



Pedagogická
fakulta
Faculty
of Education

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Pedagogická fakulta

Katedra biologie

Diplomová práce

**Rostliny a atmosféra – didaktické zpracování
tématu pro výuku na základní škole**

Bc. Tomáš Čekal

Vedoucí diplomové práce: RNDr. Renata Ryplová, Ph.D.

České Budějovice, 2016

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracoval samostatně pouze odborného vedení vedoucí diplomové práce RNDr. Renaty Ryplové, Ph.D. a s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě Pedagogickou fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích, dne

.....

Tomáš Čekal

Abstrakt

Čekal T. 2016: Rostliny a atmosféra – didaktické zpracování tématu pro výuku na základní škole. Diplomová práce, Pedagogická fakulta JU, 69 s.

Cílem diplomové práce bylo didakticky zpracovat formou výukového programu s prvky badatelství vybrané téma z oblasti vztahů mezi rostlinami a atmosférou a aplikovat ho ve výuce na základní škole. Součástí diplomové práce bylo také srovnat, jaký má vytvořený výukový program vliv úrovně žakovských znalostí. Testování probíhalo na 150 žácích. Výzkumem bylo zjištěno, že prostřednictvím BOV se u žáků úroveň znalostí ve srovnání s frontální formou výuky zvyšuje. Dále to, že vědomosti žáků o fotosyntéze před výzkumem byly průměrné. A dále bylo potvrzeno, že při použití výukového programu s prvky badatelství a moderní techniky (žakovské sety Vernier) bylo učivo žáky efektivněji vstřebáno.

Klíčová slova: multimédia, didaktický test, badatelsky orientované vyučování, fotosyntéza

Abstract

Čekal T. 2016: Plants and atmosphere – didactic processing of the theme for teaching on the elementary school. Diploma thesis, Pedagogical faculty, University of South Bohemia, 69 s.

The aim of this work was to process the selected theme of the fields of relationships between plants and atmosphere by means of learning programme based on the inquiry approach didactically and apply it at the elementary school. The aim of the thesis was also to investigate the influence of the created learning programme on the level of pupils' knowledge.

150 pupils took part in this testing. The research approved that by means of using IBE (Inquiry based education) the level of pupils' knowledge compared with the frontal form of the education is increasing. The next fact was that pupils' knowledge of photosynthesis was only on the average. It was also confirmed that with the using of this learning programme with the elements of exploration and the use of modern technology (pupils' sets called Vernier) the curriculum was absorbed by students more efficiently.

Key words: multimedia, didactic test, inquiry based education, photosynthesis

Poděkování

Děkuji paní RNDr. Renatě Ryplové, Ph.D. za trpělivé vedení a poskytnutí cenných rad při diplomové práci a realizaci zvoleného tématu. Dále chci poděkovat ředitelům základních škol a učitelům přírodopisu Mgr. Lukášovi Hávovi, Mgr. Lucii Jelínkové, Mgr. Gabriele Fírbachové a Mgr. Elišce Zimové, kteří mi umožnili uskutečnit výukový program.

Obsah

Úvod.....	1
1. Literární přehled	2
1.1. Multimédia a neformální vzdělávání v přírodních vědách	2
1.2. Multimédia – technologie ve výuce.....	5
1.3. Aplikace multimédií do vzdělávacího procesu.....	6
1.4. Inquiry	8
1.4.1. Badatelsky orientované vyučování	8
1.4.2. Přínosy a omezení BOV	10
1.4.3. Důvody zavádění BOV do škol.....	12
1.4.4. Zavádění BOV a jeho limity	13
1.4.5. BOV a připravenost škol.....	13
1.4.6. BOV a kurikulární reforma	14
1.5. Rámcový vzdělávací program	15
1.5.1. Výskyt tématu fotosyntéza v učebnicích používaných na vybraných základních školách	15
1.6. Didaktický test.....	16
1.6.1. Vlastnosti dobrého didaktického testu.....	16
1.6.2. Testové úlohy.....	16
1.6.3. Ověření a optimalizace didaktického testu.....	17
2. Metodika práce	18
2.1. Výukový program	18
2.2. Didaktický výzkum.....	19
2.2.1. Didaktické testování.....	20
2.2.2. Ukázka testových úloh:	21
2.2.4. Bodování	25
2.2.5. Autorské řešení didaktického testu	26
2.2.6. Statistické zhodnocení výsledků	30
3. Výsledky	31
3.1. Výukový program	31
3.1.1. Metodika tvorby pracovního listu.....	31
3.1.2. Podklad pro pedagogy - pracovní list fotosyntéza – BOV	34

3.1.3. Pokyny pro pedagoga - průběh hodiny s pracovním listem - BOV	35
3.1.4. Autorské řešení pracovního listu	41
3.2. Didaktický průzkum.....	46
4. Diskuse	57
5. Závěr.....	60
6. Seznam literatury	61
7. Přílohy	2

ÚVOD

Cílem diplomové práce je didakticky zpracovat formou výukového programu s prvky badatelství vybrané téma z oblasti vztahů mezi rostlinami a atmosférou a aplikovat ho ve výuce na základní škole. Součástí diplomové práce bylo také zjistit, jaký má vytvořený výukový program vliv na úroveň žákovských znalostí.

V rámci výukového programu s prvky badatelské výuky jsem chtěl vytvořit program, ve kterém se využívá moderní žákovská didaktická měřicí technika – sety Vernier. Jako součást výukové hodiny byl vytvořen pracovní list a didaktický test, který měl porovnávat znalosti získané buď z badatelsky orientované výuky s použitím didaktické měřicí techniky, nebo z frontální výuky.

V rámci své diplomové práce jsem si z oblasti vztahů mezi rostlinami a atmosférou vybral téma Fotosyntéza. Jak jsem zjistil ve své bakalářské práci, toto téma je čteně zastoupeno v učebnicích, proto jsem ho chtěl přiblížit, a co nejvíce atraktivnit žákům na 2. stupni základní školy.

Dále jsem si toto téma vybral z hlediska nezastupitelnosti tohoto procesu v globálním kontextu. Fotosyntéza je důležitým procesem pro život na Zemi – vytvoření kyslíkaté atmosféry nebo vytváření biomasy rostlin.

1. LITERÁRNÍ PŘEHLED

V rámci bakalářské práce jsem se zabýval tematikou vztahů mezi rostlinami a atmosférou na 2. stupni základní škol. V praktické části jsem monitoroval výskyt jednotlivých okruhů v učebnicích základní školy. Tato diplomová práce se zaměřuje na jeden okruh za využití žákovské didaktické techniky.

1.1. Multimédia a neformální vzdělávání v přírodních vědách

Podle Škody a Doulíka (2009) prošlo přírodovědné vzdělávání od počátku 20. století nejen velkým vývojem, ale také útlumem a poklesem zájmu o přírodní vědy.

Z výzkumu (STEM-*Science, Technology, Engineering and Mathematics*), který provedl Basu a Barton (2007) bylo je zjištěno, že se dnešní studenti málo zajímají o přírodní vědy. Jedním z důvodů je, že informace, které jsou jim předávány, jsou pro ně zmatené a nudné. Navíc výuka probíhá v tradičních učebnách.

Santiago et al. (2012) se zabývali mezinárodní srovnávací studií PISA (The Programme for International Student Assessment) a TIMSS (The Trends in International Mathematics and Science Study), které analyzovaly dovednosti a vědomosti žáků v zemích OECD (Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj). Tyto výzkumy prokázaly, že v letech 1995–2007 došlo k zhoršení přírodovědné gramotnosti českých i slovenských žáků. Held (2011) zdůrazňuje nevyrovnanost ve výsledcích především v oblasti úrovně znalosti obsahu učiva, tj. vědomostí a žákovských dovedností, resp. schopnosti aplikace získaných poznatků do běžné praxe (přírodovědné zkoumání a uvažování). (Odcházellová, 2014)

Podobné výsledky uvádí i zpráva White Wolf Consulting (2009). V mezinárodním srovnávání dosahují čeští žáci lepších výsledků v množství osvojených přírodovědných poznatků, zatímco samostatné uvažování a zkoumání jim dělá výrazně větší problémy. Ale právě schopnost používat vědecké poznatky, identifikovat otázky a na základě důkazů vyvozovat ověřené závěry je součástí přírodovědné gramotnosti (Veselský, 2010 in Odcházellová, 2014). Ze závěru White Wolf Consulting (2009) a Santiago et al., (2012) vyplývá, že českým žákům tyto schopnosti chybí.

Dále se výzkumná práce White Wolf Consulting (2009) zaměřuje na chyby, které se vyskytují při výuce přírodních věd - přílišné teoretizování, množství vzdělávacího obsahu a malá spojitost s praktickým životem.

Použití technologií je běžnou součástí každodenního života. A právě technologie mohou přispět ke zvýšenému zájmu studentů o přírodní vědy. Mnozí (včetně těch v Natural History Network-přírodovědecké síti) se snaží přijít na to, jak technologie používat. Farnsworth et al. (2013) potvrzují, že technologie pomáhají studentům rozvíjet znalosti.

Přírodní vědy mají díky svému dynamickému rozvoji veškeré předpoklady pro aplikaci nových výukových metod a prostředků (Joshi, 2011 in Odcházelová, 2014).

Dickers (2012), Zimmerman a Land (2014) uvádějí, že díky technice lidé budou vzdělávání věnovat mnohem více času. To potvrzuje i studie Dikkers (2012). Clough et al. (2008) hodnotí využívání např. smartphonů jako příležitost učit se neformálně. Mayhew a Finkelstein (2008) a Falk et al. (2004) zdůrazňují, že používání technologií v neformálním vzdělávacím prostředí je prospěšné pro zapojení studentů ve výuce. Toto zjištění potvrzují i jiní autoři, například Dunleavy et al. (2009) a Farnsworth et al. (2013). (Boyce et al., 2014)

Mayhew a Finkelstein (2008) provedli výzkum, ve kterém naznačují, že verbální komunikace v procesu učení není dostačující. Podle nich je velmi důležitá i interaktivní složka komunikace. Autoři ukázali, že řada činností, v souvislosti s interaktivní diskuzí, vedla nejen k většímu pochopení klíčových pojmů, ale studenti si také informace pamatovali výrazně delší dobu. Toto potvrzují i Anderson et al. (2000), Hsi (2004), Zimmerman a Land (2014), pokud jsou při výuce zapojeny technologie v kombinaci s neformální zkušeností, studenti si informace pamatují delší dobu. (Boyce et al., 2014)

I Squire (2006) a Weigel et al. (2009) uvádějí, že při používání elektronických zařízení spolu s vizuálními prezentacemi a texty v rámci přirozeného neformálního vzdělávacího prostředí dochází ke spojení učení prostřednictvím toho, co dnes studenti považují za atraktivní způsob komunikace – tedy technologiemi. Toto spojení je klíčem, jak u studentů budovat pozitivní zájem o přírodní vědy. (Boyce et al., 2014)

Použití multimédií podle Mousaviho et al., (1995) je jedním z nejdostupnějších řešení, jak aktivovat vnímání žáků zapojením více smyslů a podpořit tzv. činnostní vyučování. Výzkumy Lindstroma (1994) dokazují, že lidé si zapamatují 20 % toho, co vidí, 40 % toho, co slyší a vidí, ale až 75 % toho, co vidí, slyší a zároveň dělají. (Ocházalová, 2014)

Protože se technologie při učení používají stále více, Ahmed a Parsons (2013) vyhodnotili, jak použití mobilních technologií a aplikací u studentů posílilo zapamatování biologických pojmů. Jejich studie naznačuje, že při použití aplikací, které byly navrženy tak, aby podpořily deduktivní uvažování, nastal zvýšený zájem o učení. Pomocí mobilní aplikace a v kombinaci s třídní diskusí bylo zjištěno, že studenti si lépe zapamatovali pojmy, o kterých diskutovali. (Boyce et al., 2014)

Výzkumem NRC (2009) a Nature (2009) bylo dokázáno, že více se toho lidé naučí právě v neformálním prostředí, tedy v ekologických centrech, muzeích či zoologických zahradách.

Neformální vzdělávací prostředí podporuje zvědavost, zkoumá postoje mezi studenty a poskytuje jim platformu pro zkoumání jejich zájmů v oblasti vědy. (Jones, 1997 in Ocházalová, 2014)

Neformální vzdělávací prostředí, jak uvádí McCallie et al. (2009), je učit se mimo formální učebny. Tímto prostředím může být školní pozemek, přírodovědné muzeum a různé vzdělávací programy pro školy. (Boyce et al., 2014)

Pokud srovnáme neformální výuku s tradiční výukou, během neformální výuky probíhá zvýšený zájem o vědu, protože spojuje pozitivní zkušenosti s vědeckými aktivitami (NRC, 2009). Neformální zkušenosti ukazují studentům, jak jsou pojmy z tradiční učebny propojeny se skutečným světem. (Bransford et al., 2000; COPUS, 2008; Holden a Sykes, 2012)

Podle Kotrby a Laciny (2007) je hlavním cílem činnostního vyučování a vyučování mimo učebny přeměna pasivních studentů v účastníky výuky. Tedy ty, kteří se přímou zkušeností naučí více než při jednostranném použití tradičních frontálních výukových metod.

V dobách, kdy nebyly dostupné takové prostředky, jaké jsou k dispozici dnes, Řehák (1967) mezi motivační a aktivizující vyučovací metody řadí např. i laboratorní

práce, samostatné pozorování, práce vyžadující manuální činnost, ale také práci s odbornou literaturou.

Komenský (1958), Řehák (1967) a Altmann (1975) uvádějí, že tak jako dnes i dříve didaktici kladli důraz na utváření představ a pojmů založeném na smyslovém vnímání, přímém pozorování věcí a jevů a především na vlastní zkušenosti žáka. (Odcházelová, 2014)

Podle Schulmana (1987) jsou dnes na učitele kladeny poměrně vysoké nároky, které vyžadují, aby disponoval tzv. „didaktickou znalostí obsahu“. Což je předpoklad pro zvládnání učitelské profese. V dnešní době zahrnuje didaktická znalost obsahu i rozvoj moderních technologií a jejich zavádění do výuky. Do jisté míry se jedná o přizpůsobování se žákům, protože pro ně jsou technologie běžnou součástí každodenního života. Aplikace multimédií do výuky je navíc v souladu i s ostatními výše zmiňovanými požadavky na učitele přírodních věd, jako jsou např. maximální názornost výuky, aktivní zapojení žáků do výuky. Vhodné použití multimédií do vyučovacích hodin se může stát dobrým nástrojem pro celkový rozvoj žákovy osobnosti. (Odcházelová, 2014)

1.2. Multimédia – technologie ve výuce

Abychom mohli diskutovat o pozitivních a negativních stránkách využití multimédií ve vyučování, je potřeba nejprve vymezit pojem multimédia. Multimédia mohou mít mnoho významů v závislosti na kontextu použití. (Odcházelová, 2014)

Andersen a Brink (2002) a Mayer (2009) uvádějí: „Z pohledu výuky by multimédia zahrnovala i klasický výklad doprovázený psaním nebo kreslením na tabuli. Nicméně vzhledem k dostupnosti moderních technologií v dnešní době lze za multimédia považovat takové prostředky, které poskytují audiovizuální podporu výuky, tedy mluvené či psané slovo, zvuk, fotografie, grafy, animace, videa apod. Z pohledu žáka jsou multimédia takové prostředky, které zapojují současně jejich zrak a sluch. V dnešní technické době může být několik druhů médií spojeno do jednoho zařízení, kterým je nejčastěji počítač nebo tablet ve spojení s prezentačním zařízením (projektor, interaktivní tabule aj.).“ (Odcházelová, 2014)

Falloon (2013) hodnotil, jak používání iPadů ovlivňuje zapojení studentů do výuky. Jeho studie zjistila, že pokud jsou součástí aplikace jasné pokyny, studenti mají větší zájem experimentovat, což vede k efektivnější podpoře v učení.

Nicméně, ne všechny programy, které jsou určeny pro vzdělávání, mají obohacující potenciál (např. aplikace s reklamou, které mohou odvádět pozornost uživatele, či ty s matoucím obsahem). (Boyce et al., 2014)

Dalším běžně užívaným termínem v oblasti multimédií je podle Chromého (2006) pojem multimediální vzdělávání, respektive multimediální výuka. Pod tímto pojmem si můžeme představit využívání několika komunikačních prostředků za účelem prezentace konkrétního učiva. Žáci se učí a získávají nové informace za přispění verbálního (mluvené nebo tištěné slovo) a vizuálního projevu (ilustrace, fotografie, animace, video). Mayer (2009) vyhodnotil, že zapojení více smyslů, především zraku a sluchu, je jedním z možných předpokládaných kroků ke zvýšení efektivity učení. (Odcházelová, 2014)

V poslední době se ve školství velmi často používá ve spojitosti s multimediální výukou pojem interaktivní. V praxi se tímto pojmem zabývali Chromý (2006) a Evans a Gibbons (2007) kteří vysvětlili, že při použití interaktivního multimédia, např. počítačové prezentace, dojde k posunu žáků i pouhým ovládním myši a dotykem (touch screen). (Odcházelová, 2014)

1.3. Aplikace multimédií do vzdělávacího procesu

Multimédia mohou představovat významný prostředek ve vzdělávání, záleží však na způsobu jejich integrace do výuky a způsobu využití jejich potenciálu. Mayer (2009) vymezuje dva přístupy pro aplikaci multimédií do vzdělávacího procesu: „Technology-Centered, přístup zaměřený na technologie a Learner-Centered, přístup zaměřený na žáka. První z nich, Technology-Centered, souvisí s rozvojem technologií a jejich bezprostřední aplikací do výuky. Tento přístup je založen na použití špičkových technologií pro vytvoření výukového materiálu, nicméně je opomíjen lidský faktor a způsoby učení žáků. Řeší především otázku, jak můžeme technologie využít jako výukový materiál.“ (Odcházelová, 2014)

Oproti tomu přístup Learner-Centered chápe použití multimédií jako prostředek k učení a zefektivnění výuky. Zahrnuje to, jak funguje lidská mysl a možnosti využití multimédií ve výuce, tak abychom ji co nejvíce zefektivnili. Důraz je podle Mayera (2009) kladen na využívání multimediálních technologií jako pomůcky k rozvoji schopností žáků. (Odcházelová, 2014)

Multimediální prostředky by měly lidské schopnosti doplňovat, podporovat činnosti, které nepatří mezi naše silné stránky, a zlepšovat a rozvíjet naopak ty oblasti, ve kterých vynikáme (Odcházelová, 2014).

Pokud má být realizace multimédií při vyučování úspěšná, neměla by se výuka podřizovat technologiím, ale technologie by měly sloužit k rozvoji učení a respektovat jeho průběh. Multimediální vzdělávání Clark a Paivio (1991) vymezují jako: „výuku probíhající v okamžiku, kdy žáci zaznamenávají informace prezentované dvěma a více různými způsoby, například vizuálně prezentovaná animace v kombinaci s verbálně prezentovaným vysvětlujícím komentářem. Účastník takové výuky používá při učení více smyslů a vytváří si komplexnější znalosti, díky kterým je schopen informace lépe přijmout a dlouhodobě uchovat.“ (Odcházelová, 2014)

Podle Normana (1993) je správné použití multimédií do výuky jedním z příkladů toho, co může rozvíjet žákovu inteligenci.

Jednou z cest, jak se by se dala rozvíjet žákova inteligence, by mohlo být použití digitálního přírodního výukového prostředí. Toto prostředí může u studentů posílit schopnosti a používání různých technologických zařízení, a tím zvýšit zájem o učení. Boyce et al. (2014) vytvořili neformální environmentální vědní program. Prostřednictvím tohoto programu se studenti učili o přírodě během výletů do místní přírodní rezervace, která využívala site-specific (místní-specifikum) a aplikaci pro Apple iPad. Tím pádem dosáhli spojení mobilních technologií a průzkumného přístupu.

Podle Joshiho (2011) je prokázáno, že použití multimédií zvyšuje míru uchování informací a zkracuje dobu učení. Počítačové animace doprovázené vhodným komentářem, popřípadě doplňkovou interaktivní úlohou, mohou podle Mayera a Simse (1994): „Sloužit k vysvětlení principů, které žáci později využijí v rámci výuky vedené v neformálním vzdělávacím prostředí nebo badatelským způsobem.“

1.4. Inquiry

Badatelsky orientované vyučování je termín, který pochází z anglické zkratky IBE – inquiry based education. V případě přírodních věd se používá inquiry based science education - IBSE. V dalším textu bude pro jeho označení používána zkratka BOV. (Janoušková et al., 2008 in Papáček, 2010) Inquiry Stuchlíková (2010) ho definuje: „Jako bádání, zkoumání, ale také hledání pravdy.“

Čeští pedagogové a psychologové zaznamenali termín inquiry poté, co začal být často používán v zahraničí. Např. v překladovém anglicko-českém slovníku Mareš a Gavora (1999) interpretují termín inquiry jako inquiry teaching, které je překládáno jako vyučování bádáním, objevováním. V české literatuře se ale tento termín neujal. Spíše se používaly termíny, které částečně zachycující to, co se odehrává při inquiry – bádání, hledání pravdy. (Stuchlíková, 2010)

1.4.1. Badatelsky orientované vyučování

Nezvalová a kol., (2010) uvádějí, že BOV bylo rozvíjeno v šedesátých letech minulého století. Učení se formou objevování vzniklo protiklad tradičního vyučování, kdy žáci pouze memorovali a reprodukovali fakta, která jim v hotové podobě sdělil učitel.

Podle Brunera (1987) je BOV forma aktivního učení, při kterém je pokrok v učení hodnocen podle toho, jak se rozvíjí experimentální a analytické dovednosti žáka.

Jak uvádí Papáček (2010), BOV by mělo zahrnovat i řadu experimentálních pokusů, které by měly rozvíjet zručnost žáků.

Dále Papáček (2010) uvádí, že: „BOV vychází z konstruktivistického přístupu ke vzdělávání. Učitel nepředává učivo výkladem v hotové podobě, ale vytváří znalosti cestou řešení problému a systémem kladených otázek (komunikačního aparátu). Má funkci zasvěceného průvodce při řešení problému a vede přitom žáka postupem obdobným, jaký je běžný při reálném výzkumu.“

„BOV podporuje rozvoj tvořivého myšlení žáka. Rozvíjí se prostřednictvím dotazování a reflexí. Jsou to otázky typu: Jak to vím? Mohu to někdy znát? Jaký je důkaz? Jak mohu učinit toto rozhodnutí? Otázky, které si klade žák, jsou základem pro BOV. Při tradiční výuce se dotazuje většinou učitel. Otázky jsou v tomto případě obvykle zpětnou vazbou pro učitele. Zjišťují, zda žák dokáže reprodukovat poznatky, nebo podporují řešení neproblémových úloh. V BOV učitel klade otázky, které jsou otevřené a reflexní. Technika dotazování je velmi důležitá a je poměrně obtížnou dovedností jak pro učitele, tak i pro žáka.“ (Nezvalová a kol., 2011)

Rocard (2010) vysvětluje BOV jako způsob vyučování, při kterém se získávají znalosti řešením určitého problému. Problém je řešen v několika krocích, které zahrnují stanovení hypotézy, zvolení příslušné metodiky zkoumání jevu, získání výsledků a jejich zpracování, shrnutí a diskusi.

Bybee (2004) klasifikuje: „BOV jako strategii vyučování i model pro pedagogický postup. Jedná se o aktivity, kde je kladen důraz na samostatnost žáka, přičemž výuka je vedena s induktivní logickou argumentací a bohatou komunikací s žáky, tj. stylem talking science education.“ (Papáček, 2010)

Bransford, Brown a Cocking (1999) vysvětlují, že podstatou BOV je učení založené na žákových dotazech. V BOV se předpokládá, že žáci nezískávají přímé instrukce a informace od učitele, ale pracují společně na řešení problému. Učitel nepředává hotové poznatky žákům, ale pomáhá žákům v objevování poznatků. Učitel je facilitátorem žákovu učení. Přestože tato forma vyučování získává popularitu v poslední dekádě, existují i pochybnosti o efektivitě této metody.

Bádání je prostředek, pomocí kterého vědci zkoumají přírodu. Pro žáky to znamená jednak získávání badatelských dovedností, ale i porozumění procesu bádání. Badatelské dovednosti zahrnují - pokládání si otázek, plánování a provádění pozorování, zkoumání s využitím přístrojů a vytváření vztahů mezi důkazem, objasňováním. (Nezvalová a kol., 2010)

Určité množství rozporů v názorech, zda by BOV mohlo, či nemohlo být přínosem, souvisí se skutečností, že nedošlo k přesnému vymezení, co se pod tímto

pojmem skrývá. Jistou orientaci nám poskytuje Eastwell (2009), který rozděluje „bádání“ na několik základních typů:

potvrzující bádání – otázka i postup jsou studentům poskytnuty, výsledky jsou známy, jde o to je praxí ověřit

strukturované bádání - otázku i možný postup sděluje učitel, studenti na základě studovaného jevu formulují odpovědi

nasměřované bádání – učitel dává výzkumnou otázku, studenti vytvářejí metodický postup a realizují ho

otevřené bádání – studenti si kladou otázku, promýšlejí postup, provádějí výzkum a formulují výsledky

Memorování faktů a informací dnes nepatří mezi důležité dovednosti, protože fakta a informace jsou dnes snadno dostupné. Co je ale podstatné, je porozumět těmto skutečnostem a informacím. (Nezvalová a kol., 2010)

1.4.2. Přínosy a omezení BOV

Přínosy a omezení BOV popisuje celá řada autorů, podrobně je rozebírají (Edelson, Gordin, Pea, 1999 in Stuchlíková, 2010):

přínosy BOV:

- vytváření obecné schopnosti hledat a objevovat
- speciální schopnosti a dovednosti potřebné pro zkoumání
- zlepšení porozumění vědeckým pojmům
- objevování vědeckých principů
- zvýšení citlivosti na nedostatky ve vlastních znalostech a jejich doplňování cestou systematického zkoumání, upřesňování a využívání dosavadních znalostí

obtíže BOV:

- motivace studentů
- dovednosti studentů potřebné pro zkoumání
- zázemí studentských dosavadních znalostí
- omezení možné realizace – čas, zdroje, učební plány

Dále výhody a nevýhody BOV popisuje Rychnovský (2011):

výhody – oborové

- samostatnost v činnostech
- vyhledávání a získávání informací
- zvýšení motivace
- schopnost třídění informací
- lepší pochopení souvislostí v učivu
- vyšší aktivita
- změna komunikace ve vztahu učitel a žák

výhody všeobecné

- hlubší paměťové stopy
- rozvoj kreativity
- zlepšení schopnosti formulování a obhájení postoje
- výhodnost pro další aktivity

nevýhody – oborové

- vysoká časová náročnost
- nezbytnost rozsáhlejší přípravy
- zpomalení výukového tempa
- riziko nerovnoměrného zapojení

nevýhody – všeobecné

- možná jednostrannost
- nepropracovanost výuky
- nesystematičnost výuky
- vhodnost pro zlomek žáků

1.4.3. Důvody zavádění BOV do škol

Přírodovědné vzdělávání prochází v současné době krizí nejen v ČR ale i v Evropě, což se projevuje poklesem zájmu o přírodovědné obory. (Ryplová a Reháková, 2011)

Z důvodu nárůstu poznatků v biologii Švecová (2005), Jeřábek a Tupý (2007) a Petr (2009) považují za nezbytné změnu výukových přístupů, a to i v rovině výběru učiva. (Papáček, 2010)

Jako východisko z této situace se jeví zavádění BOV v biologii, které je již v řadě evropských zemí s úspěchem zavedeno (např. Projekt Pollen, Program SINUS – Transfer), jak podrobněji uvádějí Janoušková a kol. (2008).

Jak již bylo řečeno, exponenciální nárůst objemu poznatků v přírodních vědách a tzv. krize ve vzdělávání (což je termín, který možná není ničím jiným než pojmenováním deziluze vzdělavatelů z nemožnosti zprostředkovat mladým lidem, kteří jsou upoutáváni lákadly doby, úplný obraz světa a jeho fungování) vedly v oblasti přírodních věd k přehodnocení názoru na podstatu a cíle ve vzdělávání. (Papáček, 2010)

V ČR situaci v oblasti vzdělávání přírodním vědám sledovali Czesaná et al. (2009). Tito autoři uvádějí podle průzkumů PISA (= OECD Programme for International Student Assessment), že čeští žáci jsou úspěšní v oblasti vysvětlování jevů pomocí přírodních věd (což je z hlediska studia přírodních věd uspokojivé a pro vzdělavatele budoucích přírodovědců potěšující), tzn. v oblasti aplikace vědomostí. Naproti tomu v oblasti rozpoznávání přírodovědných otázek, resp. rozpoznávání otázek, které lze vědecky zodpovědět, a v oblasti používání vědeckých důkazů, jsou

významně méně úspěšní (což je z hlediska perspektivy studia přírodních věd přinejmenším alarmující a z hlediska vzdělavatelů budoucích přírodovědců naléhavým důvodem k zamyšlení). Tyto výsledky podle autorů odpovídají dosavadnímu pojetí výuky, kde je kladen důraz na vědomosti a jejich aplikaci a vědecká výchova je opomíjena. (Papáček, 2010)

1.4.4. Zavádění BOV a jeho limity

V současné době v ČR BOV ještě nepatří mezi zcela vžitá pojmy a mohou ho nahrazovat například aktivizující metody nebo zážitková a problémová pedagogika. (Papáček, 2010)

MŠMT ČR je v současné době (tj. v období 2009 – 2011) nositelem individuálního národního projektu s názvem Podpora technických a přírodovědných oborů (= PTPO). Tento projekt, který je zčásti podporovaný EU, je koncipován poměrně široce a není primárně orientován na BOV. Nicméně, jak tvrdí Papáček (2010), jeho platforma by mohla přispět k lepší přípravě učitelů a tím pádem rozšířit tento styl výuky na základní a střední školy. Dále Papáček (2010) uvádí, že: „V podstatě zatím neexistuje systematická příprava učitelů zaměřená na aplikace BOV. Kromě toho existují i další omezení daná reálným stavem přípravy učitelů.“

1.4.5. BOV a připravenost škol

BOV naráží i na řadu překážek (shrnutí např. Edelson a kol., (1999) a Papáček, 2010). Mezi překážky BOV patří např. nesystémově nabízené pomůcky pro praktickou výuku, které nepokrývají spektrum vyučovacích témat a jsou pro školy někdy cenově nedostupné. Dále mezi ně patří malý časový prostor pro výuku či nedostatečná motivace učitelů. (Ryplová a Reháková, 2011)

Jedním z možných řešení této situace se jeví využití moderní interaktivní techniky, např. interaktivní tabule nebo žákovské měřící sety Vernier a Pasco. Využití interaktivní tabule např. umožňuje v relativně krátkém čase předvedení videonahrávek i složitějších experimentů, předem připravených animací, her apod. To vše navíc

v interaktivní formě a s využitím počítačové techniky. Praktická činnost žáků je založena na samostatném vyvození závěrů pomocí zhlédnutých pokusů v interaktivních úlohách. (Ryplová a Reháková, 2011)

1.4.6. BOV a kurikulární reforma

Aby mohlo dojít k reformě vzdělávání v biologii, je nutná revize strukturace a obsahu učiva (Papáček, 2006). Od 50. let minulého století dochází v ČR k pravidelným školským obsahovým i organizačním reformám. Papáček a Šafářová (2007) uvádějí, že ne vždy tyto reformy vedou k pozitivnímu posunu ve znalostech a dovednostech žáků.

V ČR vznikly v rámci kurikulární reformy Rámcové vzdělávací programy, které od roku 2005 postupně vstupují v platnost. STEM předměty (Science, Technology, Engineering and Mathematic – věda, technologie, strojírenství a matematika) jsou na 2. stupni základních škol součástí vzdělávací oblasti Člověk a příroda, která zahrnuje tyto vzdělávací obory: fyzika, chemie, přírodopis a zeměpis. Technologie jsou na základních školách začleněny do vzdělávacích oblastí Člověk a svět práce a Informační a komunikační technologie. Hlavním cílem této reformy byla snaha zvýšit nezávislost škol a podpořit pedagogickou nezávislost učitelů v oblasti nových a inovativních metod. (Kearney, 2011)

I Rochard et al. (2007) a Jimenés-Aleixandre et al. (2009) shodně konstatují, že reforma v rovině vzdělávání, pedagogiky i reforma v rovině kurikula je nutná z důvodu poklesu zájmu o studium v oblasti matematiky, technologií a přírodních věd.

Dále Osborn a Dillon (2008) považují za nutné takové změny kurikula, při kterých by došlo k posílení spojení přírodovědeckého vzdělávání s aktuálními globálními problémy lidstva, jako jsou např. globální změny klimatu, zásoby vody, produkce potravin, zdroje energie apod. (Ryplová a Reháková, 2011)

Zavádění přístupů BOV do škol a budování sítě učitelů, kteří budou moci BOV realizovat, bude vyžadovat čas na přípravu, jak shodně konstatují Jorde (2009) a Prenzel et al. (2009). Rochard et al. (2007) upozorňuje na národní podporu pro projekty, které směřují k obměně a vývoji kurikula, kde je zahrnuta BOV.

Dytr (2009) (předseda asociace ředitelů gymnázií, ústní sdělení in Papáček, 2010) shrnuje, že v posledních 20 letech jsou pro české školství charakteristické rychle se střídající reformy, z nichž některé ani nestačily vejít v platnost. Výsledkem této situace, jako jsou malé mzdy, neustálý nedostatek času, proměny mentality a chování žáků a změny přístupu rodičovské veřejnosti ke škole, je únava, deziluze a skepse mnoha učitelů.

1.5. Rámcový vzdělávací program

V RVP ZV je téma fotosyntéza zahrnuto do vzdělávací oblasti Přírodopis jako součást vzdělávacího obsahu Biologie rostlin a učiva fyziologie rostlin. Očekávanými výstupy žáků by mělo být objasnění principů základních rostlinných fyziologických procesů. (Balada a spol., 2010)

1.5.1. Výskyt tématu fotosyntéza v učebnicích používaných na vybraných základních školách

- Rostliny a houby našich lesů – řasy, lišejníky, mechy, kapradiny, rostliny nahosemenné a krytosemenné. (Ekologický přírodopis pro 6. ročník, Fortuna)
- Přehled organismů – sinice – modrozelené organismy; lišejníky – průkopníci života; řasy – stélkaté rostliny; prvoci – jednobuněční živočichové (Přírodopis pro 6. ročník základní školy a primu víceletého gymnázia, Fraus)
- Země a život – fotosyntéza a dýchání; Jednobuněční organismy s nepravým buněčným jádrem – sinice; Jednobuněčné organismy s pravým buněčným jádrem – jednobuněční rostliny; Mnohobuněční organismy – nižší rostliny, mnohobuněčné řasy a zelené řasy (Přírodopis 6 – zoologie a botanika, SPN)

1.6. Didaktický test

Podle Chrásky (1999) je didaktický test zkouška, která objektivním způsobem zjišťuje úroveň zvládnutí učiva u určité skupiny osob. Na rozdíl od běžné zkoušky je didaktický test navržen, ověřen a hodnocen podle určitých (předem stanovených) pravidel.

Stručně a výstižně definuje Byčkovský (1982), didaktický test jako prostředek systematického zjišťování výsledků výuky (změny v osobnostech žáků vlivem výuky). Tyto změny se mohou týkat vědomostí žáků, ale také jejich dovedností (Skutil a kol., 2011).

1.6.1. Vlastnosti dobrého didaktického testu

Mezi základní vlastnosti dobrého didaktického testu patří: validita, reliabilita a praktičnost. Validita didaktického testu platí tehdy, když je testováno skutečně to, co má být zkoušeno. Aby didaktický test měl vysokou reliabilitu, měla by se prosazovat v co nejmenší míře náhodná složka (okamžitá kondice, vnější podmínky) testu. Z hlediska praktičnosti by měl dobrý didaktický test mít jednoduché použití a snadnou a rychlou opravu výsledků. (Chráska, 1999)

1.6.2. Testové úlohy

Kromě termínu „testová úloha“ se často používá „testová otázka“, „testová položka“ nebo „testový úkol“. (Skutil a kol., 2011)

Podle Chrásky (1999) je didaktický test vytvořen z jednotlivých testových úloh. Testovou úlohou může být otázka, úkol nebo problém v testu. Zásady při navrhování testových úloh. Při navrhování všech typů testových úloh by se měly podle Chrásky (1999) dodržovat některé obecně zásady:

1. Vyhýbat se úlohám kvízového charakteru.
2. Navrhnout testové úlohy, které jsou na sobě nezávislé, tj. takové, u nichž správné vyřešení jedné úlohy není vázáno na správné vyřešení jiné úlohy v testu.

3. Dbát na to, aby formulace neobsahovaly nápovědu správné odpovědi (tzv. nezamýšlená nápověda).
4. Nepoužívat tzv. „chytáky“, u nichž nezkoušíme zvládnutí učiva, ale zcela jiné charakteristiky žáka (např. postřeh, vtíp atd.).
5. Navrhnutých testových úloh by mělo být vždy o něco více, než kolik má obsahovat konečná podoba testu. Při ověřování testu se ukáže, že řada úloh z různých příčin nevyhovuje.
6. Náležitou pozornost je třeba také věnovat grafické úpravě úloh. Text musí být dokonale čitelný a přehledný, písmo dostatečně velké a výrazné.

1.6.3. Ověření a optimalizace didaktického testu

Podle Chrásky (1999): „Relativně definitivní představu o vlastnostech testu můžeme získat až po důkladném ověření testu na vzorku žáků.“

To, jak byly testové úlohy pro žáky obtížné, bylo vypočítáno, pomocí hodnoty obtížnosti Q. Hodnota obtížnosti udává, kolik procent žáků, nedokázalo danou úlohu správně vyřešit, nebo ji vynechalo. (Chráska, 1999)

$$Q = 100 * (n_n / n)$$

kde Q je hodnota obtížnosti, n_n je počet žáků ve skupině, kteří odpověděli nesprávně, anebo neodpověděli, a n je celkový počet žáků ve vzorku. (Chráska, 1999)

Pokud vyjde hodnota obtížnosti Q více než 80, úlohy jsou považovány za velmi obtížné. Naopak úlohy s hodnotou Q menší než dvacet jsou zařazeny mezi velmi snadné. Velmi snadné a obtížné úlohy by měly být v didaktickém testu zastoupeny co nejméně. Za nejvhodnější testové úlohy jsou považovány ty, které mají hodnotu obtížnosti Q kolem 50. (Chráska, 1999)

Jak uvádí Chráska (1999) na začátek testu je z psychologických důvodů dobré vložit úlohu, která patří mezi velmi snadné, protože to může přispět k uklidnění žáka a navození pocitu jistoty.

2. METODIKA PRÁCE

V diplomové práci byl vytvořen výukový program v rámci oblasti vztahů mezi rostlinami a atmosférou. Zvoleným tématem byla fotosyntéza.

2.1. Výukový program

Výukový program Fotosyntéza byl sestaven, aby motivoval žáky k bádání, vedl k aktivní činnosti a ke kritickému myšlení ve vyučovací hodině. Zároveň žákům umožnil využít jejich vědomosti a znalosti z oblasti fyziologie rostlin.

Cílem výukového programu mělo být:

- a) vytvořit program
- b) program ověřit ve výuce a pomocí didaktického průzkumu zjistit, jaký má použití výukového programu vliv na znalosti žáků.

V rámci výukového programu byly stanoveny tyto hypotézy:

- a) Prostřednictvím BOV se u žáků úroveň znalostí ve srovnání s frontální formou výuky zvyšuje.
- b) Vědomosti žáků budou, i přes zastoupení tématu v šestém ročníku a okrajově v sedmém ročníku, před výzkumem průměrné.
- c) Učivo sdělované prostřednictvím výukového programu s prvky badatelství s použitím moderní techniky (žakovské sety Vernier) bude žáky efektivněji vstřebáno, než prostřednictvím běžně se vyskytující frontální výuky.

V rámci realizace programu byla používána moderní didaktická technika, tj. žakovské sety Vernier – jmenovitě Lab Quest, čidlo na oxid uhličitý, program Logger Lite 1.6.1, kterým bylo možno měření přenést přímo na interaktivní tabuli. Jako součást výukového programu byl vytvořen pracovní list a didaktický test, který sloužil jako pomůcka pro ověření spontánních žakovských znalostí z oblasti fotosyntézy.

2.2. Didaktický výzkum

Celkově se na výzkumu podílelo 150 žáků, z toho se 75 žáků účastnilo badatelsky orientované výuky a 75 frontální výuky. Výukový program byl nejdříve vyzkoušen v pilotním výzkumu a poté ověřen na vybraných základních školách: ZŠ a MŠ Tábor Husova, ZŠ Tábor Zborovská, ZŠ Otakara Březiny Počátky a ZŠ Planá nad Lužnicí.

Výukový program byl realizován v sedmých ročnících. Sedmé ročníky byly vybrány, protože žáci na těchto školách prošli tématem fotosyntéza podle ŠVP už šestém ročníku. Na každé škole byly vytvořeny dvě skupiny podle vyučovacího stylu, tedy skupina badatelská a frontální. Žáci byli do těchto skupiny rozříděni na základě známek z jejich pololetního vysvědčení. Tím byly vytvořeny dvě skupiny (badatelská a frontální), které měly podobné až stejné průměry známek.

Časová náročnost výukového programu badatelského charakteru byla stanovena na 90 minut (dvě vyučovací hodiny), kdežto výuka frontálního charakteru pouze na 45 minut (jedna vyučovací hodina).

Předpokladem pro uskutečnění výukového programu byla velká vstřícnost ředitelů škol, kteří mi umožnili realizovat jak badatelskou i frontální výuku a testovat tak znalosti jejich žáků. Dále by výukový program nemohl proběhnout bez ochotného přístupu učitelů přírodopisu. Taktéž bylo nutné učitele přírodopisu podrobně seznámit s pracovním listem a didaktickým testem, který byl vytvořen na základě rámcově vzdělávacího obsahu, školního vzdělávacího plánu.

Pracovní list byl vytvořen tak, aby obsáhl důležité oblasti z tématu fotosyntéza: podmínky, výchozí látky a produkty, umístění fotosyntézy v rostlinném těle, přijímání živin, kdy fotosyntéza probíhá a jaké plyny se vyměňují mezi atmosférou a rostlinami). Pracovní list obsahuje převážně otevřené úlohy a vyskytuje se tam i odborný text, s kterým žáci pracují. Dále žáci analyzují graf.

2.2.1. Didaktické testování

Výukový program byl testován formou didaktického testu. Testování probíhalo v různých termínech. Skupině žáků, kteří byli vyučováni badatelsky, i skupině žáků, kteří byli vyučováni frontálně, byly předloženy naprosto totožné testy.

Testové úlohy byly vybírány takovým způsobem, aby postihly důležité aspekty fotosyntézy (podmínky, výchozí látky a produkty, umístění fotosyntézy v rostlinném těle, přijímání živin, kdy fotosyntéza probíhá a jaké plyny se vyměňují mezi atmosférou a rostlinami). Při stanovení didaktického testu byly jednoduché otázky umístěny do úvodu a postupně přidávány obtížnější úlohy. Obtížnost úloh byla stanovena na základě hodnoty obtížnosti v pilotním výzkumu (viz Tabulka č. 1).

Pre-test (test č. 1)

Žáci byli před prvním testem rozděleni do dvou skupin (skupina badatelská a skupina frontální) na každé škole na základě jejich známek z přírodopisu v pololetním vysvědčení. Tím nedošlo k vytvoření třídy, ve které jsou „lepší“ žáci, a třídy, ve které jsou „horší“ žáci.

Tento test žáci dostali před výukou a jeho cílem bylo ověřit míru znalosti žáků před badatelskou a frontální výukou a zjistit, zda úroveň znalostí obou testovaných skupin se před výukou neliší.

Post-test (test č. 2)

Týden po pre-testu žáci absolvovali frontální a badatelskou výuku. V závěru těchto hodin jim byl zadán test č. 2 (post-test). Tento test měl zjistit efektivitu různých výukových metod.

Vytvořený didaktický test obsahoval otevřené, ale i uzavřené testové úlohy. Mezi uzavřené testové úlohy patřily otázky č. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8. Z uzavřených testových úloh zde byly použity uzavřené úlohy s výběrem odpovědi – jedna správná odpověď. Součástí didaktického testu jsou dvě otevřené otázky se stručnou odpovědí – úloha č. 9 a 10. První část úlohy č. 10 obsahuje ještě otevřenou úlohu s širokou odpovědí.

2.2.2. Ukázka testových úloh:

1. Prostřednictvím kterého orgánu získávají rostliny živiny z půdy?

- a) stonku
- b) kořene
- c) listu
- d) květu

2. Pro fotosyntézu rostlina potřebuje:

- a) oxid uhličitý, kyslík, vodu, minerální látky
- b) sluneční energii, vodu, oxid uhličitý, cukry
- c) oxid uhličitý, sluneční energii, vodu, minerální látky
- d) oxid uhličitý, cukry, vodu, minerální látky

3. Ve kterém rostlinném orgánu zelených rostlin převážně probíhá fotosyntéza?

- a) v kořeni
- b) v plodu
- c) v listu
- d) v květu

4. Které látky vznikají u zelených rostlin při fotosyntéze?

- a) cukry a voda
- b) voda, cukry a oxid uhličitý
- c) cukry a oxid uhličitý
- d) cukry a kyslík

5. Které plyny si mezi sebou vyměňují rostliny a atmosféra?

- a) oxid uhličitý a dusík
- b) oxid uhličitý a oxid uhelnatý
- c) oxid uhličitý a kyslík
- d) kyslík a dusík

6. Kdy rostlina přijímá prostřednictvím fotosyntézy oxid uhličitý?

- a) jen v noci

- b) pouze ve dne
- c) ve dne i v noci
- d) rostliny ho nepřijímají v procesu fotosyntézy, ale naopak ho fotosyntézou vylučují

7. Určitě jste zažili, že v nevětrané třídě plné spolužáků jste se po nějaké době cítili unaveni. To bylo způsobeno zvýšenou koncentrací oxidu uhličitého ve vzduchu, který vydechujeme. Jak by situace vypadala za slunečného dne, kdyby místo žáků v lavicích seděly rostliny?

- a) rostliny dýchají jako lidé, koncentrace oxidu uhličitého by se tedy také zvýšila
- b) prostřednictvím fotosyntézy by se koncentrace oxidu uhličitého snižovala
- c) prostřednictvím fotosyntézy by se koncentrace oxidu uhličitého zvyšovala
- d) koncentrace oxidu uhličitého by se nezměnila

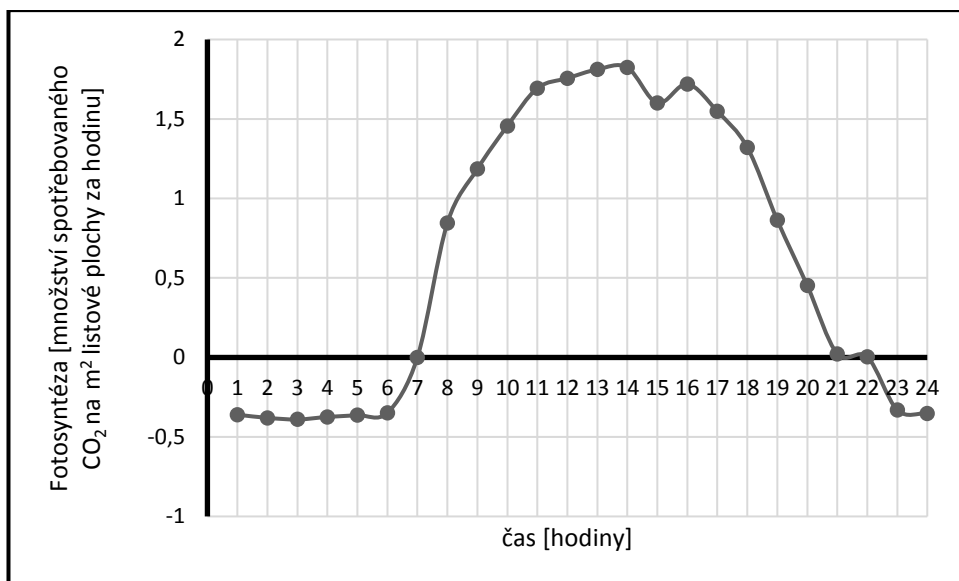
8. Jak se nazývá barvivo umožňující fotosyntézu?

- a) chronofyl
- b) chlorofyl
- c) chromofyl
- d) rodofyl

9. Budeme-li měřit denní výměnu oxidu uhličitého mezi rostlinou a jejím okolím, získáme následující graf. Kladné hodnoty znamenají spotřebu CO₂ rostlinou, záporné výdej CO₂ do atmosféry.

Zjistěte z grafu:

- a) od kdy do kdy probíhala u této rostliny fotosyntéza
- b) v kolik hodin dosáhla fotosyntetická aktivita maxima
- c) od kdy do kdy rostlina dýchala



- a) Fotosyntéza probíhala od.....hod. do.....hod.
 b) Maximum fotosyntetické aktivity v.....hod.
 c) Rostlina dýchala od.....hod. do.....hod.

10. Rostliny vytvářejí svoji hmotu (biomasu) díky fotosyntéze. V následující tabulce jsou uvedeny hmotnosti tří rostlin slunečnice pěstovaných po stejné dlouhou dobu na školní zahradě. Jedna z rostlin rostla ale na slunečném místě, druhá v polostínu a třetí ve stínu. S pomocí těchto hodnot sestrojte graf, který bude vyjadřovat hmotnost jednotlivých rostlin rostoucích v rozdílných světelných podmínkách. S pomocí grafu pak rozhodněte, která z rostlin rostla ve stínu, která v polostínu a která na slunci.

Rostlina	Hmotnost [g]
R1	326
R2	762
R3	549

Graf



Na slunci rostla rostlina č.:

Ve stínu rostla rostlina č.:

V polostínu rostla rostlina č.:

2.2.3. Ověřování didaktického testu

Pilotáž byla provedena na ZŠ Zborovská. Test jsem vyzkoušel na 22 studentech. Po proběhnuté pilotáži a stanovení obtížnosti (viz Tabulka č. 1) u jednotlivých úloh jsem zahájil výzkum.

Tabulka č. 1: Vyhodnocení hodnoty obtížnosti (pilotní výzkum)

Číslo otázky	Počet nesprávných odpovědí	Hodnota obtížnosti
1	2	9 %
2	9	40,90 %
3	5	22,70 %
4	10	45,50 %
5	12	54,50 %
6	13	59,10 %
7	16	72,70 %

8	4	18,10 %
9	18	81,80 %
10	15	68,20 %

Průměrná hodnota obtížnosti (pilotní výzkum) je 47,25 %.

Tabulka č. 2: Vyhodnocení hodnoty obtížnosti (výukový program)

Číslo otázky	Počet nesprávných odpovědí	Hodnota obtížnosti
1	16	10,70 %
2	65	43,30 %
3	33	22 %
4	61	40,70 %
5	91	60,70 %
6	86	57,30 %
7	88	58,70 %
8	50	33,30 %
9	113	75 %
10	98	65,33 %

Průměrná hodnota obtížnosti (výukový program) je 46,72 %.

2.2.4. Bodování

V testu je obsaženo deset otázek různého charakteru – otevřené a uzavřené. Bodování těchto otázek je různé. Za jednoduché otázky mohou žáci získat jeden bod, za středně těžké otázky body dva a za nejtěžší otázky body tři.

2.2.5. Autorské řešení didaktického testu

1. Prostřednictvím, kterého orgánu získávají rostliny živiny z půdy?

- a) stonku
- b) kořene
- c) listu
- d) květu

1 x 1 = 1 BOD

2. Pro fotosyntézu rostlina potřebuje:

- a) oxid uhličitý, kyslík, vodu, minerální látky
- b) sluneční energii, vodu, oxid uhličitý, cukry
- c) oxid uhličitý, sluneční energii, vodu, minerální látky
- d) oxid uhličitý, cukry, vodu, minerální látky

1 x 2 = 2 BODY

3. Ve které rostlinném orgánu zelených rostlin převážně probíhá fotosyntéza?

- a) v kořeni
- b) v plodu
- c) listu
- d) v květu

1 x 1 = 1 BOD

4. Které látky vznikají u zelených rostlin při fotosyntéze?

- a) cukry a voda
- b) voda, cukry a oxid uhličitý
- c) cukry a oxid uhličitý
- d) cukry a kyslík

1 x 2 = 2 BODY

5. Které plyny si mezi sebou vyměňují rostliny a atmosféra?

- a) oxid uhličitý a dusík
- b) oxid uhličitý a oxid uhelnatý
- c) oxid uhličitý a kyslík
- d) kyslík a dusík

1 x 2 = 2 BODY

6. Kdy rostlina přijímá prostřednictvím fotosyntézy oxid uhličitý?

- a) jen v noci
- b) pouze ve dne
- c) ve dne i v noci
- d) rostliny ho nepřijímají v procesu fotosyntézy, ale naopak ho fotosyntézou vylučují

1 x 2 = 2 BODY

7. Určitě jste zažili, že v nevětrané třídě plné spolužáků, jste se po nějaké době cítili unaveni. To bylo způsobeno zvýšenou koncentrací oxidu uhličitého ve vzduchu, který vydechujeme. Jak by situace vypadala za slunečného dne, kdyby místo žák v lavicích seděly rostliny?

- a) rostliny dýchají jako lidé, koncentrace oxidu uhličitého by se tedy také zvýšila
- b) prostřednictvím fotosyntézy by se koncentrace oxidu uhličitého snižovala
- c) prostřednictvím fotosyntézy by se koncentrace oxidu uhličitého zvyšovala
- d) koncentrace oxidu uhličitého by se nezměnila

1 x 2 = 2 BODY

8. Jak se nazývá barvivo umožňující fotosyntézu?

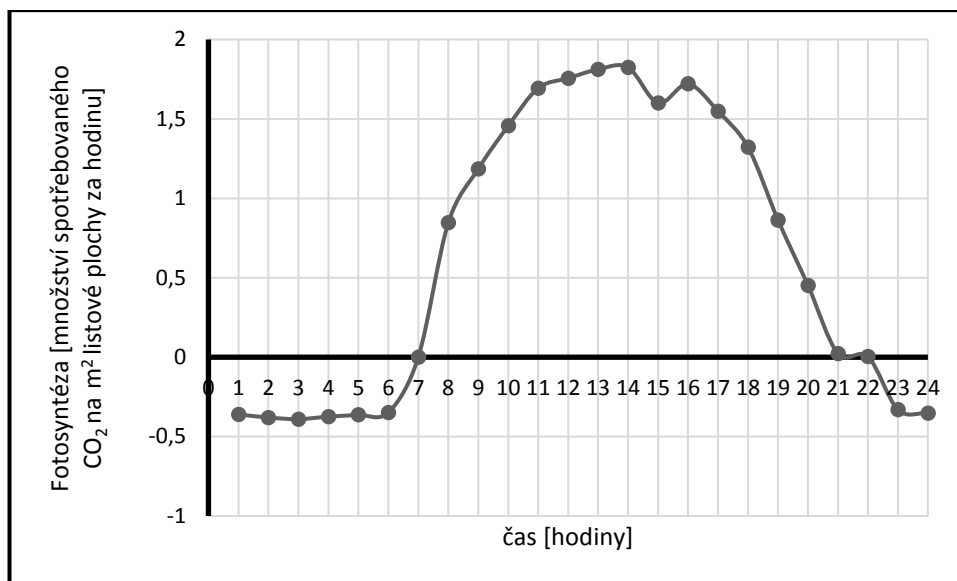
- a) chronofyl
- b) chlorofyl
- c) chromofyl
- d) rodofyl

1 x 1 = 1 BOD

9. Budeme-li měřit denní výměnu oxidu uhličitého mezi rostlinou a jejím okolím, získáme následující graf. Kladné hodnoty znamenají spotřebu CO₂ rostlinou, záporné výdej CO₂ do atmosféry.

Zjistěte z grafu:

- a) od kdy do kdy probíhala u této rostliny fotosyntéza
- b) v kolik hodin dosáhla fotosyntetická aktivita maxima
- c) od kdy do kdy rostlina dýchala



- a) Fotosyntéza probíhala od.....7.....hod. do.....22.....hod.
 b) Maximum fotosyntetické aktivity v.....14.....hod.
 c) Rostlina dýchala od.....22.....hod. do.....7.....hod.

3 x 1 = 3 BODY

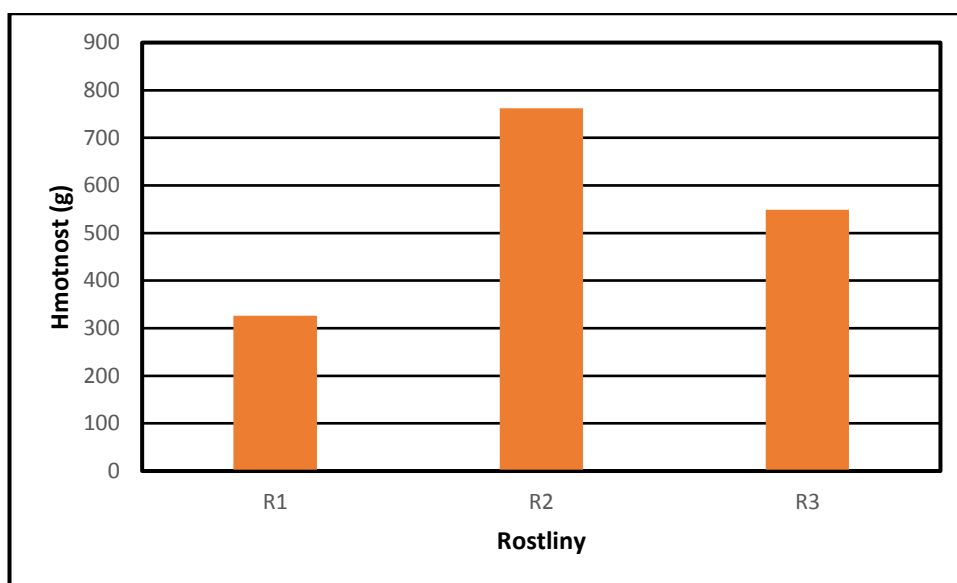
- 1 bod mohli získat za každou správně doplněnou variantu

10. Rostliny vytvářejí svoji hmotu (biomasu) díky fotosyntéze. V následující tabulce jsou uvedeny hmotnosti tří rostlin slunečnice pěstovaných po stejné dlouhou dobu na školní zahradě. Jedna z rostlin rostla ale na slunečném místě, druhá v polostínu a třetí ve stínu. S pomocí těchto hodnot sestrojte graf, který bude vyjadřovat hmotnost jednotlivých rostlin rostoucích v rozdílných světelných podmínkách. S pomocí grafu pak rozhodněte, která z rostlin rostla ve stínu, která v polostínu a která na slunci.

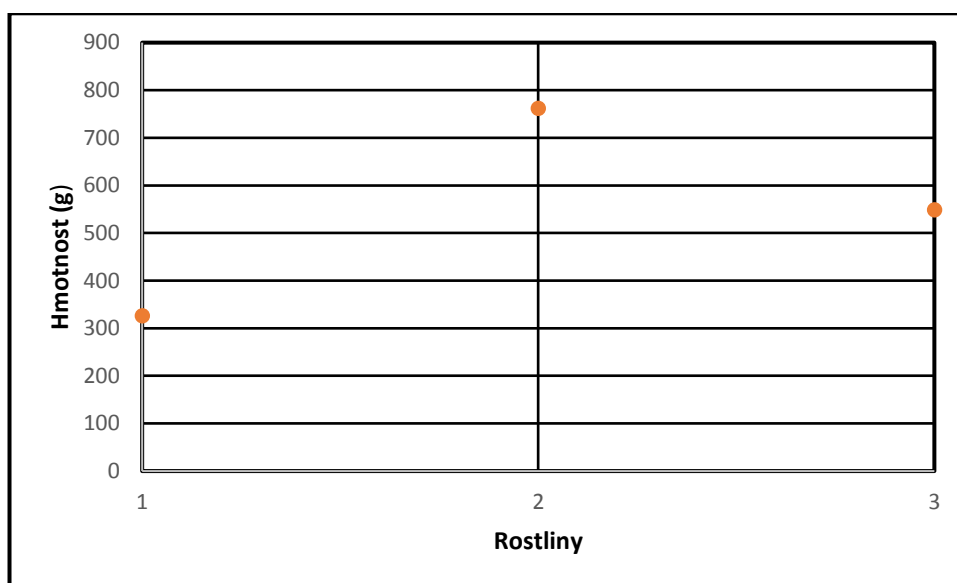
Rostlina	Hmotnost [g]
R1	326
R2	762
R3	549

Graf:

1. možné řešení:



2. možné řešení:



Na slunci rostla rostlina č.: **R2**

Ve stínu rostla rostlina č.: **R1**

V polostínu rostla rostlina č.: **R3**

6 x 0,5 = 3 BODY

- 1,5 bodů získali, když přiřadili R1 až R3 ke správné možnosti

- 0,5 bodu získali, když správně popsali osy

- 0,5 bodu získali, když zanesli správné hodnoty
- 0,5 bodu získali, když měli správný typ grafu

2.2.6. Statistické zhodnocení výsledků

Veškeré potřebné výpočty byly realizovány v programu MS Excel prostřednictvím Studentova t-testu na hladině významnosti $p=0,05$. Výsledné hodnoty mezi badatelskou a frontální výukou jsou uvedeny v Obr. č. 14: Graf č. 13, kde chybová úsečka představuje směrodatnou odchylku.

3. VÝSLEDKY

3.1. Výukový program

3.1.1. Metodika tvorby pracovního listu

Pracovní list byl koncipován jako součást výukového programu Fotosyntéza při badatelsky orientované výuce.

Pracovní list

1. Podívejte se na obrázek rostlinek hrachu na tabuli a zamyslete se nad následujícími otázkami:

- a) Proč zatemněná rostlina hrachu neroste a druhá nezatemněná rostlina ano?
- b) Co všechno potřebuje rostlina k růstu?

.....

.....

.....

2. Chloroplast - rostlinná organela

Když někdo někoho nebo něco rychle zhltně, většinou z toho moc dobrého nekouká. Možná tak bolení břicha. Takže muselo být velké štěstí, když z takovéto „žranice“ vznikla před třemi miliardami lety první rostlina. Bylo to v době, která se jmenovala prekambrium, a jednalo se o to, že bakterie spolkla zelenou sinici. Ale nemůžeme si to představit tak, že si ji opeřila, kousala a přitom mlaskala. Aby předešla bolení břicha, tak ji pouze zalila svým tělem jako obrovská lavina s tím, že si ji pak v klidu sní. Ale nakonec došlo k tomu, že se ty dvě skamarádily a na světě byla první rostlinná buňka.

Rostlina představuje zelené velkoměsto a rostlinná buňka jeden z bytů v něm. Každý list je panelák s miliony garsonek. Co kořínek, to ubytovna v okrajové čtvrti a květ představuje hrad na kopci. Když všechny tyto části velkoměsta spolupracují, tak město prosperuje.

Stejně tak i v rostlinné buňce každý dělá to, co má. Praspolknutá sinice dostala jméno chloroplast, zelené tělíčko. Rostlinná buňka poprosila chloroplast, aby si ve své nazeleno vymalované cimře zřídil cukrovar. Vysvětlila mu, že cukr, který v něm vyrobí, využije také pro svůj růst. K tomu, aby cukrovar fungoval, potřebuje

chloroplast vhodné palivo. Zatímco lidský cukrovar je napojen na elektrickou síť, tak rostlina tuto možnost nemá. Zde se nabízí otázka, kde rostlina bere energii pro výrobu vlastního cukru. (Dvořák a Skaláková, 2012)

3. Příjem živin

Příjem živin kořeny rostlin z půdy je zajištěn povrchem kořenů. V kulturních půdách prostupují kořeny hustě půdou.

Na příjmu živin kořeny se podílí všechny mladé části kořenů a zvláště zóna kořenového vlášení, která až několiksetkrát zvyšuje povrch kořene. (Richter, 2004)

4. Recept pro správný růst

Energie samotná by však nestačila, a proto se v následující části zaměříme na suroviny, které do procesu výroby cukrů vstupují (výchozí látky).

Aby byla Klára zdravá a správně rostla, potřebuje živiny v podobě cukrů, tuků a bílkovin. Tyto živiny získává z potravy. Její oblíbené jídlo je pizza. Samozřejmě ví, že pizzu nemůže jíst každý den, protože to není zdravá potravina, a proto si jí dává příležitostně.

Proto, aby Klára zůstala zdravá, jí hodně zeleniny a ovoce. Ví, že tyto potraviny obsahují hodně vitamínů a minerálů, které jsou důležité pro její růst.

Pan Dub sice nemůže přijímat potravu v podobě pizzy, ale stejně jako lidé potřebuje živiny pro svůj správný růst. Část živin získá prostřednictvím kořenů, kterými nasává vodu s rozpuštěnými minerálními látkami. Ty rozvádí pomocí kanálek v cévních svazcích po celém těle až k místu spotřeby, např. k listům. Další součástí živin jsou cukry, které si sám dokáže vyrobit. Pan Dub má v každém listu „potravinové továrny“ díky nimž dokáže vyrobit spoustu cukrů. Cukry vyrábí z jednoduché látky, kterou získává ze vzduchu.

a) Určete, o jakou plynnou látku se v textu jedná?

.....

b) Její koncentraci si změříme pomocí čidla ve dvou měřeních:

1. měření:..... ppm

2. měření (na konci hodiny)..... ppm

3. Výsledek měření pomocí čidla na koncentraci oxidu uhličitého ve třídě:

.....

.....

5. Rostliny v lavicích

Díky vysoké koncentraci této látky v nevětrané třídě plné spolužáků se budete cítit po nějaké době unaveni. Jak by situace vypadala, kdyby místo žáků v lavicích seděly rostliny?

a) Zapište hypotézu:

.....
.....

b) Svoji hypotézu ověřte na základě pokusu, který sami navrhnete s pomocí těchto pomůcek: čidlo pro měření koncentrace oxidu uhličitého, voděnku, průhledný igelitový sáček, provázek, chemický stojan s filtračním kruhem, nůžky, izolepa, zdroj světla (diaprojektor), kus neprůhledné látky.

c) Graf (popište uvedený graf):

.....
.....
.....

d) Výsledek:

.....
.....

6. Proces výroby

Vyrobít cukry z jednoduchých látek nejde bez dostatku energie, a proto panu Dubovi pomáhá slunce. Jak se nazývá proces výroby cukrů u rostlin za využití sluneční energie a pigmentu?

.....

7. Ingredience

Jako Klára potřebovala na výrobu své oblíbené pizzy nějaké ingredience, tak i pan Dub potřebuje „ingredience“ na výrobu cukrů. Poskládejte uvedené „ingredience“ do rovnice na základě získaných znalostí:

„ingredience“: cukr, voda, kyslík, oxid uhličitý
..... + $\xrightarrow{\text{světlo}}$ +

3.1.2. Podklad pro pedagogy - pracovní list fotosyntéza – BOV

Za cílovou skupinu byl vybrán sedmý ročník základní školy. Je důležité, aby žáci měli základní povědomí o fotosyntéze již z učiva ze šestého ročníku. Výukový program je koncipován v návaznosti na rámcově vzdělávací plán pro sedmé ročníky s využitím znalostí ze šestých ročníků. Výuka byla uskutečněna v květnu, protože v tomto měsíci se podle školního vzdělávacího plánu vyučuje botanika hlavně z fyziologického aspektu – stavba rostlinného těla – list (kde je zmíněn vztah mezi rostlinami a fotosyntézou).

Časová náročnost vyučovací hodiny s badatelskými prvky byla stanovena na 90 minut. Pro uskutečnění hodiny byla potřebná učebna, nemusí být nutně pro výuku přírodopisu, ale musí splňovat následující náležitosti – v učebně musí být počítač, dále interaktivní tabule nebo nějaké promítací plátno.

Očekávané výstupy žáků:

- Žáci si uvědomí možnosti zdrojů pro růst rostliny.
- Žáci si uvědomí, jaké jsou výchozí látky pro fotosyntézu.
- Žáci porozumí, jaké jsou produkty fotosyntézy.
- Žáci budou schopni označit orgány, ve kterých probíhá fotosyntéza.
- Žáci budou schopni se zamyslet nad energetickým hlediskem reakce.
- Žáci budou umět vysvětlit základní podmínky pro reakci.
- Žáci budou umět vysvětlit principy základních rostlinných fyziologických procesů.

Návaznost na rámcově vzdělávací program

Přírodopis

Téma je doporučeno do vzdělávací oblasti Přírodopis jako součást vzdělávacího obsahu Biologie rostlin a učiva fyziologie rostlin.

Matematika

Téma je doporučeno do vzdělávací oblasti Matematika a její aplikace jako součást vzdělávacího obsahu Závislosti, vztahy a práce s daty a učiva závislosti a jejich vlastnosti, diagramy grafy a tabulky.

Nezbytné pomůcky:

promítací plátno nebo interaktivní tabule, diaprojektor nebo jiný silný zdroj světla, igelitový sáček průsvitný, provázek, filtrační kruh, chemický stojan, izolepa, nůžky, rostlina voděnka, prodlužovací kabel, kus neprůhledné látky, didaktická měřicí sada Vernier (Lab Quest, propojovací USB kabel, čidlo na oxid uhličitý)

3.1.3. Pokyny pro pedagoga - průběh hodiny s pracovním listem - BOV

Badatelská hodina

Týden před samotnou badatelskou hodinou předcházelo úvodní ověřování znalostí žáků pomocí didaktického testu. V úvodní části hodiny by měli být žáci seznámeni s tím, že hrají úlohu badatelů, v rámci které se pokusí sami přijít na všechny informace a závěry. Učitel zde vystupuje v roli pomocníka, který jejich práci usměrňuje.

1. Podívejte se na obrázek rostlin hrachu na tabuli a zamyslete se nad následujícími otázkami:

- a) Proč zatemněná rostlina hrachu neroste a druhá nezatemněná rostlina ano?
- b) Co všechno potřebuje rostlina k růstu?

Žáci jsou upozorněni na to, aby se podívali na následující obrázek (viz Obr. č. 1) rostlin hrachu na interaktivní tabuli. Na základě toho jsou žáci vyzváni, aby odpověděli na otázky 1. a) a 1. b)



Obr. č. 1 Zakrytá a nezakrytá rostlina hrachu

Zeptáme se žáků, co viděli na obrázcích. Následuje diskuse, během níž vybídneme žáky, aby formulovali odpovědi na otázky. Většina studentů se pravděpodobně shodne na názoru, že zakrytá rostlina hrachu uschla. Tuto domněnku bychom měli žákům vyvrátit na základě sdělení, že obě rostliny jsou stejného druhu - hrách setý. Dále měly stejnou zálivku, stejné množství půdy, stejně „dýchacích otvorů“ v kelímku a byly ve stejné místnosti při stálé pokojové teplotě.

Můžeme předpokládat, že po aktivní diskusi se žáci dopracují k odpovědi, že uvadlá rostlina hrachu neměla světlo. Odpověď žáků je samozřejmě správná, ale našim úkolem je od žáků získat ucelenější odpověď o dalších faktorech, které zapříčinily, že rostlina chřadne a neroste.

Abychom od žáků získali ucelenější odpověď, společně si shrneme otázku 1. b) *Co všechno potřebují rostliny k růstu?* Pro lepší orientaci jejich návrhy utřídíme na tabuli na příklad metodou brainstormingu. Předpokládané odpovědi budou – světlo, voda, dobrá půda (dostatek živin a minerálů) a teplo. Další uváděné odpovědi patrně budou vzduch. Tady můžeme vyslovit doplňující otázky - jaké složky vzduchu jsou pro rostlinný růst nezbytné? Časté odpovědi budou asi kyslík. Druhý nezbytný plyn žáci mnohdy opomíjejí. Na něj upozorníme v další části pracovní listu.

2. Chloroplast - rostlinná organela

Po práci s textem se žáků zeptáme, co se z něj dozvěděli. Tedy jak pravděpodobně vznikla první rostlinná buňka a jak vznikla buněčná organela. Dále budou žáci upozorněni na návodné srovnání lidského a rostlinného cukrovaru, z kterého vyplývá otázka: Kde rostlina bere energii pro výrobu vlastního cukru? Předpokládanou odpovědí bude, že rostlina bere energii ze Slunce. Tady se vrátíme k otázce 1. a) a můžeme shrnout, že rostlina neroste, protože nemá světlo, které představuje důležité energetické hledisko, bez kterého by „rostlinný cukrovar“ nemohl vyrobit cukry. V této části by mohla být aktivita žáků na vysoké úrovni, učitel jejich odpovědi pouze usměrňuje.

3. Příjem živin

V tomto bloku bude vyučující zjišťovat, zda žáci správně pochopili, jak rostlina prostřednictvím kořenů přijímá živiny z půdy. Novou informací pro žáky patrně bude, že živiny jsou přijímány skrze kořenového vlášení. Při práci se předpokládá úplné pochopení odborného textu.

4. Recept pro správný růst

V této části učitel motivuje žáky textem, ve kterém je srovnáno, jak získávají živiny lidé a jak rostliny. Aby člověk správně vyrostl a byl zdravý, potřebuje živiny, které získává z potravy. Rostlina nemůže získávat živiny stejným způsobem jako člověk, část živin získává prostřednictvím kořenů a další část živin, např. cukry, si dokáže vyrobit sama.

V průběhu hodiny jsme se dostali od energie až k surovinám (vstupním či výchozím látkám), které jsou nezbytné pro výrobu cukrů. Zde je nutné žákům přiblížit slovo surovina (vstupní či výchozí látka).

Dále učitel zkontroluje odpovědi na otázku 4. a). Pravděpodobnou odpovědí bude, že plynnou látkou je oxid uhličitý. V případě, že žáci hned na tuto odpověď nepřijdou, můžeme jim položit další otázku - Jaká se nazývá plynná látka, kterou vydechujete?

Úkol 4. b) spočívá ve zjišťování koncentrace oxidu uhličitého v ovzduší. Pro lepší průběh měření je dobré si čidlo zapnout dříve, než dojdeme k tomuto úkolu, protože se čidlo musí ustálit. Zároveň zde žákům musí být vysvětleno, co je jednotka ppm (par pers milion) – představte si 1 milion molekul vzduchu a v něm je přesně tolik molekul oxidu uhličitého, kolik nám ukazuje čidlo. Potom zapíšeme hodnotu, kterou nám Lab Quest ukazuje.

1. měření: ppm

2. měření (na konci hodiny) ppm

K druhému měření se vrátíme až na konci druhé vyučovací hodiny. Kdy koncentrace oxidu uhličitého ve třídě bude patrně vyšší.

3. Výsledek měření pomocí čidla na koncentraci oxidu uhličitého ve třídě:

Z naměřených hodnot musí žáci stanovit nějaký závěr. Předpokládanou odpovědí bude, že díky většímu počtu žáků v nevětrané třídě se koncentrace oxidu uhličitého zvyšuje.

5. Rostliny v lavicích

V této části mají žáci za úkol stanovit hypotézu (úkol 5. a). Hypotéz může být několik:

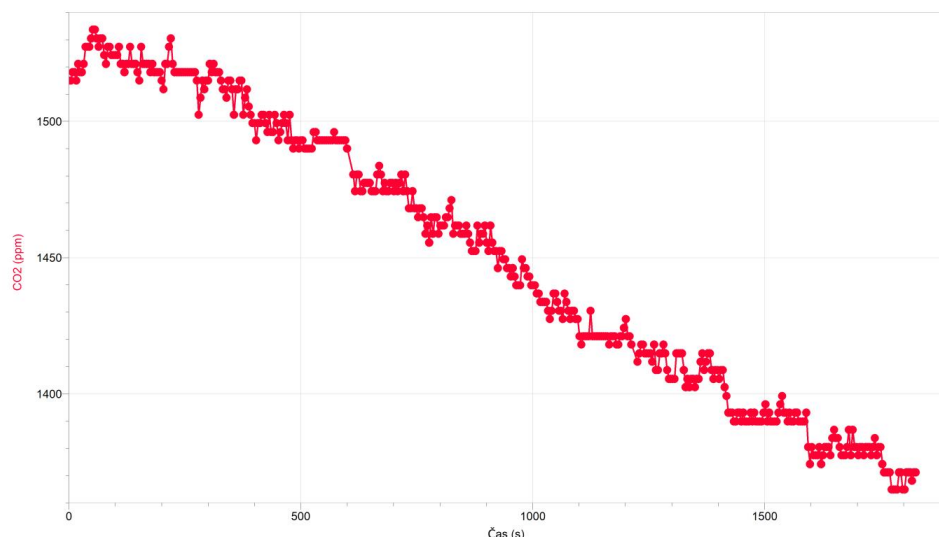
1. Pokud budou v lavicích místo žáků sedět nezakryté rostliny, bude se koncentrace oxidu uhličitého snižovat.

2. Pokud budou v lavičích místo žáků sedět nezakryté rostliny, bude se koncentrace oxidu uhličitého zvyšovat.
3. Pokud budou v lavičích místo žáků sedět nezakryté rostliny, koncentrace oxidu uhličitého se nebude měnit.
4. Pokud budou v lavičích místo žáků sedět zakryté rostliny, bude se koncentrace oxidu uhličitého snižovat.
5. Pokud budou v lavičích místo žáků sedět zakryté rostliny, bude se koncentrace oxidu uhličitého zvyšovat.
6. Pokud budou v lavičích místo žáků sedět zakryté rostliny, koncentrace oxidu uhličitého se nebude měnit.

Následně si žáci jednu ze stanovených hypotéz ověří pomocí pokusu, který si sami navrhnou. Aby žáci mohli ověřit svoje hypotézy, využijí tyto pomůcky: čidlo pro měření koncentrace oxidu uhličitého, voděnka, průhledný igelitový sáček, provázek, chemický stojan s filtračním kruhem, nůžky, izolepu, zdroj světla (diaprojektor), kus neprůhledné látky. Žáci vyslovují nápady, jak pomocí těchto pomůcek ověří své hypotézy, vyučující může použít metodu brainstormingu pro zaznamenání odpovědí.

Pokus si sestavíme následovně. Zdroj světla bude představovat diaprojektor a čidlo CO₂ nám bude měřit koncentraci oxidu uhličitého. Abychom mohli si změřit, jestli se bude koncentrace oxidu uhličitého snižovat/zvyšovat, nebo se nebude měnit, je důležité kolem voděnky vytvořit „uzavřenější atmosféru“. K tomu nám postačí igelitový sáček do koše, do kterého uzavřeme rostlinu. Když máme rostlinu v igelitovém sáčku, je nutné vhodně umístit čidlo. Čidlo umístíme nad rostlinu (těsně nad větší část listové plochy) a část kabelu přilepíme pomocí izolepy na filtrační kruh, který je umístěn na chemickém stojanu. Vyučující musí propojit USB kabelem měřicí techniku a počítač, aby se graf zobrazil na interaktivní tabuli.

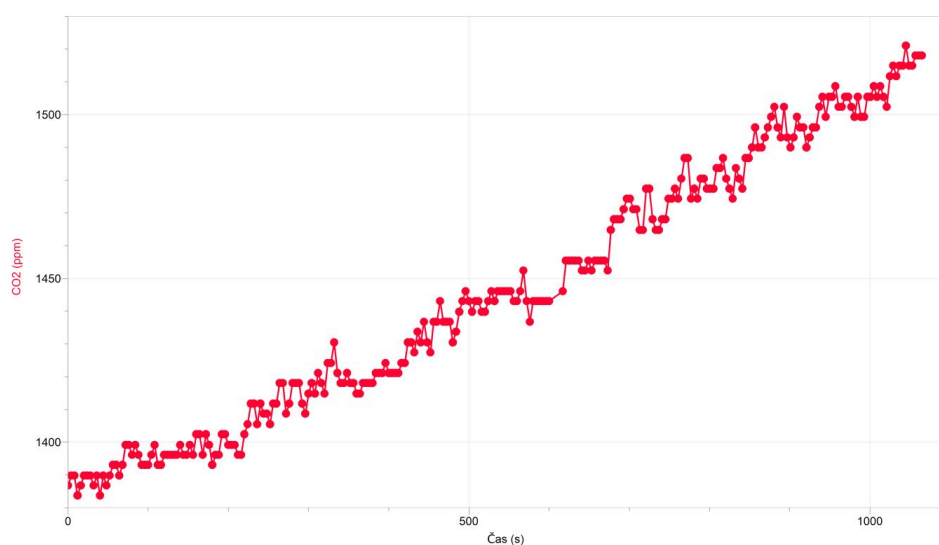
Dále je třeba igelitový obal uzavřít provázkem a pustit naše „slunce“. Musíme si dávat pozor, aby diaprojektor nebyl přiblížen k rostlině moc blízko, protože by to mohlo způsobit spálení listů. Především této situaci můžeme tak, že po zapnutí přístroje dáme ruku na igelitový sáček v místě, kam svítí diaprojektor, a podle pocitové teploty na ruce zdroj světla oddálíme, nebo přiblížíme. Po takto připravené aparatuře je nutné chvíli čekat, než se čidlo ustálí. Poté dojde k viditelnému snížení oxidu uhličitého, viz Obr. č. 2. Učitel se může žáků zeptat, proč se koncentrace oxidu uhličitého snižuje? Ze získaných znalostí budou dále vyvozeny závěry.



Obr. č. 2: Graf č. 1 Pokles koncentrace oxidu uhličitého po osvětlení rostliny

Během tohoto měření vznikne čas na zopakování získaných poznatků. Vyučující může použít metodu diskuse a znovu se žáky vše zopakovat. Např. to, že rostlina neroste, protože nemá světlo neboli zdroj energie, pro výrobu cukrů. Cukry se vyrábí z plynné látky, která je získávána ze vzduchu a nazývá se oxid uhličitý.

Pedagog upozorní žáky, že v uvedených pomůckách je ještě kus neprůhledné látky. Například může položit otázku - Co by se stalo s koncentrací oxidu uhličitého, kdybychom rostlinu přikryli kusem látky a vypnuli zdroj světla? Předpokládanou odpovědí by mělo být, že koncentrace oxidu uhličitého se bude zvyšovat, protože bez světla v rostlině neprobíhá fotosyntéza, ale dýchání, jak je patrné z Obr. č. 3.



Obr. č. 3: Graf č. 2 Vzestup koncentrace oxidu uhličitého po zakrytí rostliny kusem látky

V úkolu 5 c) je důležité, aby žáci uměli popsat osy grafu, protože získané znalosti aplikují v didaktickém testu.

Lze předpokládat, že tento úkol bude pro žáky obtížný a vyučující je bude muset správně nasměrovat. Graf tvoří dvě osy. Na jedné ose je vynesena čas a na ose druhé koncentrace oxidu uhličitého v ppm jednotkách. Správné odpovědi žáků budou patrné z Obr. č. 2 (když probíhá fotosyntéza, koncentrace oxidu uhličitého se snižuje). Z Obr. č. 3 vyplývá, že když rostlina dýchá, koncentrace oxidu uhličitého se zvyšuje.

Výsledek bude zapsán společně s vyučujícím v úkolu 5 d). Hypotéza žáků mohla být vyvrácena, nebo potvrzena v závislosti na tom, jakou hypotézu si žáci zvolili.

6. Proces výroby

Předpokládanou odpovědí v této části bude fotosyntéza. O tomto procesu se žáci dozvěděli ve výše uvedených úkolech. Lze tedy říci, že tato odpověď pro ně bude snadná.

Následně se vyučující může zeptat, jaký pigment rostliny potřebují pro úplný začátek fotosyntézy? Odpověď lze nalézt v následujícím textu, který bude promítnut na interaktivní tabuli.

O království jménem Rostlinná buňka

Za sedmero horami a sedmero řekami, bylo jedno království, které se jmenovalo Rostlinná buňka. Toto království bylo ukryto za mohutnými hradbami z buněčné stěny a cytoplazmatické membrány. V dřívějších dobách bylo plné hojnosti a radosti. Hojnosti, protože sklady cukrů byly pořád plné a radosti, protože všichni členové královské rodiny, byli živí a zdraví. Ale jednoho dne král jménem vyjel na lov společně se svými věrnými přáteli Karotenem a Xantofylem. Na lovu ale nešťastnou náhodou spadl z koně do rokle, kde byl celé dny bez světla, a proto zemřel. Oslava, která se za času hojnosti konala každý den, se jmenovala Fotosyntéza. Ovšem po smrti se ale oslava už nikdy konat nemohla, protože král byl nepostradatelný hlavně pro její začátek. Tím pádem byly spíše na cukr pořád prázdnější a prázdnější. Království velmi upadalo a jejich členové každým dnem chřadli.

Jak se jmenoval pan král, když jeho věrnými přáteli byli Karoten a Xantofyl (což jsou pomocná fotosyntetická barviva)? Žáci se prostřednictvím tohoto příběhu dozvěděli, jak je zelený pigment chlorofyl nezbytný pro začátek fotosyntézy a že přídatné pigmenty mu pomáhají zpracovat sluneční energii.

7. Ingredience

V poslední úloze žáci na základě získaných znalostí poskládají rovnici fotosyntézy. Z hlediska návaznosti úlohy na předcházející úkoly je možno předpokládat, že daný úkol žáci vyřeší bez problému.

3.1.4. Autorské řešení pracovního listu

Pracovní list

1. Podívejte se na obrázek rostlinek hrachu na tabuli a zamyslete se nad následujícími otázkami:

a) Proč zatemněná rostlina hrachu neroste a druhá nezatemněná rostlina ano?

- zatemnělá rostlina neroste, protože nemá světlo

b) Co všechno potřebuje rostlina k růstu?

- rostliny potřebují k růstu: vodu, kyslík, oxid uhličitý, teplo, světlo, půdu (rozpuštěné minerální látky)

2. Chloroplast – rostlinná organela

Když někdo někoho nebo něco rychle zhltně, většinou z toho moc dobrého nekouká. Možná tak bolení břicha. Takže muselo být velké štěstí, když z takového „žranice“ vznikla před třemi miliardami lety první rostlina. Bylo to v době, která se jmenovala prekambrium, a jednalo se o to, že bakterie spolkla zelenou sinici. Ale nemůžeme si to představit tak, že si ji opepřila, kousala a přitom mlaskala. Aby předešla bolení břicha, tak ji pouze zalila svým tělem jako obrovská lavina s tím, že si ji pak v klidu sní. Ale nakonec došlo k tomu, že se ty dvě skamarádily a na světě byla první rostlinná buňka.

Rostlina představuje zelené velkoměsto a rostlinná buňka jeden z bytů v něm. Každý list je panelák s miliony garsonek. Co kořínek, to ubytovna v okrajové čtvrti

a květ představuje hrad na kopci. Když všechny tyto části velkoměsta spolupracují, tak město prosperuje.

Stejně tak i v rostlinné buňce každý dělá to, co má. Práslonkatá sinice dostala jméno chloroplast, zelené tělíčko. Rostlinná buňka poprosila chloroplast, aby si ve své nazeleno vymalované cimře zřídil cukrovar. Vysvětlila mu, že cukr, který v něm vyrobí, využije také pro svůj růst. K tomu, aby cukrovar fungoval, potřebuje chloroplast vhodné palivo. Zatímco lidský cukrovar je napojen na elektrickou síť, tak rostlina tuto možnost nemá. Zde se nabízí otázka, kde rostlina bere energii pro výrobu vlastního cukru. (Dvořák a Skaláková, 2012)

- vznik první rostlinné buňky

- vznik buněčné organely

- rostlina získává energii ze Slunce

3. Příjem živin

Příjem živin kořeny rostlin z půdy je zajištěn povrchem kořenů. V kulturních půdách prostupují kořeny hustě půdou.

Na příjmu živin kořeny se podílí všechny mladé části kořenů a zvláště zóna kořenového vlášení, která až několiksetkrát zvyšuje povrch kořene. (Richter, 2004)

- rostlina přijímá prostřednictvím kořenů živiny

- na příjmu živin se podílí převážně kořenové vlášení

4. Recept pro správný růst

Energie samotná by však nestačila, a proto se v následující části zaměříme na suroviny, které do procesu výroby cukrů vstupují (výchozí látky).

Aby byla Klára zdravá a správně rostla, potřebuje živiny v podobě cukrů, tuků a bílkovin. Tyto živiny získává z potravy. Její oblíbené jídlo je pizza. Samozřejmě ví, že pizzu nemůže jíst každý den, protože to není zdravá potravina, a proto si ji dává příležitostně.

Proto, aby Klára zůstala zdravá, jí hodně zeleniny a ovoce. Ví, že tyto potraviny obsahují hodně vitamínů a minerálů, které jsou důležité pro její růst.

Pan Dub sice nemůže přijímat potravu v podobě pizzy, ale stejně jako lidé potřebuje živiny pro svůj správný růst. Část živin získá prostřednictvím kořenů, kterými nasává vodu s rozpuštěnými minerálními látkami. Ty rozvádí pomocí kanálků v cévních svazcích po celém těle až k místu spotřeby, např. k listům. Další součástí

živin jsou cukry, které si sám dokáže vyrobit. Pan Dub má v každém listu „potravinové továrny“ díky nimž dokáže vyrobit spoustu cukrů. Cukry vyrábí z jednoduché látky, kterou získává ze vzduchu.

- člověk potřebuje živiny z potravy, aby správně rostl
- rostlina získává živiny prostřednictvím kořenů
- rostlina si některé živiny dokáže vyrobit sama (cukry)

a) Určete, o jakou plynnou látku se v textu jedná?

- oxid uhličitý

b) Její koncentraci si změříme pomocí čidla ve dvou měřeních:

1. měření: x ppm

2. měření (na konci hodiny) x ppm

3. Výsledek měření pomocí čidla na koncentraci oxidu uhličitého ve třídě:

- na základě měření jsme zjistili, že po dvou vyučovacích hodinách se oxid uhličitý v nevětrané třídě díky většímu počtu studentů, kteří dýchali, zvýšil

5. Rostliny v lavicích

Díky vysoké koncentraci této látky v nevětrané třídě plné spolužáků se budete cítit po nějaké době unaveni. Jak by situace vypadala, kdyby místo žáků v lavicích seděly rostliny?

a) Zapište hypotézu:

1. Pokud budou v lavicích místo žáků sedět nezakryté rostliny, bude se koncentrace oxidu uhličitého snižovat.

2. Pokud budou v lavicích místo žáků sedět nezakryté rostliny, bude se koncentrace oxidu uhličitého zvyšovat.

3. Pokud budou v lavicích místo žáků sedět nezakryté rostliny, koncentrace oxidu uhličitého se nebude měnit.

4. Pokud budou v lavicích místo žáků sedět zakryté rostliny, bude se koncentrace oxidu uhličitého snižovat.

5. Pokud budou v lavicích místo žáků sedět zakryté rostliny, bude se koncentrace oxidu uhličitého zvyšovat.

6. Pokud budou v lavicích místo žáků sedět zakryté rostliny, koncentrace oxidu uhličitého se nebude měnit.

b) Svoji hypotézu ověřte na základě pokusu, který sami navrhnete s pomocí těchto pomůcek: čidlo pro měření koncentrace oxidu uhličitého, voděnku, průhledný igelitový sáček, provázek, chemický stojan s filtračním kruhem, nůžky, izolepa, zdroj světla (diaprojektor), kus neprůhledné látky.

- rostlinu i čidlo na CO₂ jsme uzavřeli do igelitového sáčku, zavázali provázkem a zapnuli jsme diaprojektor, který osvětlil rostlinu

- zakrytí rostliny a vypnutí diaprojektoru

c) Graf (popište uvedené grafy):

- z uvedeného obr. č. 2 je patrné, že se koncentrace oxidu uhličitého se snižuje, protože probíhá fotosyntéza

- dále se koncentrace oxidu uhličitého u obr. č. 3 zvyšuje, pokud rostlinu zakryjeme kusem neprůsvitné látky, tím se zastavuje fotosyntéza a probíhá dýchání

d) Výsledek:

1. Pokud budou v lavicích místo žáků sedět nezakryté rostliny, bude se koncentrace oxidu uhličitého snižovat. POTVRZENA

2. Pokud budou v lavicích místo žáků sedět nezakryté rostliny, bude se koncentrace oxidu uhličitého zvyšovat. VYVRÁCENA

3. Pokud budou v lavicích místo žáků sedět nezakryté rostliny, koncentrace oxidu uhličitého se nebude měnit. VYVRÁCENA

4. Pokud budou v lavicích místo žáků sedět zakryté rostliny, bude se koncentrace oxidu uhličitého snižovat. VYVRÁCENA

5. Pokud budou v lavicích místo žáků sedět zakryté rostliny, bude se koncentrace oxidu uhličitého zvyšovat. POTVRZENA

6. Pokud budou v lavicích místo žáků sedět zakryté rostliny, koncentrace oxidu uhličitého se nebude měnit. VYVRÁCENA

6. Proces výroby

Vyrobít cukry z jednoduchých látek nejde bez dostatku energie, a proto panu Dubovi pomáhá slunce. Jak se nazývá proces výroby cukrů u rostlin za využití sluneční energie?

- fotosyntéza

7. Ingredience

Jako Klára potřebovala na výrobu své oblíbené pizzy nějaké ingredience, tak i pan Dub potřebuje „ingredience“ na výrobu cukrů. Poskládejte uvedené „ingredience“ do rovnice na základě získaných znalostí:

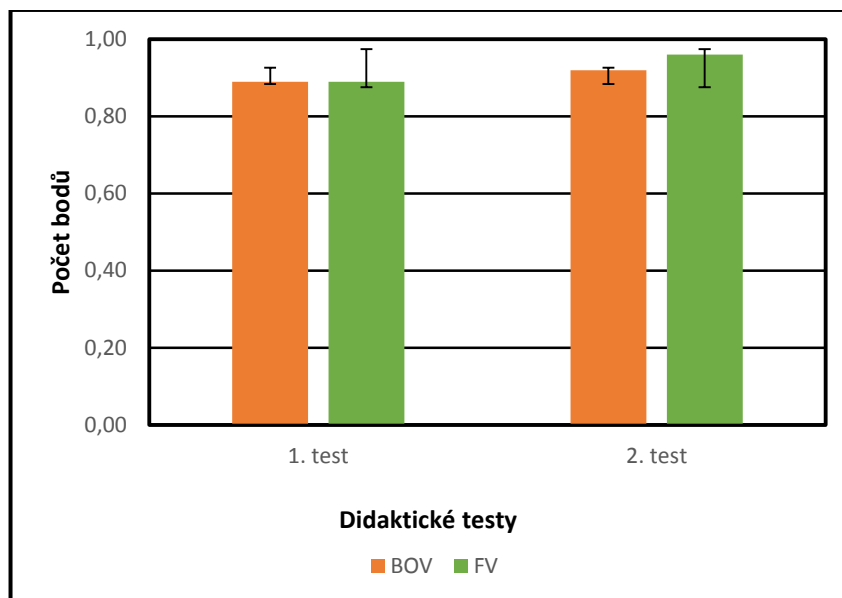
„ingredience“: cukr, voda, kyslík, oxid uhličitý

voda + oxid uhličitý svetlo, cukr + kyslík

3.2. Didaktický průzkum

Otázka č. 1: Prostřednictvím kterého orgánu získávají rostliny živiny z půdy?

maximální počet bodů: 1 bod



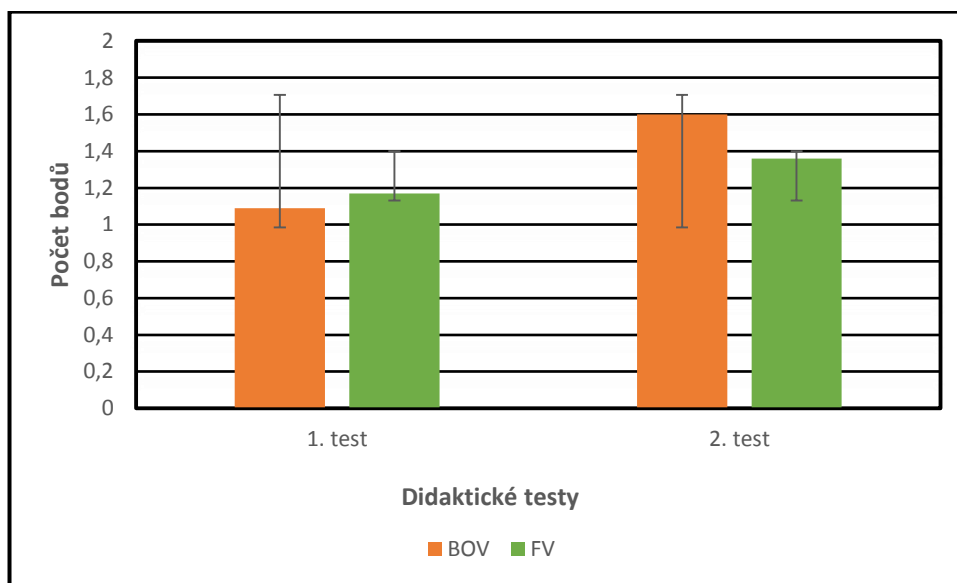
Obr. č. 4: Graf č. 3 Graf průměrného počtu získaných bodů v otázce č. 1

Chybové úsečky znázorňují směrodatnou odchylku. Statistická průkaznost rozdílu mezi respondenty vyučovanými metodou BOV a frontální výukou byla ověřována pomocí Studentova t-testu. $t=0,3206$ $p=0,05$

Jak je patrné z Obr. č. 4, mezi skupinami (badatelská a frontální) není významný statistický rozdíl ($t=0,3206$). V případě badatelského stylu výuky došlo ke zlepšení u osmi žáků a šest žáků se zhoršilo. V případě klasické frontální výuky došlo ke zhoršení u dvou žáků, naopak ke zlepšení u sedmi žáků.

Otázka č. 2: Pro fotosyntézu rostlina potřebuje:

maximální počet bodů: 2 body



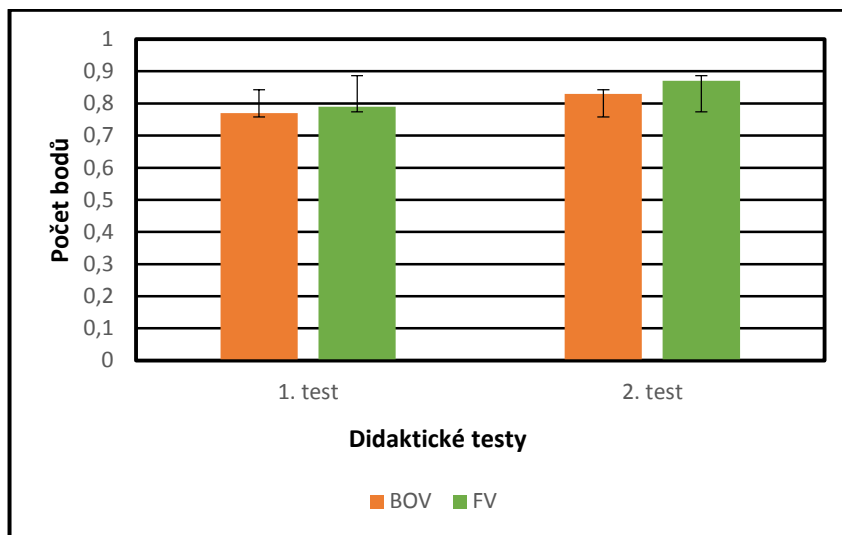
Obr. č. 5: Graf č. 4 Graf průměrného počtu získaných bodů v otázce č. 2

Statistická průkaznost rozdílu mezi respondenty vyučovanými metodou BOV a frontální výukou byla ověřována pomocí Studentova t-testu. $t=0,1178$ $p=0,05$

Ani u otázky č. 2, viz Obr. č. 5, nebyla prokázána statistická rozdílnost mezi testovanými skupinami, jak je patrné z hodnoty Studentova t-testu. Při badatelsky orientované hodině se zlepšilo 25 žáků a zhoršilo 6 žáků. V případě klasické frontální výuky došlo ke zhoršení u 13 žáků. Zlepšilo se 20 žáků.

Otázka č. 3: Ve kterém rostlinném orgánu zelených rostlin převážně probíhá fotosyntéza?

maximální počet bodů: 1



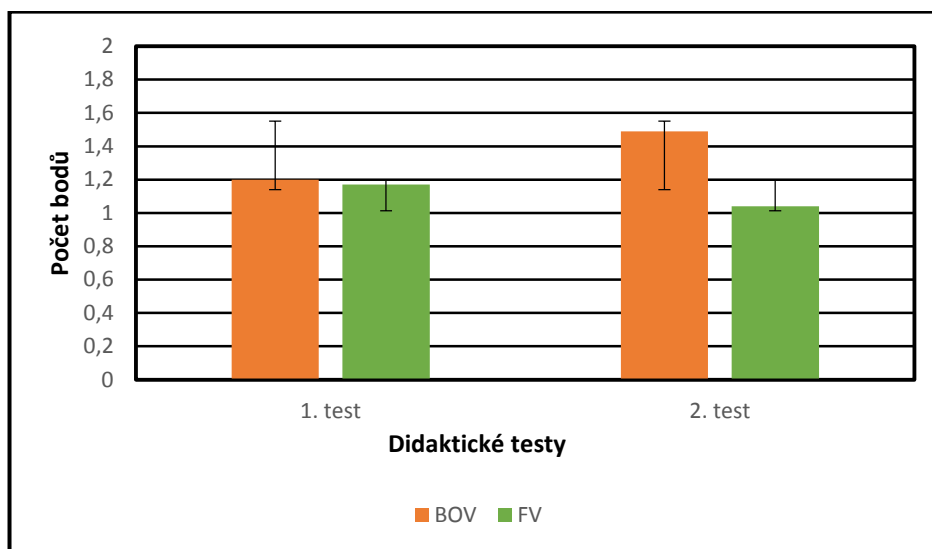
Obr. č. 6: Graf č. 5 Graf průměrného počtu získaných bodů v otázce č. 3

Statistická průkaznost rozdílu mezi respondenty vyučovanými metodou BOV a frontální výukou byla ověřována pomocí Studentova t-testu. $t=0,5163$ $p=0,05$

Jak je patrné z Obr. č. 6 mezi skupinami (badatelská a frontální) není významný statistický rozdíl. Lépe dopadli žáci, kteří patřili do frontální výuky. U badatelského stylu výuky se zlepšilo deset žáků, zhoršilo pouze šest. Oproti tomu v klasické frontální výuce došlo ke zhoršení u osmi žáků, naopak ke zlepšení došlo u 14 žáků.

Otázka č. 4: Které látky vznikají u zelených rostlin při fotosyntéze?

maximální počet bodů: 2 body



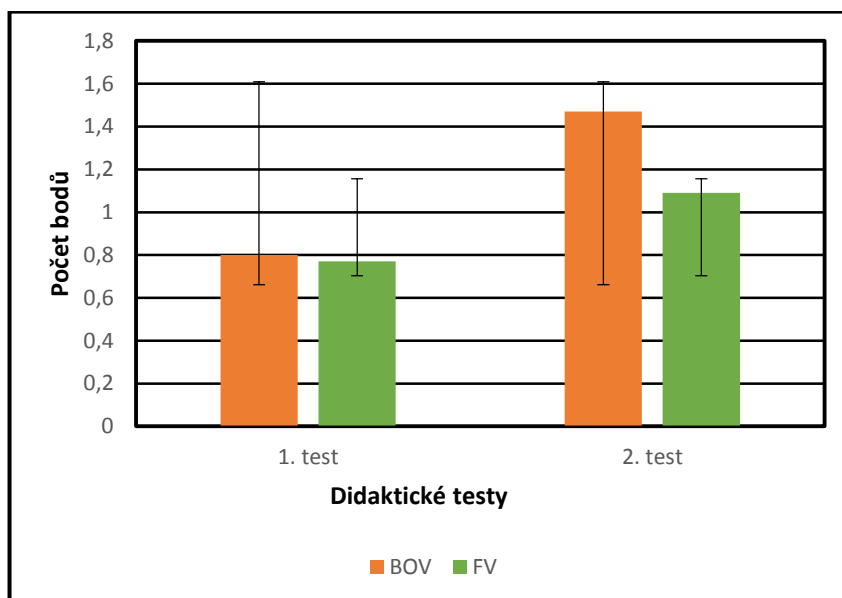
Obr. č. 7: Graf č. 6 Graf průměrného počtu získaných bodů v otázce č. 4

Statistická průkaznost rozdílu mezi respondenty vyučovanými metodou BOV a frontální výukou byla ověřována pomocí Studentova t-testu. $t=0,0057$ $p=0,05$

U Obr. č. 7 můžeme pozorovat statisticky průkazný rozdíl ve změně znalostí mezi frontální a badatelskou výukou. Badatelským stylem výuky se zlepšilo 20 žáků a zhoršilo pouze devět. V případě klasické frontální výuky se zlepšilo 17 žáků, naopak ke zhoršení došlo u 22 žáků.

Otázka č. 5: Které plyny si mezi sebou vyměňují rostliny a atmosféra?

maximální počet bodů: 2 body



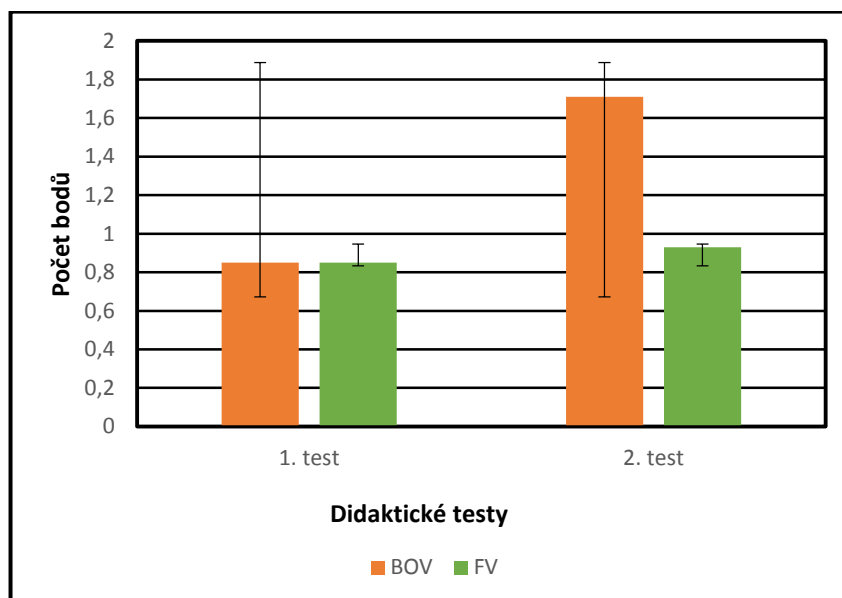
Obr. č. 8: Graf č. 7 Graf průměrného počtu získaných bodů v otázce č. 5

Statistická průkaznost rozdílu mezi respondenty vyučovanými metodou BOV a frontální výukou byla ověřována pomocí Studentova t-testu. $t=0,0123$ $p=0,05$

U otázky č. 5 došlo mezi skupinami (badatelská a frontální) k významnému statistickému rozdílu (Obr. č. 8). Badatelským stylem výuky se zlepšilo 33 žáků, naopak zhoršení nastalo pouze u osmi žáků. Při klasické frontální výuce se zhoršilo 10 žáků a zlepšilo 22 žáků.

Otázka č. 6: Kdy rostlina přijímá prostřednictvím fotosyntézy oxid uhličitý?

maximální počet bodů: 2 body



Obr. č. 9: Graf č. 8 Graf průměrného počtu získaných bodů v otázce č. 6

Statistická průkaznost rozdílu mezi respondenty vyučovanými metodou BOV a frontální výukou byla ověřována pomocí Studentova t-testu. $t=2,5760 \times 10^{-7}$ $p=0,05$

U výše uvedeného Obr. č. 9 došlo ke statisticky průkaznému rozdílu mezi skupinou BOV a frontální skupinou. V případě BOV se zlepšilo 37 žáků, naopak ke zhoršení došlo pouze u pěti žáků. Devatenáct žáků se zlepšilo a 16 žáků se zhoršilo při realizaci klasické frontální výuky.

Otázka č. 7: Určitě jste zažili, že v nevětrané třídě plné spolužáků jste se po nějaké době cítili unaveni. To bylo způsobeno zvýšenou koncentrací oxidu uhličitého ve vzduchu, který vydechujeme. Jak by situace vypadala za slunečného dne, kdyby místo žáků v lavicích seděly rostliny?

maximální počet bodů: 2 body



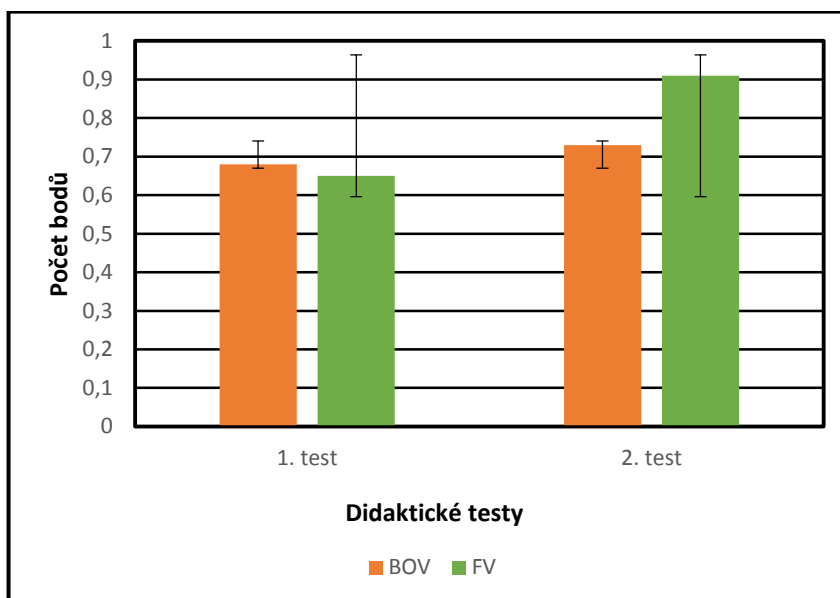
Obr. č. 10: Graf č. 9 Graf průměrného počtu získaných bodů v otázce č. 7

Statistická průkaznost rozdílu mezi respondenty vyučovanými metodou BOV a frontální výukou byla ověřována pomocí Studentova t-testu. $t=0,0001$ $p=0,05$

U otázky č. 7 je značný statistický rozdíl mezi BOV a frontální výukou (Obr. č. 10). V případě badatelského stylu výuky došlo ke zlepšení u 39 žáků, naopak ke zhoršení pouze u šesti žáků. V případě klasické frontální výuky došlo ke zlepšení 21 žáků, zhoršilo se 15 žáků.

Otázka č. 8: Jak se nazývá barvivo umožňující fotosyntézu?

maximální počet bodů: 1 bod



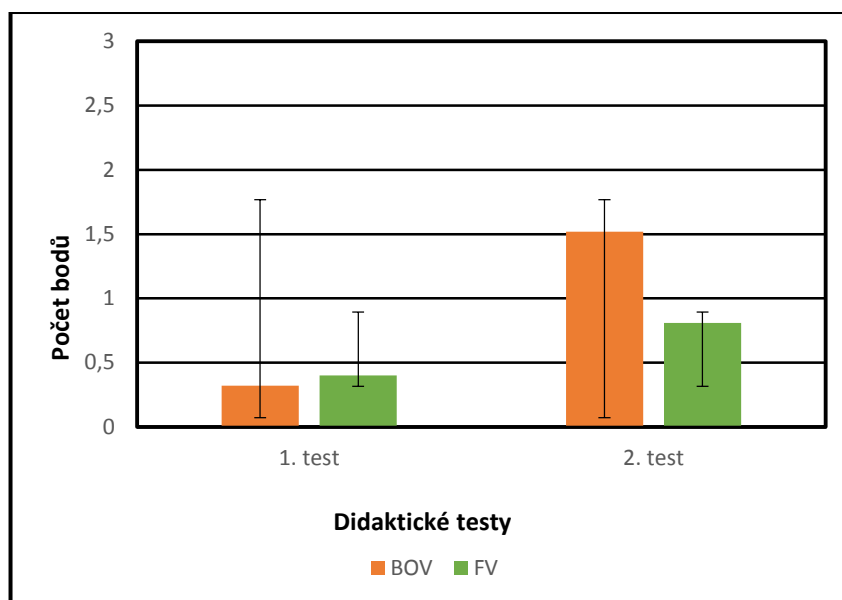
Obr. č. 11: Graf č. 10 Graf průměrného počtu získaných bodů v otázce č. 8

Statistická průkaznost rozdílu mezi respondenty vyučovanými metodou BOV a frontální výukou byla ověřována pomocí Studentova t-testu. $t=0,0114$ $p=0,05$

V případě otázky č. 8 byl prokázán statisticky významný rozdíl. Žákům vyhovoval frontální styl výuky oproti BOV (Obr. č. 11). Porovnááme-li badatelský styl výuky s frontální, tak v případě BOV se zlepšilo 17 žáků a zhoršilo se 13. V druhém případě došlo ke zlepšení u 24 žáků a zhoršilo se pět.

Otázka č. 9: Budeme-li měřit denní výměnu oxidu uhličitého mezi rostlinou a jejím okolím, získáme následující graf. Kladné hodnoty znamenají spotřebu CO₂ rostlinou, záporné výdej CO₂ do atmosféry.

maximální počet bodů: 3 body



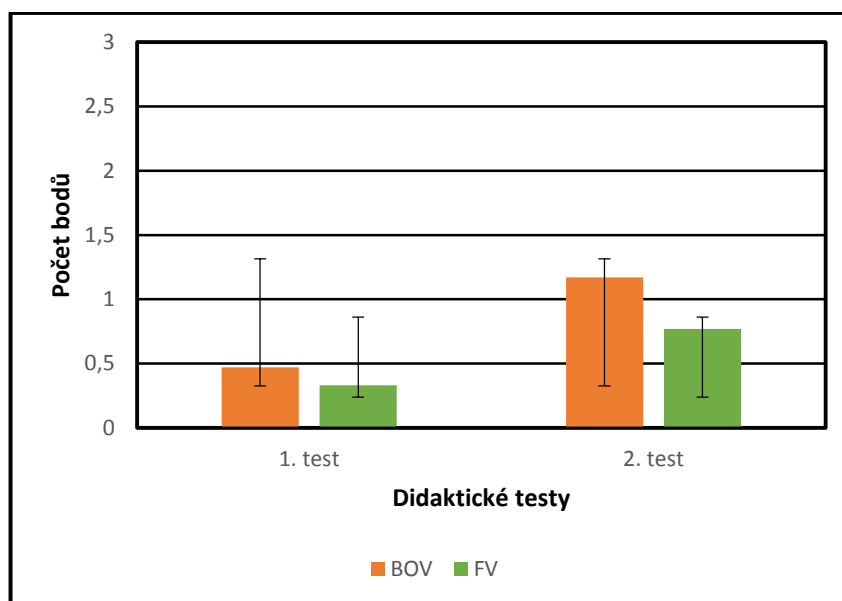
Obr. č. 12: Graf č. 11 Graf průměrného počtu získaných bodů v otázce č. 9

Statistická průkaznost rozdílu mezi respondenty vyučovanými metodou BOV a frontální výukou byla ověřována pomocí Studentova t-testu. $t=8,2463 \times 10^{-5}$ $p=0,05$

V této otázce je nejznatelnější rozdíl mezi BOV a frontální výukou (Obr. č. 12). BOV žáci dosáhli lepších výsledků. U otázky č. 9 se v případě BOV zlepšilo 57 žáků a jen osm žáků vykazalo horší výsledek. Při realizaci klasické frontální výuky došlo ke zlepšení pouze u 29 žáků, zhoršilo se 14.

Otázka č. 10: Rostliny vytvářejí svoji hmotu (biomasu) díky fotosyntéze. V následující tabulce jsou uvedeny hmotnosti 3 rostlin slunečnice pěstovaných po stejně dlouhou dobu na školní zahradě. Jedna z rostlin rostla ale na slunečném místě, druhá v polostínu a třetí ve stínu. S pomocí těchto hodnot sestrojte graf, který bude vyjadřovat hmotnost jednotlivých rostlin rostoucích v rozdílných světelných podmínkách. S pomocí grafu pak rozhodněte, která z rostlin rostla ve stínu, která v polostínu a která na slunci.

maximální počet bodů: 3 body

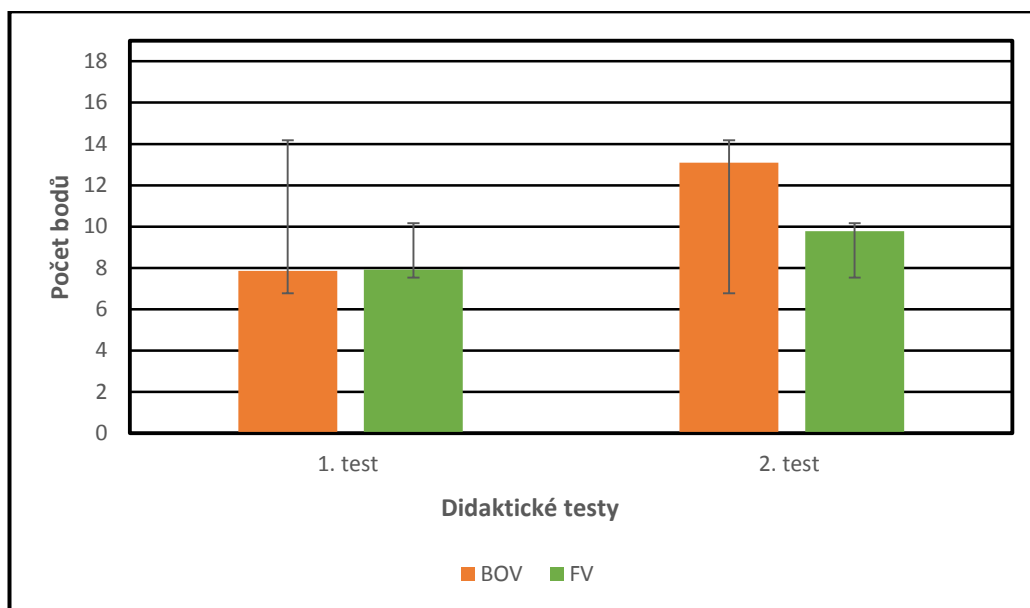


Obr. č. 13: Graf č. 12 Graf průměrného počtu získaných bodů v otázce č. 10

Statistická průkaznost rozdílu mezi respondenty vyučovanými metodou BOV a frontální výukou byla ověřována pomocí Studentova t-testu. $t=0,0111$ $p=0,05$

U otázky č. 10 můžeme BOV hodnotit jako přínosnější metodu pro žáky na základě statistické významnosti (Obr. č. 13). V případě BOV se zlepšilo 45 žáků a zhoršilo se 11 žáků. V případě klasické frontální výuky se 33 žáků zlepšilo, naopak 12 žáků mělo výsledek horší.

Rozdíly v celkovém průměrném bodovém zisku z celého testu uvádí Obr. č. 14.



Obr. č. 14: Graf č. 13 Průměrný počet získaných bodů

Statistická průkaznost rozdílu mezi respondenty vyučovanými metodou BOV a frontální výukou byla ověřována pomocí Studentova t-testu. $t=1,4655 \times 10^{-11}$ $p=0,05$

V tomto grafu je srovnáván průměrný bodový zisk v prvním a druhém testu mezi oběma sledovanými skupinami respondentů, z hlediska průměrných hodnot z celkového počtu respondentů. Z grafu je zřejmé, že mezi BOV a frontální výukou je statisticky významný rozdíl. Na základě vypočítaného Studentova t-testu je BOV efektivnější než frontální výuka.

4. DISKUSE

Otázka č. 1 má hodnotu obtížnosti 10,67 % (viz Tabulka č. 2), z čehož vyplývá, že se jednalo o velmi snadnou otázku. Z tohoto důvodu byla v testu uvedena na prvním místě. Po realizaci úvodního testu se v případě BOV zhoršilo šest žáků, v případě frontální výuky pouze dva žáci. Domnívám se, že zhoršení u šesti žáků při BOV nebylo z neznalosti problematiky nebo špatného přečtení otázky, ale ze samotného přístupu k otázce. Žáci se pravděpodobně chovali jako „praví badatelé“, kteří přemýšleli nad všemi alternativami. Na základě Studentova t-testu ($t=0,3206$) je rozdíl mezi sledovanými skupinami respondentů statisticky neprůkazný.

Otázka č. 2 z hlediska hodnoty obtížnosti 43,33 % (viz Tabulka č. 2) patřila ke středně těžkým. Žáci v ní chybovali, např. protože nabídnuté možnosti byly vyvážené, a tím pádem bylo znemožněno odpověď správně tipnout. Další možnou příčinou bylo špatné přečtení uvedených alternativ odpovědí. V případě badatelského stylu výuky došlo ke zlepšení u 25 žáků, naopak ke zhoršení šesti žáků. V klasické frontální výuce se zlepšilo 20 žáků, zhoršilo 13. Lze konstatovat, že na základě Studentova t-testu ($t=0,1178$) je rozdíl mezi sledovanými skupinami respondentů statisticky neprůkazný.

Mezi jednodušší otázky se řadila i otázka č. 3, u které vyšla hodnota obtížnosti 22 % (viz Tabulka č. 2). U této otázky vyšla hodnota Studentova t-testu $t=0,5163$. Na základě této hodnoty můžeme konstatovat, že rozdíl mezi sledovanými skupinami respondentů nebyl statisticky průkazný. U žáků, kteří patřili do frontální skupiny, se zlepšilo 14 žáků, zhoršilo osm žáků. Naproti tomu při BOV se zlepšilo 10 žáků a jenom šest žáků se zhoršilo.

Čtvrtá otázka patřila z hlediska hodnoty obtížnosti 40,6 % (viz Tabulka č. 2) ke středně těžkým otázkám. Žáci zde často volili možnost c) cukry a oxid uhličitý. To mohlo být způsobeno buď špatným zapamatováním informací z výukové hodiny, nebo vhodně zvolenými možnostmi odpovědí, protože součástí každé špatné chybné odpovědi byl vznikající produkt cukr (polovina správné odpovědi). U badatelského stylu výuky došlo ke zlepšení u dvaceti žáků, naopak ke zhoršení u devíti žáků. V případě klasické frontální výuky pak došlo ke zlepšení u 17 žáků, ke zhoršení dokonce u 22 žáků. U této otázky můžeme dokázat statisticky významný rozdíl ($t=0,0057$) ve prospěch badatelského stylu výuky (viz Obr. č. 7).

I u otázky č. 5 můžeme prokázat, jaký styl výuky je na předání poznatků efektivnější, na základě statisticky významného rozdílu (viz Obr. č. 8). Tato otázka patřila z hlediska hodnoty obtížnosti 60,6 % (viz Tabulka č. 2) ke středně těžkým. V případě BOV se zlepšilo 33 žáků, zhoršilo osm. Zatímco při klasické frontální výuce se zlepšilo 22 žáků a zhoršilo deset. Žáci zde často odpovídali, že kyslík a dusík patří mezi plyny, které si mezi sebou vyměňují rostliny a atmosféra. Lze se domnívat, že tato chyba vznikla ze znalosti o výskytu jednotlivých plynů v atmosféře. Na předání poznatků byla BOV efektivnější.

Také u šesté otázky se podařilo prokázat pozitivní vliv BOV na změnu znalostí žáků z hlediska významného statistického rozdílu Studentova t-testu (viz Obr. č. 9). V případě BOV se zlepšilo 37 žáků, naopak ke zhoršení došlo pouze u pěti žáků. Devatenáct žáků se zlepšilo a 16 žáků se zhoršilo při realizaci klasické frontální výuky. Chybné odpovědi zde nejspíše pramenily z toho, že žáci nevědí, na jakou část dne je fotosyntéza vázaná.

Otázka č. 7 patřila mezi středně těžké otázky z hlediska hodnoty obtížnosti 58,6 % (viz Tabulka č. 2). Při badatelské výuce došlo ke zlepšení u 39 žáků, ke zhoršení u šesti žáků. Naproti tomu 21 žáků se zlepšilo a 15 žáků zhoršilo při klasické frontální výuce. Častou chybovost zde můžeme přisoudit tomu, že žáci sice vědí, že oxid uhličitý je potřebný pro fotosyntézu, ale už nedokáží vysvětlit, jak ho rostliny spotřebovávají. V rámci navrženého výukového programu žáci měli možnost si sami tuto problematiku vyzkoušet. A tím bylo dokázáno že, při BOV si žáci poznatky efektivněji zapamatují. Studentův t-test prokázal statisticky významný rozdíl ($t=0,0001$) ve prospěch BOV (viz Obr. č. 10).

Otázka č. 8 patřila opět mezi jednodušší otázky (hodnota obtížnosti 33%, viz Tabulka č. 2). Z hlediska statisticky významného rozdílu ($t=0,0114$) vyšla tato otázka lepší pro frontální výuku (viz Obr. č. 11). V případě BOV se zlepšilo 17 žáků a zhoršilo se 13. Po klasické frontální výuce došlo ke zlepšení u 24 žáků a zhoršilo se pět.

Také při hodnocení otázky č. 9, která patřila mezi otevřené otázky, byl z hlediska statisticky významného rozdílu nejznatelnější rozdíl ($t=8,2463 \times 10^{-5}$) mezi BOV a frontální výukou (viz Obr. č. 12). V BOV žáci dosáhli lepších výsledků. V případě BOV se zlepšilo 57 žáků a jen osm žáků se zhoršilo. Při realizaci klasické

frontální výuky došlo ke zlepšení pouze u 29 žáků, zhoršilo se 14. Lepší výsledky mohly být způsobeny tím, že v rámci pracovního listu, žáci analyzovali grafy.

Otázka č. 10 činila žákům poměrně velké problémy z důvodu hodnoty obtížnosti 65,3 % (viz Tabulka č. 2). Tato otázka patřila mezi otevřené otázky a měla dvojí charakter: a) krátkou odpověď – kde žáci museli s využitím uvedených informací v zadání přiřadit, zda rostliny rostou ve stínu, polostínu nebo na světle; b) s širokou odpovědí – kde žáci museli s uvedenými informacemi pracovat a aplikovat je do grafu (stanovit osy, správně určit hodnoty osy a vhodně zvolit správný graf). Tvorba zmíněného grafu byla pro žáky velmi složitá. Někteří žáci dokonce místo grafu malovali různě vysoké rostliny podle doby osvětlení (viz Obr. č. 17 a 18). Někteří žáci pochopili, že pro tvorbu grafu jsou nutné osy. Většina žáků dobře zakreslila pouze jednu osu, na níž byla vynesena hmotnost rostliny. Dále velká část žáků uváděla místo grafu sloupcového nebo bodového grafu spojitý (viz Obr. č. 19). I v této otázce na základně statisticky významného rozdílu (viz Obr. č. 13) bylo lepších výsledků dosaženo při BOV, protože žáci měli možnost seznámit se s vytvářením grafu v rámci pracovního listu při realizaci BOV. U této otázky můžeme BOV hodnotit jako přínosnější metodu pro žáky, protože díky ní měli lepší výsledky. V případě BOV se zlepšilo 45 žáků a zhoršilo se 11. Oproti tomu při klasické frontální výuce se 33 žáků zlepšilo, 12 žáků mělo výsledek horší.

Skupina žáků, která byla podrobena badatelskému způsobu výuky, dosáhla vyššího průměrného bodového zlepšení v porovnání se skupinou žáků, kterým byla látka podána klasickým způsobem, tedy frontální výukou (viz Obr. č. 14). Na základě výsledku provedeného Studentova t-testu $t=1,4655 \times 10^{-11}$, lze říci, že se s více než 99 % spolehlivostí podařilo prokázat vliv badatelské výuky. Vyšší průměrný počet získaných bodů pro BOV je u otázek č. 4, 5, 6, 7, 9 a 10. Pouze u otázky číslo osm vychází vyšší průměrný počet získaných bodů pro klasickou frontální výuku. Otázky č. 1, 2 a 3 jsou statisticky neprůkazné, protože se nepodařilo prokázat vliv stylu výuky.

5. ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo vytvořit výukový program a ověřit ho ve výuce a pomocí didaktického průzkumu zjistit, jaký vliv má použití výukového programu na znalosti žáků.

V rámci výukového programu s prvky badatelství byl vytvořen program Fotosyntéza na základně RVP ZV a ŠVP. Pro lepší zpřístupnění tohoto tématu žákům zde byla použita moderní žákovská didaktická měřicí technika – sety Vernier. Jako součást výukové hodiny byl vytvořen pracovní list a didaktický test, který měl porovnávat znalosti získané buď z badatelsky orientované výuky, nebo z frontální výuky.

Z vyhodnocení výsledků didaktických testů vyplynulo, že BOV přispívá k větší motivaci k učení a lepšímu zapamatování poznatků, neboť ve většině zpracovaných otázek vyšly lépe znalosti žáků účastníci se BOV. Posun ve znalostech byl zřejmý u otázek č. 4, 5, 6, 7, 9 a 10, u otázek č. 1, 2 a 3 nebyl prokázán rozdíl ve stylu výuky. Pouze v jednom případě (otázka č. 8) byla frontální výuka hodnocena jako optimálnější.

V rámci výukového programu Fotosyntéza byly stanoveny tyto hypotézy:

a) Prostřednictvím BOV se u žáků úroveň znalostí ve srovnání s frontální formou výuky zvyšuje. Tato hypotéza byla potvrzena u otázek č. 4, 5, 6, 7, 9 a 10.

b) Vědomosti žáků budou, i přes zastoupení tohoto tématu v šestém ročníku a okrajově v sedmém ročníku, před výzkumem průměrné. Jak vyplývá z Obr. č. 14 i tato hypotéza byla potvrzena.

c) Učivo sdělované prostřednictvím výukového programu s prvky badatelství s použitím moderní techniky (žákovské sety Vernier) bude žáky efektivněji vstřebáno než prostřednictvím běžně se vyskytující frontální výuky. Na základě didaktického průzkumu byla i tato hypotéza potvrzena, a to konkrétně u otázek č. 4, 5, 6, 7, 9 a 10.

6. SEZNAM LITERATURY

Ahmed S., Parsons D., 2013: Abductive science inquiry using mobile devices in the classroom. *Comput Educ* 63: 62-72.

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

Andersen B. B., Brink K., 2002: *Multimedie in education (Specialised training course)*. Moskva: Unesco Institute for Information Technologies in Education. [cit. 8. 4. 2016]. Dostupné z: <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001293/129390eo.pdf>

Anderson D., Lucas K. B., Ginn I. S., Dierking L. D., 2000: Development of knowledge about electricity and magnetism during a visit to a science museum and related post-visit activities. *Sci Educ* 84: 899-917.

Balada J., Jiří B., Brychnáčová E., Herink J., Holasová T., Horská V., Hudecová D., Hučínová L., Charalambidis A., Jonák Z., Krčková S., Kůlová A., Lisnerová R., Maršák J., Masaříková J., Nováková J., Pastorová M., Pernicová H., Pumpr V., Rokosová M., Smejkalová A., Smolíková K., Tůmová., Tupý J., Zahradníková J., Zahradníková M., 2007: *Rámcově vzdělávací program pro základní vzdělávání*. VÚP Praha. [cit. 25. 5. 2016]. Dostupné z: <http://www.vuppraha.cz/wp-content/uploads/2009/12/RVPZV-pomucka-ucitelum.pdf>

Basu S. J., Barton A. C., 2007: Developing a sustained interest in science among urban minority youth. *J Res Sci Teach.* (44), 466-489.

Boyce C. J., Mishra C., Halverson K. L., Thomas A. K., 2014: Getting students outside: Using technology as a way to stimulate engagement: *J Sci Educ Technol* 23: 815-826.

Bransford J. D., Brown A. L., Cocking R. R., 2000: *How people learn: brain, mind, experience, and school (expanded edition)*. Washington DC, National Academy Press, 384 s.

Bransford J., Brown A., Cocking R., (EDS), 1999: *How people learn*. National research council, Washington, DC: National Academy Press, 374 s.

Bruner J., 1987: *Actual Minds, Possible Worlds*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 222 s.

Bybee, R. V. 2004: Scientific inquiry and science teaching: 1 – 14. In: Flick L. B., Lederman N. G., (eds): *Science inquiry and nature of science. Implications for teaching, learning, and teacher education*. Kluwer Academic Publisher. Dordrecht, Netherlands. 452 s.

Byčkovský P., 1982: *Základy měření výsledků výuky. Tvorba didaktického testu*. Praha: ČVUT. 149 s.

Clark J. M., Paivio A., 1991: Dual coding theory and education. *Educational Psychology Review*, 3(3): 149–210.

Clough G., Jones A. C., McAndrew P., Scanlon E., 2008: Informal learning with PDAs and smartphones. *J Comput Assist Learn* 24: 359-371.

Coalition of the Public Understanding of Science (COPUS), 2008: A report on COPUS regional and thematic hubs: a strategic workshop to support the public understanding of science. St. Petersburg, [cit. 4. 5. 2016]. Dostupné z: http://www.copusproject.org/resources/Report_on_Tampa_Bay_Regional_Hub_Mee ting.pdf

Czesaná V., Matoušková Z., Havlíčková V., Šimová Z., Kofroňová O., Lapáček M., Braňka J., Žáčková H., 2009: *Ročenka konkurenceschopnosti České republiky 2007 – 2008. Analýza. Část – kvalita lidských zdrojů*. Národní observatoř zaměstnání a vzdělání NVF, Centrum výzkumu konkurenceschopnosti české ekonomiky, Praha. 111 s.

Čabradová V., Hasch F., Sejpka J., Vaněčková I., 2003: *Přírodopis pro 6. ročník základní školy a primu víceletého gymnázia*. Plzeň: Fraus, 120 s.

Černík V., Hamerská M., Martinec Z., Vaněk J., 2007: *Přírodopis 6 – zoologie a botanika pro základní školy*. Praha: SPN, 113 s.

Dickers S., 2012: History in our hands: mobile media in museum adventures. In: *Mobile media learning*. Springer, Berlin: 171-184 s.

Dunleavy M., Dede C., Mitchell R., 2009: Affordances and limitations of immersive participatory augmented reality simulations for teaching and learning. *J Sci Educ Technol* 18: 7- 22.

Dvořák J. a Skaláková A., 2012: Rostlinopis pracovní listy. Baobab. [cit. 26. 5. 2016]. Dostupné z: zdroj: http://www.baobab-ooks.net/sites/default/files/rostlinopis_pracovni_listy_low.pdf

Eastwell P., 2009: Inquiry learning: Elements of confusion and frustration. *The American biology teacher*, 71(5): 263-264.

Edelson D. C., Gordin D. N., Pea R. D., 1999: Addressing the Challenges of InquiryBased Learning through technology and curriculum design. *Journal of The Learning Sciences*, 48: 391-450.

Evans Ch., Gibbons N. J., 2007: The interactivity effect in multimedia learning. *Computers and Education*, 49: 1 147–1 160.

Falk J. H., Scott C., Dierking L., Rennie L., Jones M. C., 2004: Interactive and visitor learning. *Curator Mus J.* 47: 171-198.

Fallon G., 2013: Young students using iPads: app design and content influences on their learning pathways. *Comput Educ* 68: 505-521.

Farnsworth E. J., Chu M., Kress W. J., Neill A. K., Best J. H., Pickering J., Stevenson R. D., Courtney G. W., VanDYK J. K., Ellison A. M., 2013: Next generation field guides. *Bioscience* 63: 891-899.

Held L., 2011: Konfontácia koncepcií prírodovedného vzdelavania v Európe. *Scientia in Educatione.* 2(1): 69–80.

Holden C., Sykes J., 2012: Mentira: prototyping language-based locative gameplay. In: *Mobile media learning*. Springer, Berlin, [cit. 7. 3. 2016]. Dostupné z: <http://press.etc.cmu.edu/content/mentira-prototyping-language-based-locative-gameplay>

Hsi S., 2004: I-Guides in progress: two prototype apps for museum educators and visitor using wireless technologies to support informal science learning. Presentation

at the 2nd IEEE International Workshop on Wireless and Mobile technologies. [cit. 14. 5. 2016]. Dostupné z: https://www.exploratorium.edu/guidebook/WMTE04_Hsi.pdf

Chráska M., 1999: Didaktické testy, Příručka pro učitele a studenty učitelství. Brno: Paido, 91 s.

Chromý J., 2006: Analýza výkladu pojmů média a multimédia. *Technology of Education*, 14(3): 5–8.

Janoušková S., Novák J., Maršák J., 2008: Trendy ve výuce přírodovědných oborů z evropského pohledu. *Acta Facultatis Paedagogicae Universitatis Trnaviensis, Ser. D, Supplementum* 2(12): 129-132.

Jeřábek J., Tupý J., (eds) 2007: Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání. VÚP, Praha. [cit. 19. 5. 2016]. Dostupné z: <http://www.vuppraha.cz/wp-content/uploads/2009/12/RVPZV-pomucka-ucitelum.pdf>

Jimenes-Aleixandre M. P., Gallástegui J. R. O., Santamaría F. E., Mauriz B. P., 2009: Resources for introducing argumentation and the use of evidence in science classroom. University of Santiago de Compostella, Spain. 49 s.

Jones L. S., 1997: Opening doors with informal science: exposure and access for our underserved students. *Sci Educ* 81: 663-677.

Jorde D., 2009: Best practice in science education – a look at European educational policy. Power point presentation presented in the Starting Czech National - 160 - Workshop of the international project S-TEAM, to the WP3, University of South Bohemia, Faculty of Education, České Budějovice, October 15. – 16. 2009. 64 slides.

Joshi A., 2011: Innovative teaching: Using multimedia in a problem-based learning environment. *Current World Environment: An International Research Journal of Environmental Science*, 6(1): 183–186.

Kearney C., 2011: Jak podpořit zájem žáků o studium a zaměstnání v oblasti přírodních věd, technologií, inženýrství a matematiky. European Schoolnet (EUN Partnership AISBL). Belgie, [cit. 20. 5. 2016]. Dostupné z: http://www.dzs.cz/file/1892/cz_spice_mst_report_final-pdf/

Komenský J. A., 1958: Velká didaktika. Vybrané spisy Jana Amose Komenského. Praha: SPN, 252 s.

Kotrba T., Lacina L., 2007: Praktické využití aktivizačních metod ve výuce. Brno: Barrister a Principal, 188 s.

Kvasničková D., Pecina P., Froněk J., Jeník J., Cais J., 2009: Ekologický přírodopis pro 6. ročník základní školy a nižší ročníky víceletých gymnázií. Praha: Fortuna, 128 s.

Lindstrom R., 1994: Create dynamic presentations that inspire. In R. Lindstrom (Ed.) The business week guide to multimedia presentations: create dynamic presentations that inspire. New York: McGraw-Hill Osborne Media. 456 s.

Mareš, J., Gavora, P. 1999: Anglicko-český pedagogický slovník. Portál. Praha, 215s.

Mayer R. E., Sims V. K., 1994: For whom is a picture worth a thousand words? Extensions of a dual-coding theory of multimedia learning. *Journal of Educational Psychology*, 86(3): 389–401.

Mayer R., 2009: Multimedia learning. New York: Cambridge University Press. [cit. 17. 5. 2016]. Dostupné z: <http://visualllearningresearch.wiki.educ.msu.edu/file/view/Mayer%20-%202009%20-%202nd%20Ed%20-%20Ch%2012%20-%20Multimedia%20Principle.pdf/75444927/Mayer%20-%202009%20-%202nd%20Ed%20-%20Ch%2012%20-%20Multimedia%20Principle.pdf>

Mayhew L. M., Finkelstein N. D., 2008: New media and models for engaging under-represented students in science. [cit. 7. 4. 2016]. Dostupné z: file:///C:/Users/cekal.tomas/Downloads/PERC08_Mayhew.pdf

McCallie E., Bell L., Lohwater T., Falk J. H., Lehr J. L., Lewenstein B. V., Needham C., Wiehe B., 2009: Many experts, many audiences: Public engagement with science and informal science education. *A CAISE Inquiry Group Report*, Washington DC. [cit. 16. 5. 2016]. Dostupné z: http://digitalcommons.calpoly.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1011&context=eth_fac

Mousavi S. Y., Low R., Sweller J., 1995: Reducing cognitive load by mixing auditory and visual presentation modes. *Journal of Educational Psychology*. 87(2): 319–334.

National Research Council, 2009: Learning science in informal environments: people, places, and pursuits. The National Academies Press, Washington DC: 352 s.

Nature, 2010: Learning in the wild. Nature 464: [cit. 20. 5. 2016]. Dostupné z: <http://www.nature.com/nature/journal/v464/n7290/full/464813b.html>

Nezvalová D., Bílek M., Hrbáčková K., 2010: Inovace v přírodovědném vzdělávání. Olomouc. [cit. 14. 5. 2016]. Dostupné z: <http://zvyp.upol.cz/publikace/nezvalova1.pdf>

Norman D. A., 1993: Things that make us smart: defending human attributes in the age of the machine. New York: Addison-Wesley Publishing Company, 290 s.

Odcházelová T., 2014: Role multimédií ve výuce přírodních věd: Scientia in educatione 5(2), p. 2–12 [cit. 17. 5. 2016]. Dostupné z: <http://www.scied.cz/index.php/scied/article/viewFile/93/97>

Osborn J., Dillon J., 2008: Science education in Europe: Critical reflections. [cit. 16. 5. 2016]. Dostupné z: http://efepereth.wdfiles.com/local--files/science-education/Sci_Ed_in_Europe_Report_Final.pdf

Papáček M., 2006: Nároky na současnou didaktiku biologie: 330 – 335s. In: Dargová J., Darák M. (eds): Didaktika v dimenziách vedy a praxe. Zborník príspevkov z konferencie z medzinárodnou účasťou konanej 6. - 7. októbra 2005 v Prešove. Euroeducation, n.o., Prešov. 425 s.

Papáček M., 2010: Limity a šance zavádění badatelsky orientovaného vyučování přírodopisu a biologie v České republice. In: Papáček M., (ed): Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování. DiBi. 2010. Sborník příspěvků semináře, 25. a 26. března 2010, Jihočeská univerzita, České Budějovice, 145 – 162.

Papáček M., Šafářová L., 2007: Diverzita a klasifikace živočichů ve výuce biologie: implicitní signály opakované sondy znalostí a jejich vývoje, adresované teorii a praxi výuky na ZŠ a gymnáziích: 61 – 64s. In: Tóthová A., Veselský M., (eds): ScienEdu. Aktuálne trendy vo vyučovaní prírodovedných predmetov. 28. - 30. máj 2007, Univerzita Komenského, Bratislava. 475 s.

Petr J., 2010: Biologická olympiáda – inspirace pro badatelsky orientované vyučování přírodopisu a jeho didaktiku. In: Papáček M., (ed): Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování. DiBi. 2010. Sborník příspěvků semináře, 25. a 26. března 2010, Jihočeská univerzita, České Budějovice, 136 -144.

Prenzel M., Stadler M., Friedrich A., Knickmeier K., Ostermeier Ch., 2009: Increasing the efficiency of mathematics and science instruction (SINUS) – a large scale teacher professional development programme in Germany. Leibniz-Institute for Science Education (IPN), Kiel. 65 s.

Richter R., 2004: Multimediální učební texty z výživy rostliny. Ústav agrochemie a výživy rostlin. MZLU v Brně. [cit. 20. 4. 2016]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin/html/prijem_zivin/a_index_prijem_zivin.htm

Rocard M., Csermely P., Jorde D., Lenzen D., Wahlberg-Henriksson H. & Hemmo V., 2007: Science Education Now: A renewed Pedagogy for the Future of Europe: Report of the High-Level Group on Science Education Brussels. European Commission, Directorate-General for Research, Information and Communication Unit, Brussels, [cit. 19. 4. 2016]. Dostupné z: http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf

Rochard M., Csermely P., Jorde D., Lenzen D., Walberg-Henrikson H., Hermmo U., 2007: Science education now: A renewed pedagogy for the future: 161 - 162 of Europe. European Comission, Directorate-General for Research, Science, Economy and Society, Information and Communication Unit. Brussels. 22 s.

Rychnovský B., 2011: Badatelsky orientované vyučování v biologii a nadání. 85 - 91 s. In: Janda M., Šťáva J., Nadání žáci ve škole. Sborník referátů z virtuálního workshopu. Brno: Pegagogická fakulta, Masarykova univerzita, 2011, 155 s.

Ryplová R., Reháková J., 2011: Přínos badatelsky orientovaného vyučování (BOV) pro environmentální výchovu: Případová studie implementace BOV do výuky na ZŠ. Envigogika: Charles University. *E-journal for Environmental Education*. [cit. 18. 5. 2016]. Dostupné z:

<https://docs.google.com/viewerng/viewer?url=http://www.envigogika.cuni.cz/index.php/Envigogika/article/viewFile/65/69>

Řehák B., 1967: Vyučování biologií na základní devítileté škole a střední všeobecně vzdělávací škole. Praha: SPN, 167 s.

Santiago P., Gilmore A., Nusche D., Sammons P., 2012: Zprávy OECD o hodnocení vzdělávání. ČSI – Česká školní inspekce. [cit. 2016-05-1]. Dostupné z: <http://www.csicr.cz/getattachment/a6311b50-169c-4e5e-9d92-a6f70aafe0f1>

Schulman L. S., 1987: Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57: 1–22.

Skutil M., Bartošová I., Fáberová M., Haviger J., Havigerová J. M., Chráska M., Juklová K., Křováčková B., Maněnová M., Průcha J., Zíkl P., Žumárová M., 2011: Základy pedagogicko-psychologického výzkumu pro studenty učitelství. Hradec Králové: Portál. 254 s.

Squire K., 2006: From content to context: videogames as designed experience. *Educ Res* 35: 19-29.

Stuchlíková I., 2010: O badatelsky orientovaném vyučování. In: Papáček M., (ed): Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování. DiBi. 2010. Sborník příspěvků semináře, 25. a 26. března 2010, Jihočeská univerzita, České Budějovice, 129 – 135.

Škoda J., Doulík P., 2009: Vývoj paradigmat přírodovědného vzdělávání. *Pedagogická orientace*, 19(3): 24–43.

Švecová M., 2005: Přírodovědné vzdělávání v kontextu dynamického rozvoje biologických disciplín. In: Progres v biológii. Zborník referátov z medzinárodnej konferencie 4. Biologické dni. 8.- 9. September 2005. FPV UKF, Nitra, Prírodovedec, 178: 37-42.

Veselský M., 2010: Motivácia žiakov učiť sa: Teória a prax. Bratislava: Univerzita Komenského Bratislava, 116 s.

Weigel M., James C., Gardner H., 2009: Learning: peering backward and looking forward in digital era. [cit. 15. 4. 2016]. Dostupné z:
<http://www.mitpressjournals.org/doi/pdf/10.1162/ijlm.2009.0005>

White Wolf Consulting, 2009: Důvod nezájmu žáků o přírodovědné a technické obory. Individuální projekt národní: Podpora technických a přírodovědných oborů 2010, Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy. [cit 2016-05-21]. Dostupné z:
http://www.generacey.cz/uploads/akce_a_aktuality/pardubicky_kraj/Duvody_nezajmu_zaku.pdf

Zimmerman H. T., Land S. M., 2014: Facilitating place-based learning in outdoor informal environments with mobile computers. *Tech-Trends* 58: 77-83.

7. PŘÍLOHY

Součástí této diplomové práce jsou tyto přílohy:

Příloha 1: Fotografie z průběhu frontální a badatelské výuky



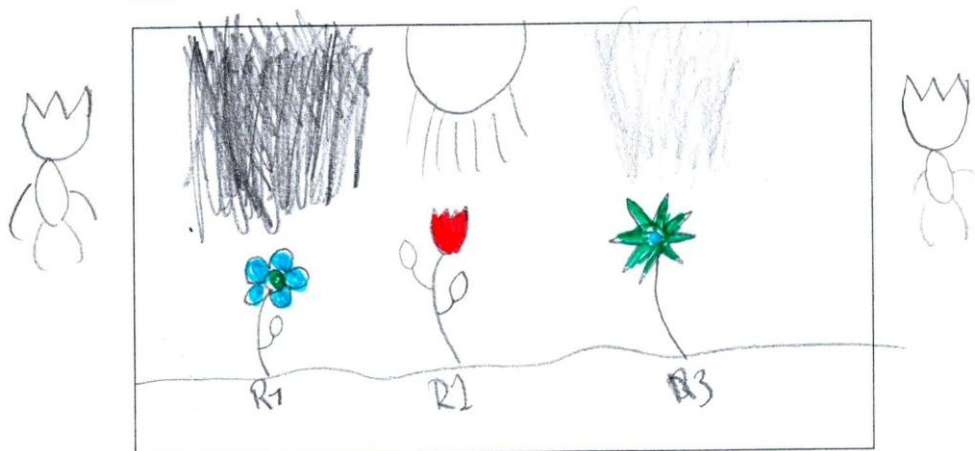
Obr. č. 15 Badatelský styl výuky (foto autor)



Obr. č. 16 Frontální styl výuky (foto autor)

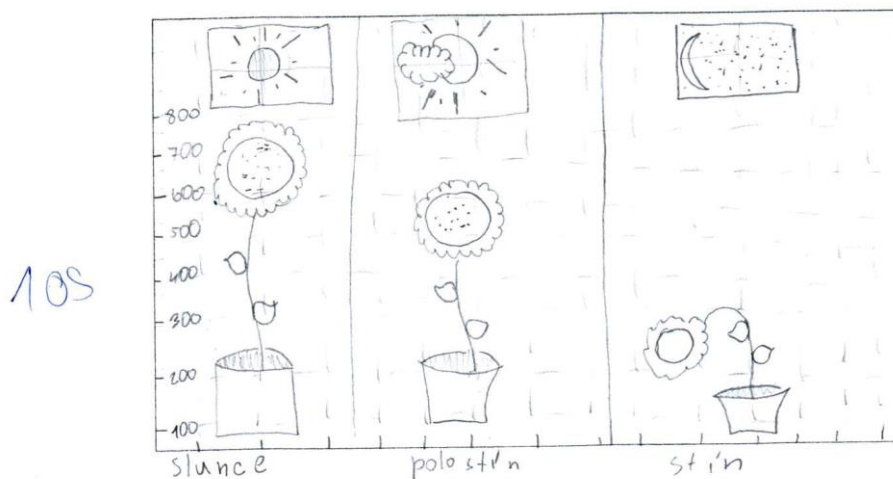
Příloha 2: Příklady řešení otázky č. 10

Graf:



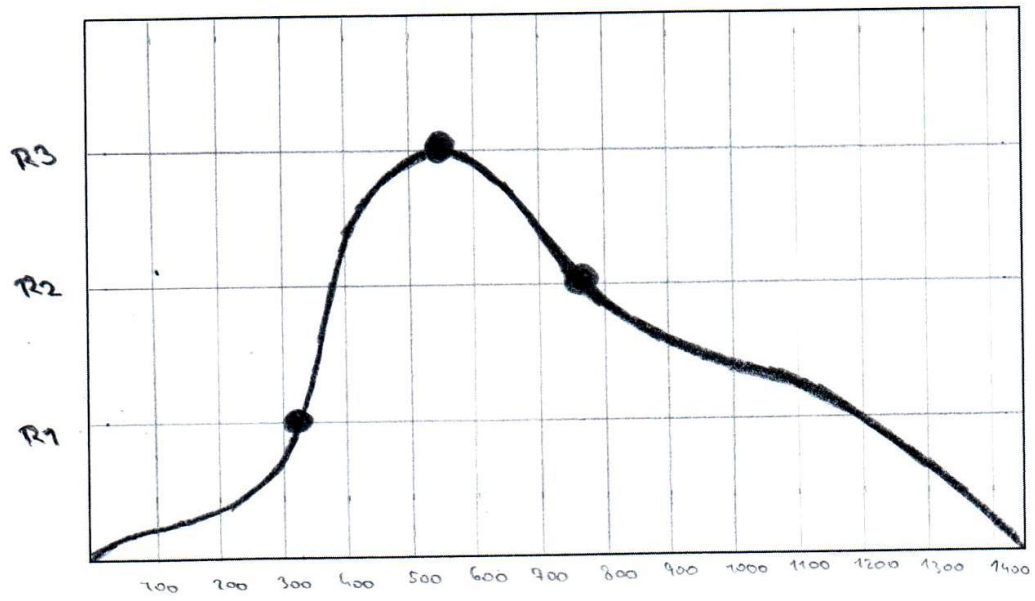
Obr. č. 17 Znárodnění grafu u otázky č. 10

Graf:



Obr. č. 18 Znárodnění grafu u otázky č. 10

Graf:



Obr. č. 19 Znáznornění grafu u otázky č. 10