srovnávací analýze marxistických teorií učebních úloh*. Praha: SPN. 117 s.

HRABÍ, L., VRÁNOVÁ, O., MÜLLEROVÁ, M. 2010. Kvalita současných učebnic přírodopisu z různých pohledů. *E – Pedagogium* 10(4): s. 9-18.

HUDECOVÁ, D. 2004. Revize Bloomovy taxonomie edukačních cílů. *Pedagogika* 54(3): s. 274-283.

CHAPMAN, E. 2002. Alternative Approaches to Assessing Student Engagement Rates. *Research and Evaluation* 8(13): s. 1-2.

CHUPÁČ, A. 2008. Rozvoj klíčových kompetencí žáka při řešení problémových učebních úloh v chemickém vzdělávání. *Pedagogická orientace* 18(4): s. 72-81.

JANSSEN, F., de HULLU, E. 2008. A toolkit for stimulating productive thinking. *Journal of Biological Education* 43(1): s. 21-26.

JONES, C. 2009. Interdisciplinary Approach – Advantages, Disadvantages, and the Future Benefits of Interdisciplinary Studies. *ESSAI* 7(26): s. 75-81.

KALHOUS, Z. Učební úlohy ve výuce in KALHOUS, Z., OBST, O. et al. 2009. *Školní didaktika*. Praha: Portál. 328-336 s.

KINCL, L., KINLC, M., JAKRLOVÁ, J. 2000. *Biologie rostlin: pro gymnázia*. Praha: Fortuna. 256 s.

KNECHT, P. 2014. *Příležitosti k rozvíjení kompetence k řešení problémů v učebnicích a ve výuce zeměpisu: Pedagogický výzkum v teorii a praxi*. Brno: Masarykova univerzita. 209 s.

KNECHT, P., LOKAJÍČKOVÁ, V. 2013. Učební úlohy jako příležitost k rozvíjení a dosahování očekávaných výstupů: analýza koherence a výstupů RVP VZ. *Pedagogika* 63(2): s. 167-181.

KORSUN, I. 2017. The use of interdisciplinary approach for the formation of learners' situational interest in Physics. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching* 18(5): s. 1-18.

KOVAL, T. V., LAZEBNIKOVA, A. Yu. 2017. Interdisciplinary Outcomes as a New Component of Educational Standards. *EEIA* 28: s. 379-387.

KRATHWOHL, D. R. 2002. A Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview. *Theory Into Practice* 41(4): s. 212-218.

KVASNIČKOVÁ, L., ŠVECOVÁ, M., RYCHNOVSKÝ, B. et al. 2013. *Standardy pro základní vzdělávání: přírodopis*. Praha: Národní ústav pro vzdělávání. 37 s.

LUKITASARI, M., HASAN, R. 2018. The Development of Learning Task Through Students' Feedback: A Process of Lesson Plan by Lesson Study. *Proceedings of the Annual Conference on Social Sciences and Humanities* 1: s. 191-195.

magazin.specialnizahradnictvi.cz. 2015. *Bio pěstování vs. chemie: výhody a nevýhody + mýty a fakta* [online].[cit. 3.6. 2022]. Dostupné z: <https://magazin.specialnizahradnictvi.cz/bio-pestovani-vs-chemie-vyhody-a-nevyhody-myty-a-fakta/>

MAŇÁK, J., ŠVEC, V. 2003. *Výukové metody*. Brno: Paido. 219 s.

MANOLEA, D. 2014. Extensions Interdisciplinary Physics. *International Letters of Chemistry, Physics and Astronomy* 7: s. 77-83.

MARCU, L. 2007. Science education: the need for an interdisciplinary approach. *The Annals of Oradea University, Biology Fascicle* 14: s. 53-56.

MAREŠ, J. 1980. Fridmanova teorie učebních úloh. *Pedagogika* 30(5): s. 596-610.

MAREŠ, J. 2013. *Pedagogická psychologie*. Praha: Portál. s. 365-387.

Metodický portál RVP.CZ. 2015. *Standardy pro ZV* [online]. Praha: Národní pedagogický institut ČR. [cit. 31.5. 2022]. Dostupné z: <https://digifolio.rvp.cz/view/view.php?id=9832>

NIKL, J. 1997. *Metody projektování učebních úloh*. Hradec Králové: Gaudeamus. 71 s.

NOVÁK, M., PETR, J., DITRICH, T. 2021. Secondary school student's ability to work with the tasks designed for biology olympiad. *Journal of Baltic Science Education* 20(5): s. 827-839.

OTTING, H., ZWAAL, W. 2006. Critical tasks characteristics in problem-based learning. *Industry and Higher Education* 20(5): s. 347-357.

PAPÁČEK, M. 2010. Badatelsky orientované přírodovědné vyučování – cesta pro biologické vzdělávání generací Y, Z a alfa?. *Scientia in educatione* 1(1): s. 33-49.

PAXSON, T. D. 1996. Modes of Interaction between Disciplines. *The Journal of General Education* 45(2): s. 79-94.

pixabay.com [online]. 2013 [cit. 2.6.2022]. Dostupné z: <https://pixabay.com/cs/vectors/kresba-realisticke-snezhenky-kvet-1300666/>

PODEŠVOVÁ, V. 2017. *Rostlinná barviva* [online]. Brno: Masarykova univerzita [cit. 9.6. 2022]. Dostupné z: [https://is.muni.cz/th/j2di4/Veronika\\_Podesvova.pdf](https://is.muni.cz/th/j2di4/Veronika_Podesvova.pdf)

PRŮCHA, J., MAREŠ, J., WALTEROVÁ, E. 2003. *Pedagogický slovník*. Praha: Portál. 322 s.

Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání [online]. 2017. Praha: MŠMT. [cit. 9.6. 2022]. Dostupné z: <https://www.msmt.cz/file/41216/>

Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání [online]. 2021. Praha: MŠMT. [cit. 9.6. 2022]. Dostupné z: <http://archiv-nuv.npi.cz/t/rvp-pro-zakladni-vzdelavani.html>

REDFIELD, D., ROUSSEAU, E. W. 1981. A Meta-Analysis of Experimental research on Teacher Questioning Behavior. *Review of Educational Research* 51(2): s. 237-245.

RENAUD, R. D., MURRAY, H. 2007. The validity of higher-order questions as a process indicator of educational quality. *Research in Higher Education* 48(3): s. 319-350.

ROSYPAL, S. et al. 2003. *Nový přehled Biologie*. Praha: Scientia. s. 240-241.

SAMSON, G. E., SIRYKOWSKI, B., WEINSTEIN, T., WALBERG H. J. 1987. The effects of teacher questioning levels on student achievement: A quantitative synthesis. *Journal of Educational Research* 80(5): s. 290-295.

SARYUKOVA, Zh., M., YBYRAIMZHANOV, K., MAILYBAEVA, G. 2018. Implementation of interdisciplinary relationships in education on the basis of science integration. *Opción* 85: s. 353-385.

SKALKOVÁ, J. 1978. *Od teorie k praxi vyučování*. Praha: SPN. 206 s.

SKALKOVÁ, J. 2007. *Obecná didaktika*. Praha: Grada. s.190-191.

SLAVÍK, J., DYTRTOVÁ, K., FULKOVÁ, M. 2010. Konceptová analýza tvořivých úloh jako nástroj učitelské reflexe. *Pedagogika* 60(4): s. 27-46.

ŠKODA, J., DOULÍK, P. 2009. Vývoj paradigmat přírodovědného vzdělávání. *Pedagogická orientace* 19(3): s. 22-44.

ŠVARŤÍČEK, R. 2011. Funkce učitelských otázek ve výukové komunikaci na druhém stupni základní školy. *Studia pedagogica* 16(1): s. 9-46.

ŠVEC, V., FILOVÁ, H., ŠIMONÍK, O. 1996. *Praktikum didaktických dovedností*. Brno: Masarykova univerzita. 90 s.

TOLLINGEROVÁ D. a kol. 1986. *K teorií učebních činností*. Praha: SPN. 235 s.

UŠÁKOVÁ, K. 1994. K pragmatickej funkcii učebných úloh: typy úloh v učive z biológie. *Technológia vzdelavania* 2(5): s. 2-4.

UŠÁKOVÁ, K., VIŠŇOVSKÁ, J. 2005. Ako ďalej v biológii na gymnáziách?: súčasná praxe, možnosti a perspektivy. *Biológia, Ekológia, Chémia* 10(1): s. 2-6.

VACULOVÁ, I., TRNA, J., JANÍK, T. 2008. Učební úlohy ve výuce fyziky na 2. stupni základní školy: vybrané výsledky CPV videostudie fyziky. *Pedagogická orientace* 18(4): s. 34-55.

VÁGNEROVÁ, P., MERGL, M., BENEDIKTOVÁ, L., KOUT, J. et al. 2019. *Kazuistická místa kurikula přírodopisu: na 2. stupni základní školy*. Plzeň: Západočeská univerzita. s. 34-36.

VÁVRA, J. 2011. *Revidovaná Bloomova taxonomie v českém vzdělávání*. In *Sapere Aude: Evropské a české vzdělávání*. Hradec Králové: MAGNANIMITAS Academic Association. 674 s.

VRÁNOVÁ, O. 2005. Posuzování úloh v pracovních sešitech přírodopisu. *E-Pedagogium* 5(4): s. 55-66.

VRÁNOVÁ, O. 2009. Tasks in natural science textbooks. *E – Pedagogium* 9(1): s. 91-96.

VRÁNOVÁ, O. 2012. Difficult Learning Tasks in Biology Curriculum. *The New Educational Review* 30(4): s. 30-44.

WINNE, P. H. 1979. Experiments relating teachers' use of higher cognitive questions to student achievement. *Review of Educational Research* 49(1): s. 13–49.