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

Vliv výuky za pomoci interaktivní učebnice na efektivitu výuky fotosyntézy vodních rostlin

Diplomová práce

Vypracovala: Bc. Natálie Mouchová

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

České Budějovice 2024

Anotace

Tato diplomová práce se zabývá problematikou vlivu výuky za pomoci interaktivní učebnice na efektivitu výuky fotosyntézy vodních rostlin.

Práce se dělí na dvě dílčí části – literární rešerši a rozbor výsledků výzkumu. Teoretická část navazuje na bakalářskou práci, která se zabývá testováním žákovských znalostí fotosyntézy vodních rostlin. V literární části je popsáno zařazení fotosyntézy do kritických témat ve výuce přírodopisu a ukotvení tématu fotosyntézy v obsahu učebnic přírodopisu a chemie. Závěr teoretické části popisuje znalosti žáků o fotosyntéze vodních rostlin a výuku environmentální výchovy a ekologie.

Praktickou část tvoří průzkum mezi žáky devátého ročníku vybraných ze tří základních škol. Nedílnou součástí šetření je rozhovor s učiteli základních škol, kteří vyučují přírodopis. V rozhovoru jsou kladeny otázky zaměřené na problematiku hodnocení digitální učebnice. Z celkového vyhodnocení průzkumu vyplývá pozitivní dopad práce s elektronickou interaktivní učebnicí na znalosti žáků o fotosyntéze a skeptický pohled učitelů na práci s interaktivní učebnicí.

Klíčová slova: fotosyntéza vodních rostlin, průzkum, elektronická interaktivní učebnice, rozhovor, testování.

Annotation

This diploma thesis deals with the issue of the influence of teaching with the help of an interactive textbook on the effectiveness of teaching the photosynthesis of aquatic plants.

The work is divided into two parts - literature research and analysis of research results. The theoretical part follows on from the bachelor's thesis, which deals with testing students' knowledge of the photosynthesis of aquatic plants. The literary part describes the inclusion of photosynthesis in critical topics in the teaching of natural history and the anchoring of the topic of photosynthesis in the content of natural history and chemistry textbooks. The conclusion of the theoretical part describes the pupils' knowledge of the photosynthesis of aquatic plants and the teaching of environmental education and ecology.

The practical part consists of a survey among ninth grade students selected from three elementary schools. An integral part of the investigation is an interview with primary school teachers who teach science. In the interview, questions focused on the issue of digital textbook evaluation are asked. The overall evaluation of the survey shows a positive impact of working with an electronic interactive textbook on pupils' knowledge of photosynthesis and a skeptical view of teachers on working with an interactive textbook.

Keywords: photosynthesis of aquatic plants, survey, electronic interactive textbook, interview, testing.

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím dostupných 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 – v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejich 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 17. 4. 2024 Podpis:……..

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala RNDr. Renatě Ryplové Ph.D., za vedení mé diplomové práce, za čas, který mi věnovala při odborných konzultacích, při zpracovávání a vyhodnocování výsledků, za odborný dohled, cenné rady, a ochotu pomoci.

Dále bych chtěla poděkovat všem dotazovaným žákům a učitelům z vybraných základních škol, kteří se podíleli na výzkumu. Poděkování patří i mé rodině a Ing. Martinu Brhelovi za pomoc a podporu.

Obsah

1. Úvod 7

2. Literární část 8

2.1 Fotosyntéza jako jedno z kritických témat ve výuce přírodopisu 8

2.2 Znalosti žáků o fotosyntéze vodních rostlin 9

3. E-interaktivní učebnice a jejich vliv na výuku 12

4. Vliv vizualizací v digitálních učebnicích na žákovské porozumění 17

4.1 Vliv vizualizací na pochopení fotosyntézy 18

5. Výuka enviromentální výchovy a ekologie na základních školách 20

5.1 Výuka obecné fotosyntézy v ekologii 23

5.1.1 Ekologické souvislosti fotosyntézy vodních rostlin 25

6. Metodika práce 32

7. Výsledky 34

7.1 Vyhodnocení dotazníkového šetření – žáci 34

7.2 Vyhodnocení Likertovy škály v post testu 45

7.3 Vyhodnocení polostrukturovaného rozhovoru s učiteli 47

8. Diskuse 50

9. Závěr 54

1. Úvod

Tato práce si klade za cíl analyzovat a vyhodnotit vliv výuky za pomoci digitální interaktivní učebnice na žákovské znalosti fotosyntézy vodních rostlin, zjistit názory žáků a učitelů na tento typ výuky.

V literární části se diplomová práce zabývá fotosyntézou jako jedním z kritických témat ve výuce přírodopisu, obsahem tématu fotosyntéza ve vybraných učebnicích pro ZŠ a úrovních žákovských znalostí fotosyntézy vodnících rostlin v návaznosti na výsledky mé práce (Mouchová, 2022). Dále je v práci obsažena kapitola zabývající se vlivem elektronické učebnice na efektivitu výuky, vlivu vizualizací na žáky a kapitola o výuce v ekologických souvislostech v základních školách. Výsledky praktické části jsou rozděleny do dvou celků. Praktická část práce se skládá z dotazníkového šetření formou pre/post testu zaměřeného na vliv výuky za pomoci nové interaktivní digitální učebnice pro výuku fotosyntézy v ekologických souvislostech a z výzkumného šetření mezi učiteli přírodopisu v ZŠ formou polostrukturovaného rozhovoru.

Fotosyntéza je téma, které je nejen pro žáky, ale i pro samotné učitele velmi obtížné. Jedná se o kritické místo ve výuce přírodopisu. Žáci se s pojmem fotosyntéza setkávají až na druhém stupni základních škol, přesněji v 6. ročníku (Vágnerová et al., 2018). Fotosyntéza jako biochemický proces je pro žáky 6. ročníku bez základní znalosti chemie těžko představitelná a pochopitelná. Toto téma je po chemické stránce ve výuce stručně zmiňováno a vysvětlováno. Žáci se učí o rostlinách okrajově, o jejich životě a fungování se dozvídají méně informací. Při výuce je vhodné zmínit spíše význam fotosyntézy, respektive význam fotosyntézy pro život na Zemi. Fotosyntéza by měla být také zařazena až do pozdějšího ročníku, kde by žáci měli alespoň patrnou představu o fungování tohoto děje díky znalostem z chemie (Vágnerová et al., 2018).

Téma je s ohledem na žáky z hlediska výkladu pro učitele velmi náročné. Někteří učitelé téma zcela vynechávají a nevěnují mu patřičnou pozornost (Mouchová, 2022).

Tato diplomová práce navazuje na bakalářskou práci z roku 2022, která se zabývá testováním žákovských znalostí fotosyntézy vodních rostlin. Tato práce byla řešena v rámci projektu GAJU 042/2022/s.

2. Literární část

2.1 Fotosyntéza jako jedno z kritických témat ve výuce přírodopisu

Fotosyntéza jako samotný proces se označuje jako jedno z kritických míst ve výuce přírodopisu v základních školách (Vágnerová et al., 2018). Žáci se o ní dozvídají už na druhém stupni v šestém ročníku základních škol. Po analýze ŠVP (školní vzdělávací program) se fotosyntéza zařazuje do tematického celku Anorganické a organické látky, fotosyntéza. V prvním pololetí šestého ročníku jsou žáci seznámeni s mnoha odbornými termíny. Proces fotosyntézy je pro žáky odborný a těžko pochopitelný bez základních znalostí z oboru chemie (Vágnerová et al., 2018).

Fotosyntéza, jako jedno z kritických témat v přírodopisu, je biochemický proces, který je obtížně představitelný a pochopitelný pro žáky základních škol, jak se základními znalostmi chemie, tak i bez nich. Samotné téma je totiž obtížné i pro samotné učitele (Vágnerová et al., 2019). Ahopelto et al., (2011), ve svém článku uvádí, že studenti učitelství mají mylné představy o průběhu samotné fotosyntézy a jejímu průběhu nerozumí.

Vzhledem k biochemické povaze děje je fotosyntéza ve výuce spíše okrajově zmiňována, stručně vysvětlena a žákům často špatně předávána. Žáci se přitom učí, že rostliny potřebují ke svému životu Slunce. Dále je fotosyntéza zmiňována v kapitole o vzniku života na Zemi. Vzhledem náročnosti tohoto děje a obtížné představitelnosti by byl vhodný přesun tématu do pozdějšího ročníku (Vágnerová et al., 2019).

Kritická témata ve výuce přírodopisu se vybírají na základě diskusních setkání s učiteli přírodopisu, biologie a geologie. Učitelé odpovídají na připravené otázky týkající se progresivních přístupů k výuce přírodopisu, biologie a geologie. Mezi témata, která činí největší úskalí pro žáky 2.stupně základních škol (ZŠ), se řadí zmiňovaná fotosyntéza (Rokos et al., 2019).

Učivo fotosyntézy dle výzkumů činí žákům problém nejen v českých, ale i v zahraničních školách (Köse a Uşak, 2006). Například výzkumníci z turecké univerzity popisují fakt, že žáci obtížně chápou vztah mezi fotosyntézou a dýcháním (Köse a Uşak, 2006). Učivo o fotosyntéze se jeví jako úskalí i pro žáky z druhého stupně řeckých základních škol. Žáci si nedovedou představit fotosyntézu jako energetický koncept týkající se využití sluneční energie a zaměňují dýchání s fotosyntézou. Domnívají se mylně, že k dýchání rostlin dochází

v případě, když neprobíhá fotosyntéza, a rostlina tedy dýchá pouze v noci (Marmaroti et al. 2011, Hershey, 2005).

V rámcovém vzdělávacím programu pro základní vzdělávání (RVP ZV) je fotosyntéza součástí učiva vzdělávacího oboru chemie a přírodopisu. V chemii je obsažena v kapitolách týkajících se výchozích látek, produktů fotosyntézy a podmínek pro fotosyntézu a v přírodopisu fotosyntéza spadá do kapitol zabývajících se fyziologií rostlin – základní podmínky fotosyntézy (Pavlátová a Kroufek, 2018).

2.2 Znalosti žáků o fotosyntéze vodních rostlin

V bakalářské práci Mouchové (2022) probíhalo dotazníkové šetření poskytující zajímavé zjištění o znalostech žáků ve výuce přírodopisu na úrovni fotosyntézy vodních rostlin. Na základě výzkumného šetření může být konstatováno, že znalosti žáků o fotosyntéze vodních rostlin jsou nedostatečné. Téma je pro žáky složité z několika důvodů. Prvním důvodem neznalostí může být významná absence tématu v učebnicích pro základní školy přírodopisu a chemie. Druhým důvodem je neznalost základů chemie, a proto si žáci probíhající proces nedokážou představit. Třetím důvodem je vynechávání problematiky fotosyntézy vodních rostlin samotnými učiteli při probírání látky o vzniku života a o rostlinách (Mouchová, 2022). Fotosyntéza patří podle českých i zahraničních studií k nejtěžším tématům v přírodních vědách (Ryplová, 2019).

Jak již bylo uvedeno, fotosyntéza je velmi složité téma. Žáci bez znalostí chemie nedokážou pochopit chemické reakce, které při ději probíhají (Vágnerová et al., 2019). Fotosyntéza je považována za kritické téma ve výuce přírodopisu. Nejen pro žáky, ale i pro samotné učitele je téma velmi obtížné a těžko představitelné (Vágnerová et al., 2019). Tuto teorii potvrdili i Marmaroti a Galanopoulou (2006), kteří provedli dotazníkové šetření u řeckých žáků základních škol a zjistili, že žáci nejsou schopni pojmout fotosyntézu jako chemickou reakci. Nejsou schopni pochopit energetický koncept týkající se formy potřebné energie a představy o sluneční energii. Žáci zastávají mylnou představu o tom, že rostliny přijímají všechny živiny z prostředí, a nejsou schopni pochopit rozdíl mezi fotosyntézou a dýcháním. Výzkum Haslama a Treagusta (1987) dokládá konzistentnost neporozumění povaze a funkci dýchání a obtížného chápání vztahu mezi fotosyntézou a dýcháním rostlin u žáků napříč ročníky základní i střední školy.

Znalosti o fotosyntéze umožňují pochopit, jak svět funguje jako ekosystém a jak funguje samotná fotosyntéza (Pavlátová, 2019). Ta se bere jako most mezi neživým i živým světem

(Pavlátová, 2019). Je proto pochopitelné, že fotosyntéza je součástí výukových osnov po celém světě (Pavlátová, 2019). Během výzkumů a dotazníkových šetření se prokázalo, že studenti na všech stupních škol se učí toto téma zpaměti. V důsledku toho mají potíže s pochopením tohoto životně důležitého procesu. Výzkumy dále ukazují mnoho mylných představ ve vtahu k fotosyntéze mezi studenty různého věku (Skribe et al., 2017).

Eisen a Stavy (1988) uvádí, že u izraelských žáků byly zjištěny v dotazníkovém šetření potíže s pochopením fotosyntézy a dýchání rostlin. Potíže byly také zjištěny v porozumění pojmům souvisejících s ekosystémem, jako je cyklus kyslíku. Švandová (2014) uvádí, že žáci nižších ročníků gymnázií mají mylné představy o fotosyntéze jako takové. S pojmem fotosyntéza se váže velké množství abstraktních pojmů, které jsou těžko pochopitelné pro dospělé, natož pro studenty nižších stupňů gymnázií. Výzkum fotosyntézy se provádí po celém světě. Je zřejmé, že nedokážou pochopit, že se jedná o vzájemně propojené fyziologické funkce. Dochází k častému zaměňování fotosyntézy za dýchání rostlin. Výzkum ukázal, že čeští studenti mají mnoho mylných představ o fotosyntéze a dýchání rostlin. Žáci by si měli být vědomi toho, že u rostlin dochází k fotosyntéze a dýchání. Domnívají se, že fotosyntéza je dýchání rostlin, což znamená, že k samotnému procesu dýchání nedochází (Švandová, 2014). Dále se domnívají, že fotosyntéza probíhá pouze u vyšších rostlin a tento proces se nevyskytuje u bakterií a řas (Anwar et al., 2022).

Přestože je fotosyntéza povinnou součástí osnov přírodovědných předmětů, výzkum ukázal, že studenti jí často špatně rozumí. K jejímu pochopení je potřeba prosazování tématu fotosyntézy a zahrnutí její biochemické vlastnosti, ale také roli fotosyntézy nebo fotosyntetických organismů v koloběhu hmoty a přesunu energie v přírodních ekosystémech (Ray et al., 2008). Problematikou jsou i mylné představy o fotosyntéze a dýchání rostlin (Pamungkas et al., 2019). Tyto dva děje jsou důležitým vědeckým konceptem zahrnutým do osnov v mnoha zemích. Témata jsou opakovaně vyučována na různých věkových úrovních od základního až po vysokoškolské vzdělávání. Každý student má v podstatě různé vnímání a pochopení problematického tématu. Mylné představy ovlivňují znalosti studentů. Získané znalosti se pak průběžně přenášejí na další úroveň vzdělávání a ovlivňují výsledky učení. Výzkum ukázal, že studenti zaměňují fotosyntézu za dýchání. Nedokážou si spojit, že v rostlinách tyto dva děje probíhají (Pamungkas et al., 2019).

S pochopením fotosyntézy mají problémy i studenti učitelství (Marmaroti et al., 2011). Marmaroti a Galanopoulou (2011) se zabývali studiem a porozuměním řeckých žáků chemickým aspektům fotosyntézy. Jedním z výzkumných objektů vědního oboru Učitelství

přírodopisu je zaznamenávání mylných představ studentů. Za tímto účelem byl vytvořen uzavřený dotazník, který byl po procesu hodnocení předán studentům z vybraných škol. Ze zpracovaných odpovědí studentů bylo potvrzeno, že studenti, přestože chápou, že Slunce poskytuje energii pro fotosyntézu, tak si nedokážou představit a interpretovat typ této energie. Studenti nemají znalosti o tomto chemickém procesu a nerozpoznají, co je reaktant fotosyntézy a co je produkt fotosyntézy. Přesto do reakce zapojují chlorofyl buď jako reaktant, nebo jako produkt (Marmaroti et al., 2011).

Neuspokojivé znalosti o fotosyntéze mají nejen žáci, ale i budoucí učitelé a učitelé (Köse et al., 2006). Výzkum Köseho a Uşaka (2006) dokládá, že většina budoucích učitelů přírodních věd má mylné představy o fotosyntézy a dýchání u rostlin. Je proto důležité dosáhnout smysluplného a trvalého učení, aby se předešlo mylným představám o této problematice (Köse et al., 2006).

Nedostatečné znalosti o fotosyntézy dokládá také studie od Susanti (2018), která získala přehled mylných představ žáků o pojmu fotosyntéza a dýchání rostlin. Výsledky ukázaly, že o tématech stále převládají mylné představy, a to zejména o pojetí místa a času výskytu fotosyntézy u rostlin, o roli slunečního záření ve fotosyntéze, o potřebě energie ve formě fotosyntézy a roli fotosyntézy pro rostlinu. Žáci také zaměňují fotosyntézu a dýchání rostlin (Susanti, 2018).

Chápání fotosyntézy a dýchání poskytuje důležitý základ pro pochopení přírody a pravidel života (Vančugovienė et al., 2023). Fotosyntéza a dýchání jsou složité procesy a učení o nich vyžaduje správné pochopení jejich různých aspektů, od molekulární biologie až po úroveň ekosystémů. Mezi studenty se vlivem výzkumu objevily mylné představy o několika základních aspektech fotosyntézy a dýchání (Vančugovienė et al., 2023).

Fotosyntéza je nejúčinnější cyklus a udržitelný přírodní proces známý v přírodě. Žáci, kteří tento proces správně pochopí, porozumí i dalším problémům, jako jsou ekologické problémy, stav atmosféry, skleníkové plyny a klimatické změny (Saka, 2019). Aby se žáci dobře naučili tento děj, je potřeba kvalitně vzdělávat budoucí učitelé a poskytnout jim zpracované výukové materiály, které pomohou učitelům zrealizovat kvalitní výuku a následně tak zvýšit povědomí žáků o procesu fotosyntézy (Saka, 2019).

3. E-interaktivní učebnice a jejich vliv na výuku

Vzdělávání prochází mnohými změnami, které se týkají převážně stylu výuky a využívání učebních pomůcek, jež se snaží být pro žáky nejefektivnější a praktické (Fořt, 2011). Díky zavedení nových moderních počítačových technologií a internetového připojení do základních škol se výchovně vzdělávací proces razantně změnil (Fořt, 2011). Nová generace interaktivních učebnic umožňuje poslouchat zvukové soubory dané knihy (Solcová, 2016). Tuto funkci lze využít v on-line výukovém procesu, kdy učitel dostává okamžitou zpětnou vazbu o práci studentů v hodině. Nová generace interaktivních učebnic může plnit funkci hlasovacího zařízení. Zvukové knihy jsou určeny především k testování a procvičování učiva (Solcová, 2016). Nejen pro žáky jsou nové možnosti výuky výhodou, ale i pro samotné učitele jsou moderní technologie usnadňující pomůckou při tvorbě vyučovacích hodin. Učitelé jsou schopni zatraktivnit samotnou výuku. Interaktivní výuka zvyšuje motivaci a zájem žáků o danou látku či problematiku. Žáci by se měli více zapojovat do procesu vlastního vzdělávání (Fořt, 2011). Interaktivní učebnice poskytuje žákům nový způsob učení a také je k němu motivuje, zvyšuje jejich pozornost k výuce a zájem o třídu, činí získávání poznatků vzrušujícím a je efektivnější (O'Bannon, et al. 2017).

Interaktivní učebnice je digitální forma učebnice sloužící k vyučování pomocí interaktivní tabule (Fořt, 2011). Obsahuje celou škálu podpůrných učebních materiálů, tj. texty, obrázky, animace, odkazy, zvukové záznamy, videozáznamy, schémata, interaktivní cvičení a jiné. Nedílnou součástí interaktivní učebnice je její samotné pořízení (Fořt, 2011). Efektivní využívání interaktivní učebnice je podmíněno připojením k interaktivní tabuli. Nainstalovaná učebnice zajistí učiteli okamžité připojení, práci a interakci s žáky. Interaktivní učebnice zajišťuje výuku zábavnější, atraktivnější a zajímavější. U žáků posiluje motivaci a chuť pracovat s náročnými tématy (Fořt, 2011).

Interaktivní učebnice se skládá většinou ze dvou částí, výkladového a interaktivního cvičení. Jedná-li se o interaktivní učebnici, která je totožná s učebnicí v tištěné formě, je její výkladová část je totožná s obsahem tištěných učebnic (Cupáková, 2010). Interaktivní výkladová část umožňuje efektivní práci s textem, obrazovým materiálem, schématy, práce s fotografiemi a dalšími komponenty. Pro učitele tato část může být užitečná. S obsahem může efektivně pracovat a materiály přizpůsobovat aktuálně podle svých vyučovacích hodin (Cupáková, 2010). Druhou nedílnou součástí jsou dynamická interaktivní cvičení. Jsou tvořena systémem multimédií zakomponovaných do učiva, jako jsou například animace, videa, zvukové

nahrávky a další. Interaktivní cvičení přivádějí žáka k efektivní práci, motivaci, upevňování a procvičování učiva nejen zábavnou formou, ale také k efektivnosti a spolupráci s ostatními žáky (Cupáková, 2010).

Podle Peškové (2018) jsou interaktivní učebnice rezonujícím tématem. Elektronické učebnice mají navíc oproti tištěným učebnicím řadu výhod. Přidanou hodnotou jsou multimediální prvky, které umožňují přehrávat zvuky, ukázky autentických videí, simulace přírodních procesů apod. Další hlavní předností je jejich interaktivita. Výhodou elektronických učebnic je rychlá zpětná vazba k řešeným úlohám. Žákům tedy můžeme rychleji vysvětlit nějaké nedostatky v probírané látce. Žáci se dále mohou zapojit do interakce mezi spolužáky při řešení úkolů ve skupinách. Pešková (2018) dále uvádí, že účinek interaktivních učebnic na učení z hlediska rozvoje žákových dovedností a znalostí není dostatečně prozkoumán a potvrzen. Existuje celá řada protichůdných důvodů zmiňujících pozitiva a negativa při používání těchto médií ve výuce (Pešková, 2018).

Náhlíková (2010) ve své práci uvádí, že důležitou funkcí interaktivních učebnic je umožnění učiteli vkládat vlastní materiály a efektivně vyhledávat interaktivní obsah, např. audio, fotografie, video materiál, interaktivní cvičení apod. Výhodou je také interaktivní testování. Jedná se o cvičení, která převedou tištěné pracovní materiály rozvíjejících danou látku do interaktivní podoby. Žáci tak mohou přicházet k tabuli a zpracovávat jednotlivá cvičení, která jim poté poskytnou rychlou zpětnou vazbu. Kromě výukové role mají dané učebnice také psychologický vliv. Jedná se o rozhraní mezi školou a rodiči. Podle toho, jaké typy učebnic škola využívá, mohou rodiče posuzovat kvalitu školy a zjednodušit tak případný výběr školy pro svoje dítě (Náhlíková, 2010).

Interaktivní učebnice slouží ke zvyšování kvality výukového procesu reflektující současné trendy ve výuce (Náhlíková, 2010). Vyznačují se svým grafickým ztvárněním a kvalitním obrazovým materiálem. Doplňkem interaktivních učebnic je i metodická příručka pro učitele usnadňující přípravy na vyučovací hodiny a nabízejí řadu nápadů, rad a aktivit (Náhlíková, 2010).

Průkopníkem interaktivních učebnic je nakladatelství Fraus nebo NOVÁ ŠKOLA (Zetková, 2017). Interaktivní učebnice jsou tedy shodné s tištěnou verzí učebnice, ale jsou doplněné o videa, nahrávky, fotografie, schémata, multimédia apod. Zdůrazňují také mezipředmětové vztahy a poskytují odkazy na webové stránky (Zetková, 2017). Dále umožňují učiteli pracovat s textem, připravovat si různé testy, vybírat si cvičení, která se mu nejvíce hodí

do připravené vyučovací hodiny, může si do interaktivní učebnice psát poznámky, zvýrazňovat a podtrhávat texty, popřípadě učebnici doplnit o svá vybraná videa. Učitel si tak může vytvářet vlastní výukové materiály. Tyto materiály si může vytvořit pro výklad k novému učivu, k opakování probrané látky, k různým didaktickým hrám apod. Některé učebnice nabízejí již vytvořené šablony, které si uživatel může stáhnout a následně je využít ve své praxi. Materiály lze stáhnout z webových stránek a jsou zcela zdarma (Zetková, 2017).

Pro správné fungování a zajištění kvalitní výuky pomocí interaktivní učebnice je potřeba dostupnost interaktivní tabule ve školních třídách (Náhlíková, 2010). V českých školách se interaktivní tabule využívají stále častěji a jejich začlenění do výuky se začíná více realizovat. Interaktivní tabule je dotyková plocha, díky které probíhá aktivní komunikace s uživatelem. Je třeba si uvědomit, že dnešní generace žáků je značně rozdílná od dob minulých. Žáky je potřeba zaujmout (Náhlíková, 2010).

Tištěné učebnice mají stále ve školství nezastupitelnou funkci. Interaktivní učebnice nemají nahradit klasickou učebnici nebo samotného učitele. Poskytují jedinečnou možnost, jak zefektivnit, zmodernizovat, zlepšit a zatraktivnit samotný vyučovací proces (Cupáková, 2010). Jejich využití může být dalším zdrojem ověřených informací, ze kterých žáci čerpají pro ověření svých hypotéz. Je si potřeba uvědomit, že každé inovace s sebou nesou výhody a nevýhody (Loužecká, 2015).

Výhody:

- motivace k učení
- udržování na delší dobu pozornost žáků
- aktivizování žáků a zapojování jich více do výuky
- rozvíjení digitální a informační gramotnosti
- využívání interaktivní učebnice v dalších digitálních přístrojích – tablety, mobilní telefony
- dynamické aktivity
- odkrývání objektů
- přiřazování objektů
- efektivní pochopení a zapamatování látky
- názorná schémata, videa, fotografie
- spolupráce a komunikace žáků s učiteli

Nevýhody:

- klasická tištěná učebnice je odsouvána do pozadí
- omezuje se psaný projev
- při osvětlení je zobrazovaný text špatně čitelný
- časová náročnost
- možnost potlačení rozvoje abstraktivního myšlení žáků
- cena
- někteří učitelé odmítají moderní technologie

Žáci by měli v oboru Přírodopis využívat moderní technologie pro získání, uchovávání, vyhodnocování a sdílení informací a dat o živé a neživé přírodě. Prostřednictvím digitálních technologií mohou žáci lépe porozumět průběhu přírodních dějů, které je obtížné sledovat v reálných podmínkách. V přírodopisu se rozvíjí digitální kompetence žáků vedením ke kritickému myšlení a vyhledávání informací o pozorovaných a zkoumaných jevech. Interaktivní učebnice to zcela podporují. Dále se u žáků rozvíjí dovednost zanalyzovat a vyhodnocovat informace a vyvozovat z nich odpovídající závěry. Důležité je zmínit, že interaktivní učebnice podporuje zařazení grafických programů, aplikací a webové stránky umožňující analyzovat a hodnotit průběh a výsledky pozorování a řešení zadaného problému. Společně s elektronickou interaktivní učebnicí se splňuje rozvoj digitálních kompetencí žáků (revize.edu.cz, 2023).

Digitální technologie mohou nabízet možnosti k inovativním a kreativním způsobům, jak ve výuce přírodopisu řešit konkrétní problémy, v tomto případě fotosyntézu (Holec, 2020).

Elektronické učebnice musí reagovat na nové požadavky ve vzdělávání, jako jsou např. Rámcový vzdělávací program a zapojení informačních technologií do výchovně vzdělávacího procesu. Učebnice také musí zohledňovat nové poznatky z oblasti přírodních věd a vhodně je zapojovat do výuky. Při splnění těchto podmínek zůstanou učebnice vítanou a používanou didaktickou pomůckou (Pelouchová, 2010). Mnoho učitelů využívá elektronické verze učebnic. Velký zájem učitelů o elektronické učebnice je shledáván především díky rozvoji informačních a komunikačních technologií, které mohou usnadňovat a zefektivnit náplň vyučovací hodiny (Pelouchová, 2010).

Fotosyntéza je důležitou součástí živé přírody. Je proto potřeba toto téma zmínit už na základních školách. Navzdory svému ústřednímu významu při poskytování biochemické reakce energie, pevného uhlíku a kyslíku pro veškerý život na Zemi zůstává oblastí, kterou žáci považují za nezajímavou a těžko pochopitelnou. Problematika tohoto tématu se odvíjí od

nedostatečně vybavených škol pro praktickou výuku a neznalosti samotných učitelů. Sada interaktivních modulů, které podporují animace a další multimediální prostředky, zvyšuje kvalitu vzdělávání v oblasti fotosyntézy a zvyšuje znalosti žáků o daném tématu (Robinson et al., 2003).

4. Vliv vizualizací v digitálních učebnicích na žákovské porozumění

V dnešním moderním vyučování se práce s vizualizacemi stala nepostradatelnou součástí výuky. Vizualizace podporují učení, kreativitu a přispívají k rozmanitému a efektivnímu smyslu výuky. Vizualizace zprostředkovávají regionální informace, povzbuzují žáky k učení a komunikaci. Vizualizací se obecně rozumí znázornění, zviditelnění abstraktních obsahů nebo souvislostí pomocí vizuálních prostředků, jako jsou např. animace (Komárek, 2024).

Nabízí se možnost využívání on-line virtuálních prostředí a animací, které umožňují vizualizace a pozorování ve výuce jen těžko pozorovatelných jevů a biologických objektů. Pomocí animací a animací biologických jevů a struktur je možné docílit u žáků snadnějšímu porozumění často problematickým tématům výuky přírodopisu a biologie. Mezi tato problematická témata z pohledů žáků i učitelů patří především vznik života, vznik a vývoj života na Zemi a zejména fotosyntéza (Holec, 2020).

Vizualizace (ilustrace, animace, simulace) hrají zásadní roli ve výuce biologie. Vizualizace mohou být mocnými nástroji a hrají klíčovou roli při transformaci způsobu, jakým žáci přemýšlejí ve vědecké oblasti (Jenkinsová, 2018). Vzdělávací dopad vizualizace závisí nejen na tom, jak dobře se žáci učí, když ji používají, ale také na tom, jak široce ji využívají učitelé. Učitelé se domnívají, že vizualizace pomáhají žákům přiblížit nebo objasnit problematické téma ve výuce přírodopisu. Integrace vizualizačních technik do výuky ve třídě však zdaleka nedosahuje vysokého potenciálu (Naps et al., 2003). Hlavní výzvou pro učitele přírodopisu a biologie je naučit žáky tyto procesy tak, aby mohli pochopit jejich složitost. Většina učitelů tak hledá nové přístupy, které zlepšují učení žáků biologickým procesům (Naps et al., 2003).

Vizualizace prezentovaná společně s výkladovými texty může mít řadu pozitivních účinků na výuku, včetně zapojení, vzbuzení zájmu a zlepšení porozumění. Žáci se domnívají, že vizualizace napomáhá lepšímu porozumění, jenže grafika může vést k nepřesným úsudkům o porozumění a nemusí vést k předpokládané úrovni výkonu (Wiley et al., 2017).

Výzkum u žáků ukázal, že vizuální vnímání je nejrozvinutější smysl u lidí a je důležitým způsobem, kterým se učí. Z hlediska vzdělávání pomáhají vizualizace žákům porozumět procesům, protože pomáhají při přeměně abstraktního konceptu na specifický vizuální objekt. Další výzkum potvrdil, že použitím kvalitních vizualizací mohou žáci strávit velké množství informací v relativně krátkém čase a vytvořit si vlastní vizualizaci procesu. Grafická znázornění

rozšiřují informace prezentované v textu tím, že poskytují zaměření na studenta. Jsou nejúčinnější, když podporují obsah, o kterém má žák jen malé předchozí znalosti. Animace jsou cennými pomocníky při podpoře vizuálních aspektů dlouhodobé paměti. Pro uchovávání informací získané z animací je důležité propojení animací s výkladem učitele (McClean et al., 2005).

Vizualizace jsou cenným nástrojem při učení vědeckých témat, zejména v přírodopisu nebo biologii. Pomáhají žákům s důležitými konceptuálními vztahy. Ve třídách učitelé využívají několik vizualizačních nástrojů. Kresbou složitého biologického schématu popisujícího děj lze sice upoutat pozornost, ale tento přístup není účinný (McClean et al., 2005). Výsledkem je často neuspořádaná kresba skládající se ze složitých čar a šipek směřujících k různým objektům nebo z nich. Samozřejmě to může dávat smysl pro zkušenějšího žáka, ale pro žáky, kteří se učí téma poprvé, to může být zcela nepochopitelné. Právě z těchto důvodů se většina učitelů přiklání k multimediálním nástrojům. Multimediální nástroje poskytují další úroveň sofistikovanosti. Animace ilustrují přechodné stavy procesu. Tato vizualizační technika je účinná, pokud objekty zachycují složitost jednotlivých komponent a jejich vzájemné působení (McClean et al., 2005).

Podle provedených výzkumů Shatriho a Buza (2017) zaměřených na využití vizualizace ve výuce bylo dokázáno, že vizualizační procesy zvyšují komunikaci, kritické myšlení a poskytují analytický přístup. Výsledky ukazují, že vizualizace motivuje žáky k učení, činí je kooperativnějšími a rozvíjí jejich dovednosti pro kritický přístup (Shatri et al., 2017).

4.1 Vliv vizualizací na pochopení fotosyntézy

Dynamické vizualizace mají potenciál učinit abstraktní vědecké jevy pro žáky přístupnějšími a viditelnějšími, ale mohou být také matoucí a obtížně pochopitelné (Ryoo et al., 2012). Výzkum Ryoa a Linnové (2012) ukazuje, jak mohou vizualizace ve srovnání s ilustracemi podpořit žáky v rozvoji integrovaného chápání energie ve fotosyntéze. Výsledky ukázaly, že žáci, kteří využili vizualizace, prokázali integrovanější chápání energie ve fotosyntéze tím, že propojili své představy o přeměně energie ve fotosyntéze než studenti, kteří použili klasické ilustrace. Studie ukázala, že vizualizace mohou efektivněji než ilustrace zlepšit porozumění žáků abstraktních konceptům biologických procesů (Ryoo et al., 2012).

Základní pojmy přírodovědného vzdělávání tvoří základ pokročilejších přírodovědných témat, měly by být v zájmu efektivního přírodovědného vzdělávání na základní a střední škole vyučovány správně a smysluplně (Keleş et al. 2010). Výzkum Keleşe a Kefeliho (2010)

odhaluje mylné představy u žáků 2. stupně základních škol ohledně fotosyntézy a dýchání. Žáci mají potíže s pochopením faktu, že rostliny provádějí dýchání a fotosyntézu ve stejnou dobu. K odstranění mylných představ a vysvětlení těchto složitých témat jsou vyvinuty animace, které animují každý obrázek s otázkami. Poté, co byli žáci v interakci s novou aplikací, byl zjištěn pokles množství jejich mylných představ o dané problematice (Keleş et al. 2010).

Výuka fotosyntézy je jedním z nejnáročnějších aspektů učiva nejen na základních školách, ale i na středoškolské úrovni (Teplá et al., 2015). Z těchto důvodů Teplá a Klímová (2015) vytvořily vzdělávací program, který by usnadnil pochopení tohoto složitého tématu prostřednictvím 14 interaktivních dynamických animací, které ukazují průběh fotosyntézy. Pomocí těchto animací by se měly minimalizovat nesrovnalosti v interpretaci tématu. Výukové materiály s animacemi mohou učitelům pomoci vysvětlit předmět jasněji a vyhnout se tak nesprávnému pochopení probírané látky. Výsledky testování vzdělávacího programu ukázaly, že studenti, kteří byli vyučováni pomocí programu, dosahovali lepších studijních výsledků než studenti, kteří byli vyučováni tradičními metodami. Vzdělávací program s animacemi byl pro žáky dostatečně motivační, zajímavý a zvýšil pozornost ve třídě (Teplá et al., 2015).

5. Výuka enviromentální výchovy a ekologie na základních školách

Přírodopis spadá do jednoho ze vzdělávacích oborů oblasti Člověk a příroda. Kromě přírodopisu do oblasti patří také chemie, zeměpis a fyzika. Přírodopis je tvořen tematickými celky, jako jsou obecná biologie a genetika, biologie hub, biologie rostlin, biologie živočichů, biologie člověka, neživá příroda, praktické poznávání přírody a základy ekologie. Základy ekologie zahrnují dvě hlavní kapitoly. První kapitola se zabývá organismy a prostředím, kde hlavní náplní učiva jsou vztahy mezi organismy a vztahy organismů a prostředí. Druhá kapitola se zabývá ochranou přírody a životního prostředí, globálními problémy a jejich řešením a problematikou chráněných území (Vácha, 2013). Ekologie představuje nadstavbu k různým jiným tématům, jelikož je úzce provázaná s dalšími biologickými obory (Přibyl, 2021).

V pedagogické praxi se setkávají dva různé směry. Jednotlivé oblasti ekologie jsou řazeny k jiným blízkým tématům přírodopisu, např. význam fotosyntézy v přírodě. Pro samotné učitele může být toto uchopení výuky značně náročné. Od struktury učiva a strategie se odvíjí motivace a samotné znalosti žáků (Přibyl, 2021). Různá úroveň znalostí nemusí nutně znamenat nižší kvalitu vzdělání, kterého se žákům dostává. Cílem této výuky by mělo být především rozvinutí schopnosti kritického myšlení žáka a poskytovat mu podvědomí o základních zákonitostech a principech ekologických interakcí v přírodě. Téměř všechny oblasti učiva ekologie jsou proto pokládány za užitečné, nikoliv zásadně důležité. Jde čistě o pochopení interakcí mezi jednotlivými tématy v biologii. Žák má porozumět učivu natolik, aby jej uměl vysvětlovat v souvislostech (Přibyl, 2021).

Ekologie je podle Kocába (2020) vědní obor, který se zabývá organismy, vztahy mezi nimi a prostředím, ve kterém k těmto vztahům dochází. V základních školách se žáci dozvídají nejen o jednotlivých druzích organismů, ale i tom, čeho všeho je zapotřebí, aby měly vytvořeny určité podmínky pro svoji existenci ve svém prostředí. Ekologie se zabývá také vazbami mezi všemi strukturami a uvádí žáky do problematiky návaznosti jednotlivých celků, např. vysvětluje, že zanikne-li jedna ze struktur, zkolabuje celý systém. Ekologie je věda, která zkoumá také jednotlivé souvislosti v přírodě. Podle Storcha a Mihulky (2000) je ekologie chápána jako věda, která popisuje vše, co se v přírodě odehrává. Udávají také, že v ekologii jde o porozumění procesům probíhajících v živé přírodě (Storch et al., 2000).

V rámci dokumentu Rámcového vzdělávacího programu (RVP) by si měli žáci odnést znalosti ze základů ekologie (Jeřábek, Tupý, 2007). Očekávanými výstupy jsou:

- Žák by měl uvést příklady výskytu organismů v určitém prostředí a vztahy mezi nimi.
- Žák by měl rozlišovat a uvést příklady systémů organismů – populace, společenstva, ekosystémy a objasnit na základě příkladu základní princip existence živých a neživých složek ekosystému.
- Žák by měl vysvětlit podstatu jednoduchých potravních řetězců v různých ekosystémech a zhodnotit jejich význam.
- Žák by měl uvést příklady kladných i záporných vlivů člověka na životní prostředí a příklady narušení rovnováhy ekosystému.

Podstata ekologie spočívá v pozorování a zkoumání interakcí v přírodě. Zvyšování podvědomí o interakcích v přírodě mohou pomoci praktické ukázky, pozorování nebo výuka v přírodě. Využití školních výukových zahrad je také možné a velmi důležité, samozřejmě pokud mají základní školy možnost tuto formu výuky použít (Přibyl, 2021).

Důležitou součástí výuky přírodopisu je průřezové téma týkající se enviromentální výchovy (Matoušová, 2021). Enviromentální výchova ukazuje žákům cestu k pochopení složitosti a komplexnosti vztahů člověka a životního prostředí. Vede žáky k aktivní ochraně a utváření prostředí v rámci trvale udržitelného rozvoje. Průřezové téma má žáky seznamovat s ekologií a tématy s ní spojenými (Matoušová, 2021). Enviromentální výchova vede jedince k pochopení komplexnosti a složitosti vztahů člověka a životního prostředí. Vede k pochopení nezbytnosti postupného přechodu k udržitelnému rozvoji společnosti a k poznání významu odpovědnosti za jednání společnosti i každého jedince (Váňová, 2009). Toto téma umožňuje sledovat a uvědomovat si dynamicky se vyvíjející vztahy mezi člověkem a prostředím při přímém poznávání aktuálních hledisek ekologických souvislostí i možnost variant řešení enviromentálních problémů. Environmentální výchova má z hlediska ekologie nejdůležitější zaměření a je důležitá pro vzdělávání žáků z hlediska předmětu přírodopisu (https://digifolio.rvp.cz).

Výuka přírodopisu se může pojmout dvěma způsoby. Jedním ze způsobů je pojetí ekologické. To spočívá v probírání učiva po jednotlivých ekosystémech, jako například les, pole, louky, rybníky. Ekosystémy zahrnují důležité skupiny organismů jako součást většího komplexu (Matoušová, 2021).

Ekologické pojetí výuky může zahrnovat ekologická pozorování, která jsou jednou z možností dynamických metod výuky, při kterých žáci přímo pozorují ekosystémy

(Matoušová, 2021). Ekologické pojetí se zaměřuje na společenstva, přírodní a společenské jevy, které jsou uspořádány dohromady tak, jak se ve společenstvech nachází (Podroužek, 2003). Vhodně jsou takto spojeny poznatky o živé i neživé přírodě, jelikož se výuka zaměřuje na ekosystém jako jeden celek. Žáci, kteří jsou vyučováni pomocí ekologického pojetí přírodopisu, budou lépe chápat souvislosti, které plynou ze vztahů mezi organismy v ekosystémech (Podroužek, 2003). Propojení jednotlivých témat v přírodopisu umožní ukázat mezipředmětové vztahy napříč kurikulem (Valáriková, 2020).

Výhodou ekologického pojetí je zajímavější a přínosnější forma výuky, která propojuje teorii si praxí, což vede k pozitivnímu vztahu k předmětu. Další výhodou ekologického pojetí je naplnění průřezového tématu Enviromentální výchovy, vzdělávání a osvěty, které jsou pro žáky velmi důležité vzhledem k trendu, který značí ubývání kontaktu žáků s přírodou, což může mít za následek horší povědomí o světě kolem nás (Matoušová, 2021). Je potřeba si uvědomit, že ekologické souvislosti jsou pro žáky opravdu důležitým aspektem a pochopení jednotlivých témat v oboru biologie. Žáci by si měli uvědomit spojitost mezi tématy a neměli by vnímat témata separovaně, ale v širších souvislostech. Každé zákoutí předmětu biologie spolu úzce souvisí a je důležité žákům nastínit ekologické souvislosti a prakticky ukázat, že tomu tak opravdu náleží. Mezi metodami, které by mohly žákům nastínit ekologické souvislosti, je např. pozorování, nebo experimenty (Matoušová, 2021).

Nevýhod, které se týkají ekologického pojetí výuky, je poměrně málo (Matoušová, 2021). Ze stran učitelů není snadné uchopení výuky ve stylu ekologického pojetí, protože je potřeba používání vydávaných učebnicových pomůcek, které jsou poměrně dost nákladné. K uchopení učiva se spíše používá systematické pojetí výuky. Další nevýhodou může být jistá nepřehlednost a menší uspořádání učiva v rámci celkového systému vzhledem ke zkoumání organismů po menších celcích. Poslední nevýhodou je také fakt, že je nedostatek učebnic, které by ekologické pojetí výuky upřednostňovaly. Některé z inovovaných řad učebnic mají sice náznaky snahy o větší pochopení vztahů mezi organismy a také jejich prostředím, ale čistě ekologický přístup ovšem nabízí pouze jedna řada učebnic. Těmito učebnicemi se zabývá nakladatelství Fortuna (Matoušová, 2021). Jelínková (2013) se zabývala ve své publikaci rozborem používaných učebnic s ekologickou tématikou. Z rozboru je patrné, že učebnice přírodopisu se opravdu zabývají zmíněnými ekologickými tématy. Množství obsaženého učiva se může lišit podle druhů učebnic (Jelínková, 2013).

5.1 Výuka obecné fotosyntézy v ekologii

Fotosyntéza je velmi komplikovaný proces, který probíhá v zelených částech rostlin, ve specializovaných plastidech zvané chloroplasty. Fotosyntéza zahrnuje jednak fotochemické procesy, které probíhají za přítomnosti světla, a jednak enzymatické procesy, které nevyžadují světlo (Leskovcová, 2007).

Fotosyntéza se považuje za kritické téma, které se objevuje již v 6. ročníku učiva základní školy, kdy žáci nemají potřebné znalosti z chemie (Rokos, 2023). Učitel se musí vyrovnat se skutečností, že žáci neznají pojmy, které jsou nezbytné pro správné vysvětlení fotosyntézy (Rokos, 2023). Určitým východiskem by byla integrovaná výuka vybraných témat, čímž by se zamezilo překážkám, kterým by díky neznalostem u žáků bylo zamezeno. Došlo by tak k propojení vzdělávacích obsahů z více předmětů (Rokos, 2023). Z výzkumu bylo potvrzeno, že u učiva o fotosyntéze by bylo vhodné využívat mezipředmětové vztahy. Téma by se mělo učit jako integrovaný celek. Alternativou k integrovanému přístupu by bylo přesunutí tématu do vyššího ročníku, aby žáci měli již základní znalosti z chemie (Rokos, 2023). Nedostatečné pochopení procesu fotosyntézy vede často k miskoncepcím a podceněním celkové role rostlin v ekosystému (Ryplová et al., 2023).

Díky fotosyntéze se vytváří rostlinná biomasa – fytomasa. Rostlinná biomasa hraje nezastupitelnou roli ve všech ekosystémech na Zemi. Fytomasa může být buď cíleně získávána pěstováním různých druhů, nebo se může jednat o odpady zemědělské či potravinářské produkce. Fytomasa je považována za obnovitelný zdroj energie, protože rostliny mohou být pravidelně pěstovány, sklízeny a obnovovány (Boháčová, 2023).

Fotosyntéza je proces, který rostliny používají k zachycení energie ze slunečního světla a její přeměně na biochemickou energii, která se následně používá k podpoře téměř veškerého života na Zemi. Růst rostlin závisí na fotosyntéze, ale je zjednodušující si myslet, že rychlost růstu přímo odráží rychlost fotosyntézy. Pokračující růst vyžaduje kromě světla a CO_2 také získání vody a živin a v mnoha případech zahrnuje konkurenci se sousedními rostlinami. Biomasa musí být investována rostlinou, aby získala tyto zdroje, a dýchání je nezbytné pro udržení všech živých buněk v rostlině (Evans, 2013).

Pro propojení ekologických souvislostí a fotosyntézy by žáci nejprve měli rozpoznat dva důležité procesy – fotosyntéza a dýchání. Biologické procesy fotosyntézy a rostlinného buněčného dýchání zahrnují více biochemických kroků, probíhají současně v rostlinných buňkách a sdílejí společné molekulární složky. Přesto žáci často rozdělují funkce a specializaci

buněčných organel relevantních pro tyto dva procesy, aniž by vzali v úvahu vzájemné propojení a význam rostlin jako nezávislého biologického systému, který funguje jako vnořená složka v rámci místních a globálních ekosystémů (Brown et al., 2009).

Znalosti žáků v problematice výuky fotosyntézy z hlediska ekologie nejsou dostačující. Žáci znají fotosyntézu jako proces, při kterém je nezbytná přítomnost světla a uvědomují si, že jedním z produktů procesu je kyslík, ale již nedokázali vyjmenovat funkce zelených rostlin v ekosystému. Žáci si neuvědomují, jak je fotosyntéza z hlediska ekologických souvislostí důležitá pro život. Pro lepší pochopení souvislostí by mělo být lepší zpracování učebnic a téma probíráno podrobněji. Samotná oblast fotosyntézy je vnímána jako nejkritičtější oblastí ekologie. Fotosyntéza z hlediska ekologie se zmiňuje již v 6. ročníku u kapitoly o vzniku života, v 7. ročníku se fotosyntéza zmiňuje v botanice, v 8. ročníku se fotosyntéza objevuje pouze okrajově u vztahů mezi živočichy a v 9. ročníku se fotosyntéza v ekologii zabývá více kapitol (Přibyl, 2021).

Z výzkumu Přibyla (2021) vyplývá, že žáci jsou schopni označit za produkt fotosyntézy kyslík, ale již nezmiňují organické látky. Žáci označí jako produkt kyslík, ale označí ho za hlavní produkt. Kyslík je vedlejším produktem fotosyntézy a hlavním produktem jsou organické látky – cukry. Z výzkumu vyšlo, že samotní učitelé by vyžadovali kvalitně zpracovanou metodiku, která by jim samotným, a hlavně žákům, vysvětlila přesněji průběh a význam fotosyntézy a následně by propojila i ekologické souvislosti (Přibyl, 2021).

Pomoci učitelům by měl vytvořený výukový program Ryplové a Rehákové (2011), který koncipovala v souladu s Rámcovým vzdělávacím programem pro základní vzdělávání (RVP ZV). V tomto výukovém programu jsou shrnuty a vysvětleny základní fyziologické procesy, jako je fotosyntéza a transpirace, které jsou zaměřené především z pohledu jejich dopadu na životní prostředí člověka. Díky výukovému programu se žáci nenásilnou formou seznamují nejen s principy fyziologických dějů (fotosyntéza, transpirace), ale především by si měli uvědomovat příčinné ekologické souvislosti mezi jevy známými z běžného života a fyziologickými procesy nacházející se v rostlinném těle. Žáci by si díky výukovému programu měli uvědomit důležitosti přírodních procesů v jejich bezprostředním okolním světě a každodenním životě (Ryplová et al., 2011).

5.1.1 Ekologické souvislosti fotosyntézy vodních rostlin

Znalost rostlinných a enviromentálních faktorů určujících fotosyntézu ponořenými rostlinami je nezbytná pro pochopení ekofyziologie fotosyntézy vodních rostlin a produktivity ekosystémů (Pedersen et al., 2013).

Vodní rostliny (makrofyta) hrají klíčové funkce v biochemických cyklech, například prostřednictvím produkce organického uhlíku, mobilizace fosforu a přenosu dalších prvků. Přímo ovlivňují hydrologii a dynamiku sedimentů sladkovodních ekosystémů prostřednictvím svých účinků na vodní tok. Vodní rostliny jsou tak nezbytné pro dosažení ekologického stavu vodního ekosystému, a proto je nutné vodní společenstva chránit a zachovat v kvalitním stavu. Abiotické procesy určují výskyt makrofyt, složení společenstva a biologickou rozmanitost (Bornette et al., 2011).

5.1.1.1 Teplota

Sladkovodní ekosystémy jsou obvykle považovány za stabilnější z hlediska teplotních změn než pozemské ekosystémy. Teplota vody se však může v jednotlivých ekosystémech značně lišit v závislosti na několika parametrech. Ve velkých rybnících a jezerech může hloubka a objem vody vést k sezónnímu rozvrstvení teploty během vegetačního období. Ve většině situacích se epolimnion (vrchní vrstva vody) shoduje s fotickou zónou. Fotická zóna je pomyslná vrstva, přes kterou neproniká sluneční záření a rostliny ho nejsou schopny zachytit pomocí chlorofylu, a proto neprobíhá fotosyntéza. Většina druhů vodních rostlin vykazuje optimální rychlost fotosyntézy při relativně vysokých teplotách (Bornette et al., 2011).

Z globálního hlediska je teplota zásadní pro vodní ekosystémy. Nese s sebou různá úskalí. Jedním z úskalí je globální oteplování, které se bere jako jedno z nejnaléhavějších hrozeb pro ekosystémy. Vliv oteplování se stal viditelný ve vodních ekosystémech zvýšením teploty povrchové vody. Očekává se, že zvýšení teploty povede ke změnám ve vodních společenstvech a jejich interakcích s potravní sítí. Oteplování může také ovlivnit nejen potravní strategii vodních živočichů, ale samotné vlastnosti rostlin. S rostoucí teplotou rostou vodní rostliny rychleji. Se zvýšeným růstem rostlin by mohlo dojít k ředění živin. Jde o to, že tam, kde se živiny stanou omezenými, koncentrace živin v rostlině se snižuje. Teplota má vliv na

obsah rostlinného dusíku i fosforu (Zhang et al., 2019). Globální oteplování je nebezpečné zejména pro rostliny. Rostliny jsou vystavovány biologickému poškození více než jakékoli jiné živé organismy (Tkemaladze et al., 2016).

Bornette a Puijalon (2011) uvádí, že zvýšení teploty související s globálním oteplováním může mít drastické důsledky na vodní rostliny. V některých vodních ekosystémech dochází při zvýšení teploty ke zvýšení dostupnosti živin. Takový proces může vyvolat posun od společenstev oligotrafentů k eutrafentům a následně vést ke snížení druhové bohatosti. Z hlediska růstové formy makrofyt může zvýšená rychlost růstu vyplývající ze zvýšené teploty a dostupnosti živin také zvýšit konkurenci a poskytnout výhodu konkurenčním druhům a v konečném důsledku podpořit fytoplankton a zakalení vodního stádia na úkor čistých vodních stádií s převahou makrofyt (Bornette et al., 2011).

Teplota má i kladný účinek pro vodní ekosystémy, a to zejména u množství živin v rybnících. Rybníky jsou brány jako přirozená centra vysoké rozmanitosti jak rostlin, tak živočichů. Pro správné fungování musí být zachován několikametrový pás litorálu (Duras, 2015). Rybníky patří mezi mělké vody, kde se neodděluje vrchní vrstva vody od hlubších vrstev (Ryplová et al., 2023). Rybníky vyrovnávají teplotní výkyvy v krajinách. Při vysokých teplotách ochlazují krajinu a při nízkých teplotách krajinu ohřívají. V letních obdobích se voda v rybnících rozvrství. Ohřátím horní vrstvy zůstává voda v hloubkách chladnější. V noci se voda ochlazuje a klesá dolů, protože je těžší, než voda teplá. Díky klesání se celý vodní sloupec promíchává a díky tomu se transportují živiny ode dna do euforické zóny a zvyšuje se produkce rybníka. Vlivem ponořených vodních rostlin se zabrání míchání vody, a proto se v porostech makrofyt vytvářejí výraznější teplotní gradienty než ve vodě volné (Pokorny et al., 2004).

Teplota má vliv také na množství kyslíku ve vodě. Kyslík je jeden z nejdůležitějších prvků organismů. Rostliny kyslík potřebují ke svému růstu. Kyslík, který je rozpuštěný ve vodě, pochází jak ze vzduchu, tak i z části rostlin, které ho produkují při fotosyntéze. Rozpustnost kyslíku závisí na teplotě vody. Čím je teplota nižší, tím se zvyšuje obsah kyslíku ve vodě. Pokud rybníky obsahují nadměrné množství ryb, málo rostlin a nedostatek světla, může vzniknout nedostatek kyslíku a vést k fatálním následkům (Ondrák, 2022).

5.1.1.2 Světlo

Proměnné prostředí ovlivňuje fotosyntetické pigmenty a enzymy, které jsou důležité pro změnu rychlosti fotosyntézy vodních rostlin. Podmínky prostředí byly lépe popsány pro

pelagický fytoplankton než pro litorální společenstva makrofyt a připojených mikrořas, které navíc žijí ve strukturálně složitějším prostředí. Fytoplankton v dobře promíchaných povrchových vodách cirkuluje ve světelném gradientu na velkou vzdálenost, což ztěžuje přesnou adaptaci na světlo. Světlo je v hustých společenstvech makrofyt a řas rychle utlumováno hloubkou vody, ale světelné klima je přesto předvídatelnější a adaptace na světlo jednodušší díky vertikální poloze listu makrofyta nebo mikrořasy. Hustá společenstva makrofyt a mikrořas mají vysokou rychlost fotosyntézy na světle. Kvůli snížené výměně rozpuštěných metabolitů s pelagiálními vodami dochází k výrazným změnám v rozpuštěném anorganickém uhlíku, oxidu uhličitého a kyslíku s hloubkou světla (Jensen et al., 1989).

Změny v absorpci světla jsou způsobeny celou řadou fyziologických, morfologických a behaviorálních reakcí, které slouží k optimalizaci množství absorbovaného světla. Nejjednodušším způsobem regulace množství absorbovaného světla je omezení růstu buď na konkrétní období roku, nebo na podmínky, kdy je příznivé světelné klima. Je nutné pochopení interakce světla s rostlinami ve vodních ekosystémech (Osborne et al., 1986). Middelboe et al. (2003) uvádí, že útlum světla ve vyšších hloubkách, kde se vyskytují makrofyta, omezuje fotosyntézu, což způsobuje omezení výměny CO_2 a O_2 v hustých rostlinných společenstvech a ta jsou následně vystavena vážnému vyčerpání CO_2 a přesycení O_2. Pro správné fungování fotosyntézy je potřeba dostatek světla (Middelboe et al., 2003).

Ve vodě je světlo velmi důležité pro fotosyntetickou asimilaci rostlin. Světla s přibývající hloubkou rychle ubývá, a když poklesne pod 1 % povrchového osvětlení, fotosyntéza již není možná (Hummelová, 2017).

5.1.1.3 Kyslík

Jak již bylo výše zmíněno (podkapitola o teplotě), je kyslík ve vodě jeden z nejdůležitějších parametrů vodního prostředí. Je nedílnou součástí vodních ekosystémů. Kyslík se dostává do vody několika způsoby. První způsob probíhá pomocí difúze ze vzdušné atmosféry a druhý při fotosyntéze vodních rostlin, řas a sinic. S rostoucí teplotou množství kyslíku klesá. Kyslík se ve vodě spotřebovává při aerobním biologickém rozkladu organických látek, nitrifikaci, při dýchání živých organismů nebo při oxidaci některých látek, jako je například železo. Mezi hlavní příčiny nedostatku kyslíku ve vodách je znečišťování povrchových vod organickými látkami, které jsou ve vodě snadno rozložitelné. Organické látky jsou mikroorganismy rozkládány a zároveň se při těchto rozkladných procesech spotřebovává kyslík (Hummelová, 2017).

Důležitým faktorem je také půda na dně rybníků a nahromaděné sedimenty, které jsou nedílnou součástí těchto ekosystémů. Koncentrace živin, organické hmoty a hustota organismů na dně rybníků jsou o několik řádů vyšší než v čisté vodě. Hromadění organických sedimentů může omezit intenzifikaci rybníka. Intenzivní degradace organické hmoty na dně rybníka a vysoká spotřeba kyslíku v sedimentech převyšuje rychlost fotosyntézy – obnovy kyslíku. Tyto děje vedou k rozvoji anoxických podmínek v sedimentech a následně ve vodě. Vzniká velké množství toxických látek, jako organické kyseliny, sulfidy, redukovaný mangan. Rostliny v nepříznivém prostředí produkují živiny, jako je fosfor. Uvolněné živiny podporují růst některých druhů řas a zabraňují růstu makrofyt. Makrofyta jsou nahrazena anaerobními organismy, které na sebe dokážou vázat atmosférický dusík, potřebují vyšší koncentraci fosforu a následně pak mohou vytvářet zelený hustý zákal na hladině rybníků. Zelený zákal zabraňuje růstu makrofyt a dochází k úbytku rybí obsádky (Avnimelech et al., 2003).

5.1.1.4 Význam kontroly pH ve vodě a nárůst amoniaku

Hodnota pH výrazně ovlivňuje biochemické a chemické reakce ve vodním prostředí a má tak velký vliv na koncentraci, rozpustnost a toxicitu řady přítomných látek ve vodě. Hodnoty pH se v běžných vodách pohybují v rozmezí od 7,0 do 8,5. Vyšší pH způsobuje nejčastěji fotosyntetická asimilace, při které dochází k úbytku volného oxidu uhličitého a tím se následně naruší neutralizační kapacita vody a její pH se začne zvětšovat (Hummelová, 2017).

Praktickým způsobem pH vody odráží koncentraci vodíku (H^+) nebo hydroxylové (OH^-) ionty ve vodě. Díky tomu se dá říci, že v neutrální vodě (pH= 7,0) jsou koncentrace H^+ a OH^- ekvivalentní. Pokud voda obsahuje více iontů H^+ než iontů OH^-, bude kyselá, protože pH je menší než hodnota 7,0. Stejně jako koncentrace kyslíku se mění i pH vody v rybnících. Přes den se pH vody zvyšuje, a to od svítání do poloviny odpoledne, protože mikrořasy (fytoplankton) odstraňují oxid uhličitý z vody během fotosyntézy. Snížení koncentrace oxidu uhličitého během dne snižuje koncentraci iontů H^+ a zvyšuje koncentraci iontů H^+ o OH^- ionty, díky nimž je voda zásaditější. Čím více je v rybníku fytoplanktonu, tím více se pH během dne mění (Mustapha et al., 2020).

V rybnících s velkým množstvím fytoplanktonu je pH vody nad hodnotou 9,0. Jedná se tak o zelenou zakalenou vodu s nízkou průhledností. Voda má nárazníkový mechanismus tvořený uhličitanem, hydrogenuhličitanem a hydroxylovými ionty ukazující celkovou alkalitu vody a ionty vápníku a hořčíku, který udává celkovou tvrdost vody. Při vysokém pH a přesycení kyslíkem v těchto rybnících se může zpomalit účinnost fotosyntézy a snížit i aktivita ryb.

Extrémně vysoké pH zapříčiní snížení potřeby potravy ryb a náchylnost na nemoci (Mustapha et al., 2020).

Hodnotu pH ve vodě ovlivňuje také toxický potenciál amoniaku. Amoniak (NH_3) je toxický plyn, který se obvykle vyskytuje ve vodě. Amoniak je ve vodě z několika důvodů. Jedním důvodem je amoniak generován rybami při katabolismu aminokyselin (proteinů) asimilovány během trávení. Ryby vylučují amoniak hlavně přes žábry. Velká část amoniaku ve vodě je produkována mikrobiálním odpadem organické hmoty na dně rybníků. Amoniak se do vody dostává také během silných srážek, které splachují anorganická hnojiva z polí rovnou do rybníků. Hodnota pH vody určuje množství celkového amoniaku v toxickém (NH_3) a netoxickém (NH_4) formy. Zvýšení pH se transformuje amonný iont (NH_4^+) na plynný amoniak (NH_3), který zvyšuje koncentraci toxicity ve vodě. Hodnota pH je tedy určujícím faktorem rizika otravy ryb a jiných organismů amoniakem. Toto riziko je vyšší v rybnících, kde je pH vysoké (Mustapha et al., 2020).

Dopady amoniaku mohou být fatální pro některé druhy mikrořas. Odpadní voda ze zemědělství a domácností obecně obsahuje vysokou koncentraci organických látek, zejména dusíku a fosforu. Některé druhy mikrořas, jako je například *Chlorella*, jsou tolerantní k organickému znečištění. Při vysoké koncentraci však amoniak inhibuje růst a fyziologické aktivity mikrořas. Koncentrace, při které toxicita amoniaku působí na růst mikrořas, se velmi liší jak v mixotrofním, tak v autotrofním stavu. Amoniak inhibuje růst mikrořas především otravou fotosyntetického systému a fotosyntéza je tak značně inhibována. Inhibice fotosyntetických aktivit v důsledku koncentrace amoniaku vede ke snížení syntézy sacharidů (Chai et al., 2021).

Vysoká koncentrace amoniaku způsobuje toxicitu pro mikrořasy a ovlivňuje tak jejich růst. (Chai et al., 2021).

5.1.1.5 Obsah živin ve vodě

Přestože se na růstu rostlin podílí mnoho živin, jsou uhlík, dusík a fosfor klíčové prvky potřebné pro život vodních rostlin a jejich dostupnost řídí primární produkci ve sladkovodních ekosystémech. Fosfor a dusík jsou klíčovými parametry pro život vodních rostlin. Když se koncentrace fosforu v mělkých rybnících zvýší, kompetice mezi makrofyty a fytoplanktonem značně narůstá. Dojde k dominanci fytoplanktonu a makrofyta začínají mizet. Koncentrace fosfátů ve vodě značně ovlivňují složení společenstev vodních rostlin. Na jedné straně jsou nezakořeněná makrofyta absorbující živiny z vody, a proto se obvykle nacházejí ve vodních

ekosystémech, kde je hladina živin ve vodním sloupci vysoká. Na druhou stranu zakořeněné rostliny mohou využívat živiny jak ve vodním sloupci, tak v substrátu. Očekává se, že při vysokých nebo velmi nízkých úrovních živin bude druhová bohatost nižší, protože ve společenstvu dominují pouze druhy snášející stres (při nízkých úrovních živin) nebo velmi konkurenční druhy (při vysokých úrovních živin) (Bornette et al., 2010).

Ansari et al., (2011) uvádí fakt, že eutrofizace byla uznána jako problém znečištění v evropských nádržích a rybnících. Eutrofizace vede k významným změnám v kvalitě vody. Snižuje hodnotu povrchových vod pro průmyslové, rekreační a biologické využití. Přemnožení řas činí vodu nevhodnou ke koupání a zapříčiňuje úhyn ryb a jiných živých organismů. Eutrofní vody bývají kalné nebo dokonce zelené. Rychle rostoucí vodní rostliny se mohou vlivem přírodních procesů dostat na břeh, kde umírají a rozkládají se. Eutrofizace ve vodním ekosystému také způsobuje významné změny v biologické rozmanitosti. Eutrofizace způsobuje nárůst rostlinné a živočišné biomasy, četnost květů řas, růst zakořeněných rostlin a snižuje druhovou diverzitu. V důsledku eutrofizace dochází ke zvýšení zákalu a anoxickým podmínkám. Kvůli vysoké hustotě vodních organismů v eutrofickém systému často dochází k velké konkurenci o zdroje. Tento vysoký stupeň konkurence a vysoká chemická a fyzická zátěž zde zvyšuje boj o přežití. V důsledku toho je diverzita organismů nižší v eutrofních než v oligotrofních systémech (Ansari et al., 2011).

Eutrofizace je charakterizována nadměrným růstem rostlin a řas v důsledku jejich zvýšené dostupnosti nebo více omezujících růstových faktorů potřebných pro fotosyntézu, jako je sluneční záření, uhlík oxid a živná hnojiva (kulturní eutrofizace). K eutrofizaci dochází v rybnících přirozeně. Zaplňují se sedimenty z vyplavovaných polí nebo řek. Lidské aktivity však zrychlily tempo a rozsah eutrofizace prostřednictvím vypouštění z bodových zdrojů i bezbodového zatížení limitujícími živinami, jako je pronikání dusíku a fosforu do vodních ekosystémů s dramatickými důsledky pro zdroje pitné vody, rybolov a rekreační vodní útvary. Vědci v oboru akvakultury a správci rybníků často záměrně eutrofují vodní plochy přidáváním hnojiva ke zvýšení primární produktivity a zvýšení hustoty a biomasy (Chislock et al., 2013).

Nejnápadnějším efektem kulturní eutrofizace je vytváření hustých květů na hladině toxického fytoplanktonu, které snižují průzračnost vody a poškozují kvalitu vody. Květy řas omezují světlo a jeho pronikáním se snižuje růst rostlin nebo rostliny odumírají. Fotosyntéza spojená s eutrofizací může vyčerpat rozpuštěný anorganický uhlík zvýšit tak pH na extrémně vysoké hodnoty. Když tyto květy odumřou, mikrobiální rozklad vážně vyčerpá rozpuštěné látky kyslíku, čímž vznikne hypoxická nebo anoxická zóna postrádající dostatek kyslíku pro podporu

většiny organismů. Výsledkem hypoxie a anoxie eutrofizace nadále ohrožuje rybolov. Vlivem eutrofizace dochází k úhynu ryb (Chislock et al., 2013).

6. Metodika práce

Cílem výzkumu je zjistit vliv výuky za pomoci nové interaktivní učebnice na úroveň znalostí žáků z fotosyntézy a jejich názor na digitální učebnici. Cílovou skupinou jsou žáci 2. stupně základních škol 9. ročníků. Další částí práce je polostrukturovaný rozhovor s učiteli zaměřený na jejich názory na interaktivní učebnici. Testována je pilotní verze učebnice Ryplová, J. Pokorný, M. Borkovcová a kol.: Biomasa v trvale udržitelné krajině – výuka fotosyntézy ve vodě a na souši k poznání úlohy rostlin v krajině pro základní škol.

Výzkumným nástrojem pro testování učebnice je dotazník. Tvorba dotazníku ani podklady pro polostrukturovaný rozhovor nejsou součástí této diplomové práce, byl dodán vedoucí práce. Pro pre-i post test je předložen stejný dotazník obsahující 10 otevřených otázek. V post testu jsou tyto otázky navíc doplněny čtyřmi dalšími, které cílí na názory žáků na testovanou interaktivní učebnici (příloha č. 1 a č. 2). Podkladem pro polostrukturovaný rozhovor s učiteli jsou tyto otázky (dodáno vedoucí práce):

1. „Domníváte se, že tato učebnice může být pro vaši výuku přínosná?“
2. „Jak hodnotíte kapitolu o fotosyntéze suchozemských rostlin?“
3. „Jak hodnotíte kapitolu o fotosyntéze vodních rostlin?“
4. „Jak hodnotíte kapitoly o ekologických souvislostech?“
5. „Jak hodnotíte animace a videa v učebnici?“
6. „Jaká vylepšení pro učebnici byste doporučila?“
7. „Jaké vidíte možnosti využití učebnice v praxi?“

Sběr dat probíhal ve třech základních školách ve Středočeském kraji v průběhu měsíců říjen a listopad v roce 2023. Nejprve byl učitelům poskytnut přístup k digitální učebnici. Pedagogům byl ponechán prostor pro seznámení s interaktivní učebnicí. Žákům byl nejprve rozdán pre-test (test před využitím digitální učebnice), který zanalyzoval znalosti o fotosyntéze suchozemských rostlin a vodních rostlin. Následně pedagogové s žáky prošli interaktivní učebnicí, konkrétně kapitoly zaměřené na fotosyntézu vodních rostlin – kapitoly č. 1-3 a kapitola č. 5. Žákům byl poté rozdán přístupový kód do digitální učebnice a sdělena webová stránka, na které se publikace nalézá. Následně dostali žáci úkol prostudovat si učebnici doma s informací, že si za týden písemně ověří svoje znalosti z fotosyntézy. Žáci byli tímto způsobem motivováni k prostudování učebnice. Po týdnu byl žákům rozdán post test s totožnými otázkami, které byly v pre – testu.

Dotazováno bylo celkem 153 žáků 9. ročníku základní školy. Dotazníky pro žáky a rozhovory pro učitele byly zcela anonymní. Do dotazníků vyplňovali žáci pouze věk a pohlaví. Chlapců bylo 74 a dívek bylo 79. Věk chlapců a dívek se pohyboval od 14 let do 15 let. Časová náročnost k vyplnění dotazníků byly celkem dvě vyučovací hodiny. Polostrukturovaný rozhovor absolvovalo pět učitelů ze tří základních škol. Z první školy rozhovor absolvovali dva učitelé, z druhé školy pouze jeden učitel a třetí školy také dva učitelé. Rozhovory nepřesáhly více jak 10 minut. V rozhovoru bylo celkem 7 otázek. Rozhovoru se zúčastnily pouze ženy. Rozhovor byl nejdříve nahráván a následně přepsán do elektronické verze.

Základní škola	Učitelé	Žáci
1.	2	27
2.	1	72
3.	2	54
Celkem	**5**	**153**

Tabulka 1 Počet dotazovaných žáků a učitelů základních škol – pre test a post test (Zdroj: vlastní zpracování)

Vyhodnocení dotazníků probíhalo utříděním dat a následným zpracováním do tabulek a grafů. Byly použity běžné základní statistické metody za použití programu MS Excel.

V rámci řešení práce byla položena tato výzkumná otázka:

1. Jaký vliv má výuka s využitím digitální učebnice na žákovské znalosti o fotosyntéze vodních rostlin.
2. Jaký je zájem o využívání digitální učebnice ve výuce podle učitelů?

7. Výsledky

7.1 Vyhodnocení dotazníkového šetření – žáci

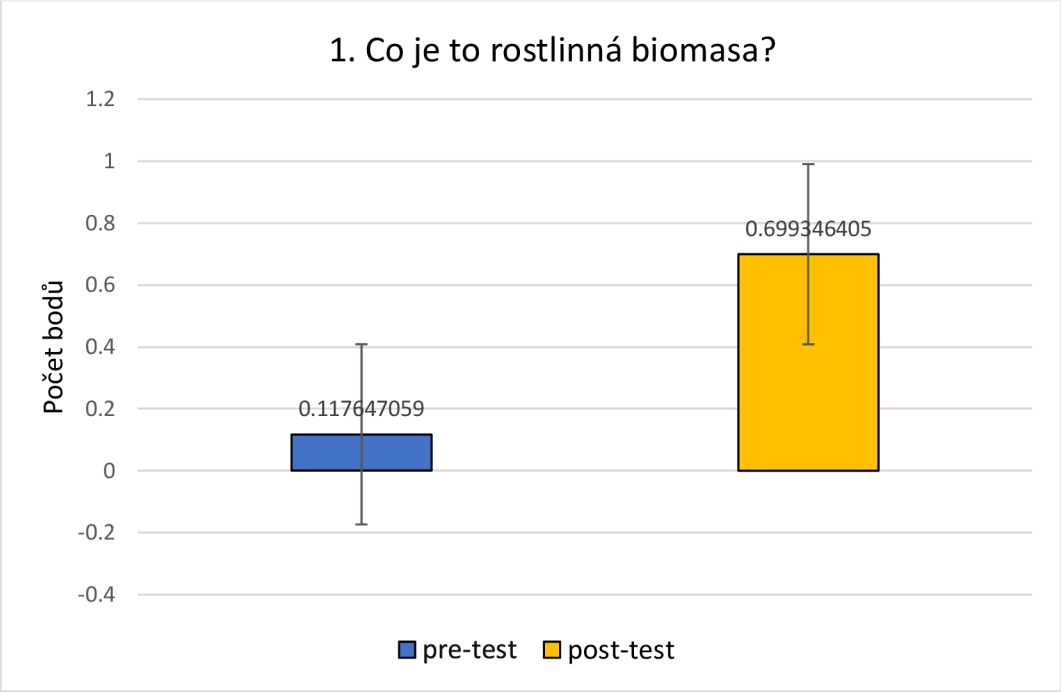
Respondentů je celkem 153 žáků devátých ročníků ze tří základních škol. Ze základní školy č. 1 je dotazováno 27 žáků, ze základní školy č. 2 to bylo 72 žáků ze dvou tříd a v základní škole č. 3 se zapojuje 54 žáků rovněž ze dvou tříd.

Výsledky jsou zobrazeny v grafech (Obrázek 1-13) na základě zjištěných údajů z pre – testů a post testů, na které odpovídá celkem 153 žáků (respondentů) 2. stupně ze třech vybraných základních škol Středočeského kraje. Jedná se o základní školy běžného typu. Cílem tohoto výzkumu nebylo zjišťování rozdílů v úspěšnosti mezi jednotlivými školami a třídami, ale souhrnně zanalyzovat a vyhodnotit znalosti a názory žáků základních škol v oblasti využití interaktivní učebnice na efektivitu výuky tématu fotosyntézy vodních rostlin. Žáci dostali dva dotazníky (pre – test a post test). Výsledky pre – testů a post testů jsou do grafů zahrnuty společně. K vyhodnocení výsledků statické průkaznosti rozdílů mezi pre a post testem je využita metoda t-test. Sloupcové grafy zahrnují aritmetické průměry u jednotlivých otázek v pre – testech a post testech. Následně je u každé otázky vypočítána směrodatná odchylka, která je ve sloupcových grafech zobrazena jako chybová úsečka. Ke zpracování výsledků z dotazníkových šetření je využit program Excel.

První otázka v dotazníkovém šetření pro pre – test a post test (viz příloha) zní: „Co je rostlinná biomasa?“ Jedná se o typ otevřené otázky. Pokud žák odpovídá správně na otázku, získá jeden bod. V případě uvedení špatné odpovědi nezíská bod žádný. Úspěšnost u této otázky v pre – testu činí pouze 11 %. Jako správné odpovědi mohou žáci uvést například souhrn všech organických látek z rostlin nebo z živých organismů, organické látky z rostlin, biopalivo, obnovitelný zdroj energie a samotná energie. Zbylých 89 % odpovědí v pre – testu, je zodpovězeno chybně nebo není vyplněno vůbec. Nejčastější správnou odpovědí je: „veškerá hmota rostlinných i živočišných těl“. Mezi nejčastějšími nesprávnými odpověďmi je: „nevím“. Naopak výsledek úspěšnosti v post testu je zdaleka vyšší než v předchozím testu. Úspěšnost správných odpovědí dosahuje 71 %, což je o 60 % více než v pre – testu.

U otázky č. 1 po provedeném t-testu, který je závislý dle skupin, má dotazníkové šetření zabývající se vlivem výuky za pomoci interaktivní učebnice na efektivitu výuky fotosyntézy vodních rostlin kladný vliv na žákovské odpovědi (t = 1,43704E-29). Je zřejmé, že dosažená hodnota provedeného t-testu je podstatně vyšší než stanovená hladina 0,05, je tedy neoprávněné zamítnout nulovou hypotézu. Z grafu lze vyčíst úspěšnost odpovědí v pre – testu a post testu.

Graf zobrazuje celkový aritmetický průměr pro otázku č. 1 v pre – testu a post testu. V pre – testu vychází aritmetický průměr 0,117647059 a v post testu 0,699346405. Tyto výsledné hodnoty vyjadřují průměrnou hodnotu získaných bodů. U těchto výsledků lze říci, že na otázku č. 1 neodpovědělo všech 153 respondentů. Graf č. 1 také zahrnuje chybové úsečky, které představují směrodatnou odchylku. Z grafu č. 1 lze vyčíst, že chybové úsečky v pre – testu jsou poměrně vysoké. Je patrné, že výsledky v post testu jsou významně vyšší než v pre – testu. Lze s jistotou říci, že digitální učebnice má u žáků pozitivní vliv na prohloubení znalostí a na pochopení problematiky fotosyntézy suchozemských a vodních rostlin. Úspěšnost v pre – testu a v post testu si lze prohlédnout ve sloupcovém grafu na obr. č. 1.

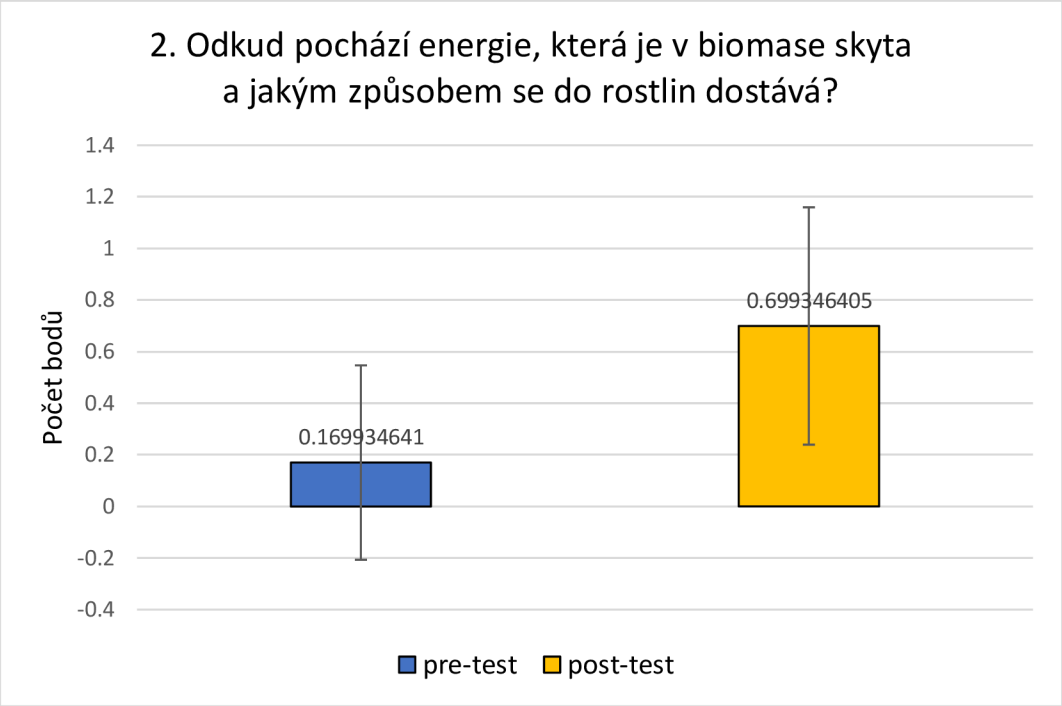


Obrázek 1 Sloupcový graf zobrazující zhodnocení otázky první (N=153) (chybové úsečky představují směrodatnou odchylku) (Zdroj: vlastní)

Na otázku č. 2: Odkud pochází energie, která je v biomase skryta, a jakým způsobem se do rostlin dostává, odpovídá správně celkem 26 respondentů (úspěšnost 17 %). V post testu se správnost zvyšuje o 81 respondentů (úspěšnost 53 %). Za správné se považují odpovědi – ze Slunce, sluneční záření a sluneční energie. Za uvedení správné odpovědi je udělen jeden bod. Nejčastější správné tvrzení je uvedeno – Slunce a sluneční energie. Nejčastější chybné odpovědi jsou tyto: ze Země, nevím a z vesmíru. Z výsledků uvedených v pre – testu je patrné, že žáci nedokážou porozumět otázce nebo jí nevěnují tolik pozornosti a uvedou to, co je jako první napadne, a nepřemýšlí nad odpovědí. Většina dotazovaných žáků neuvádí žádnou odpověď a otázku zcela vynechají. V post testu je patrná razantní změna v početnosti správných odpovědí. Z výsledků lze vyčíst, že použití digitální učebnice vede k lepším výsledkům

a žákům pomáhá k objasnění složitého tématu týkající se fotosyntézy. Pro dosažení výsledků z otázky č. 2 je spočítán aritmetický průměr. Průměrná hodnota získaných bodů u pre – testu dosahuje 0,169934641 a v post testu 0,699346405. Směrodatné odchylky u obou testů jsou znázorněny pomocí chybových úseček. Lze říci, že chybové úsečky říkají, do jaké míry jsou hodnoty průměru věrohodné. Chybová úsečka v pre – testu dosahuje záporných hodnot.

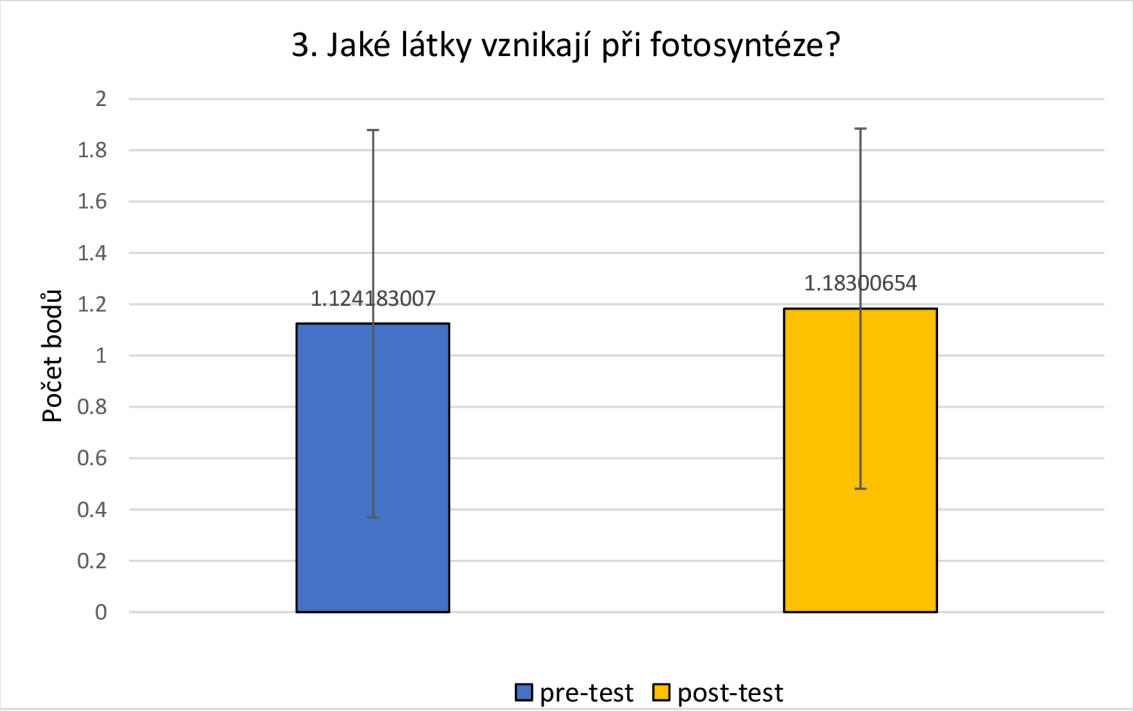
Ze sloupcového grafu na obr. č. 2 je patrné, že provedený t-test závislých skupin ukázuje mezi provedeným pre – testem a post testem výrazné zlepšení u druhé otázky, která se zabývá skrytou energií v biomase ($t = 8{,}68087E^{-23}$). Dosažená hladina provedeného t-testu je podstatně vyšší než stanovená hladina 0,05. Výsledky úspěšnosti žáků si lze prohlédnout na sloupcovém grafu č. 2.



Obrázek 2 Sloupcový graf zobrazující zhodnocení otázky druhé (N=153) (chybové úsečky představují směrodatnou odchylku)

U otázky č. 3 žáci uvádí, jaké látky vznikají při fotosyntéze. Jedná se o otevřenou otázku. Za uvedení správné odpovědi, kde je uveden kyslík a cukry, získávají žáci celkem 2 body. Pokud uvádějí žáci, že při fotosyntéze vzniká pouze kyslík, dostávají jeden bod. Nejčastěji uvedené chybné odpovědi jsou: voda, živiny a zelené barvivo. Většina žáků uvádí pouze kyslík nebo do odpovědi vypíší všechny známé produkty: kyslík, cukry, oxid uhličitý. Takto vypsané produkty nejsou ohodnoceny žádným bodem. Je patrné, že žáci pojmy znají ale nejsou si jisti, jaké produkty přesně vznikají při procesu fotosyntézy. Na otázku č. 3 odpovídá v pre – testu celkem 119 žáků správně a v post testu 127 žáků. Úspěšnost v pre – testu dosahuje 78 % a v post testu 83 %. Průměrné hodnoty jsou získány pomocí aritmetického průměru. Výsledky v post testu zaznamenávají nepatrné zlepšení. Hodnoty se od sebe liší pouze o 0,06. Z tohoto hlediska lze říci, že interaktivní učebnice nepatrně dopomáhá ke zlepšení žákovských znalostí o fotosyntéze.

Ze sloupcového grafu obr. č. 3 lze odvodit, že provedený t-test závislých skupin prokazuje zlepšení mezi pre – test a post testem u třetí otázky, která se zabývá látkami vznikajícími při fotosyntéze (t = 0,007992222). Provedení t-testu prokazuje, že dosažená hodnota je podstatně menší než stanovená hladina 0,05, a je tedy oprávněné zamítnout nulovou hypotézu. Celkovou úspěšnost žáků si lze prohlédnout ve sloupcovém grafu č. 3.

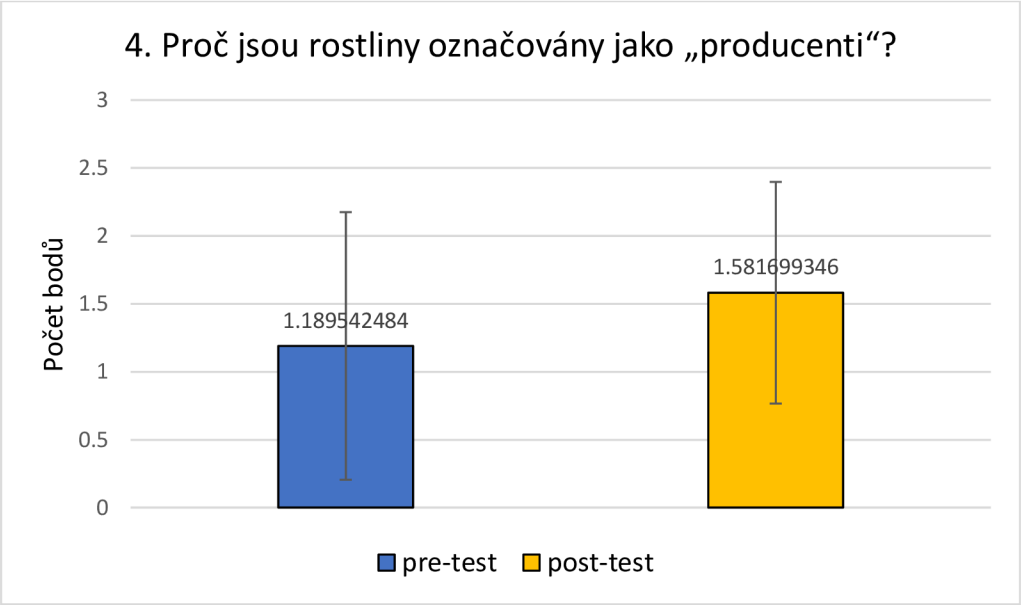


Obrázek 3 Sloupcový graf zobrazující úspěšnost u otázky třetí (N=153) (chybové úsečky představují směrodatnou odchylku).

Otázka č. 4 řeší, proč jsou rostliny označovány jako „producenti“. Odpověď je ohodnocena dvěma body. Za správné tvrzení lze označit odpověď – rostliny produkují kyslík.

Za špatnou odpověď žáci nezískají body žádný. Mezi nejčastější špatné odpovědi žáků patří: „Produkují látky“ a „Nevím“. Žáci si evidentně nejsou jisti svými odpověďmi. Z dotazníkového šetření vychází, že někteří žáci neznají pojem „producenti“. Úspěšnost v pre – testu dosahuje 59 %. Celkem 91 žáků v pre – testu dostává za uvedení správné odpovědi dva body. V post testu je úspěšnost celkem 89 %. Žáků, kteří uvádí správnou odpověď a dosahují maximálního počtu bodů, je celkem 121. Pro získání výsledků je proveden aritmetický průměr. V pre – testu průměrná hodnota získaných bodů je 1,189542484 a v post testu průměrná hodnota získaných bodů dosahuje 1,581699346.

Jak je patrné ze sloupcového grafu na obrázku č. 4, provedený t-test závislých skupin prokazatelný vliv na porozumění tématu (t= 0,000132411). Hodnota provedeného t-testu je menší než stanovená hodnota významnosti 0,05. Úspěšnost žáků u otázky č. 4 si lze prohlédnout ve sloupcovém grafu č. 4 na obrázku č. 4.

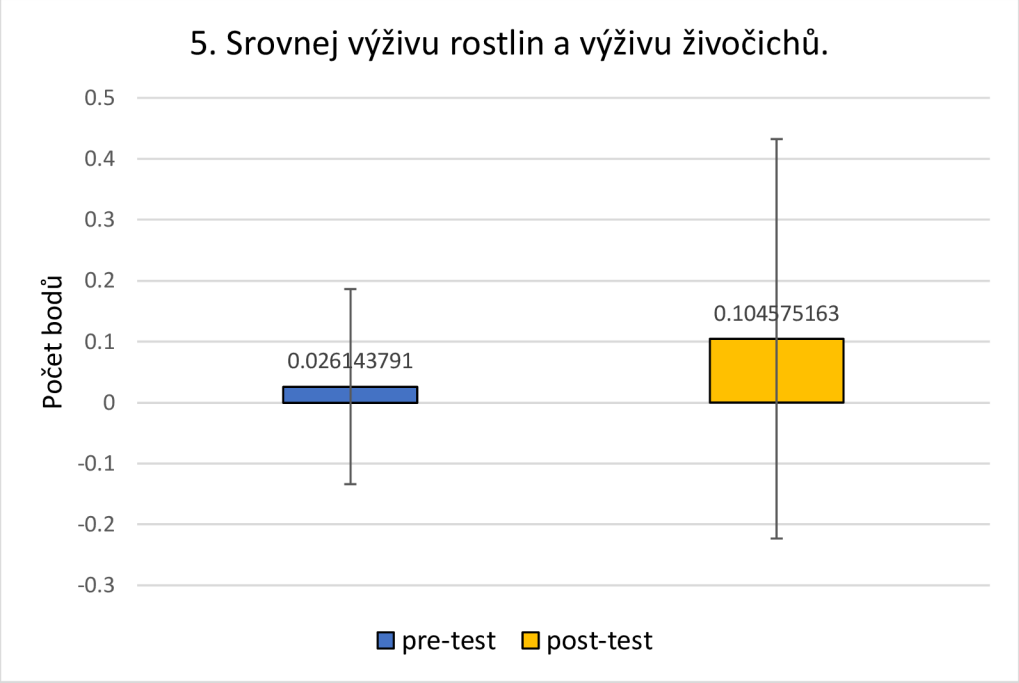


Obrázek 4 Sloupcový graf zobrazující úspěšnost u otázky čtvrté (N=153) (chybové úsečky představují směrodatnou odchylku)

U otázky č. 5 žáci srovnávají výživu rostlin a výživu živočichů. Tato otázka se skládá ze dvou podotázek. První řeší, z čeho živočichové získávají látky ke svému růstu a u druhé podotázky mají žáci uvést, z čeho rostliny získávají látky ke svému růstu. Vzhledem k rozdělení otázky je hodnocena 2 body, tedy maximálním počtem, který žáci mohou získat. Pokud žáci nejsou schopni odpovědět ani na jednu část, není jim udělen ani jeden bod. Z výsledků je patrné, že se jedná o nejkritičtější otázku z celého dotazníkového řešení. Na otázku v pre – testu odpovídají správně pouze 4 žáci (úspěšnost 3 %). V post testu odpovídá správně celkem 15 žáků (úspěšnost 10 %). Výsledky jsou získány pomocí aritmetického průměru. Aritmetický

průměr dosahuje rozdílných hodnot. V pre – testu vyšel aritmetický průměr celkem 0,026143791 a v post testu se zvýšil o 0,078431373. V grafech jsou znázorněny také chybové úsečky, které představují směrodatné odchylky získané výpočtem z celkových odpovědí v pre – testu a post testu. Zajímavé je, že se tato otázka stala největším úskalím. Z čeho získávají živočichové a rostliny potravu se žáci dovídají na prvním stupni základní školy.

Jak je patrné ze sloupcového grafu na obr. č. 5, má provedený t – test závislých skupin prokazatelný vliv na porozumění tématu (t = 0,004338659). Stanovená hladina pro t-test je 0,05. Je zřejmé, že dosažená hodnota t-testu je podstatně menší, a lze tedy zamítnout nulovou hypotézu. Dochází k patrnému zlepšení po využití digitální učebnice. Výsledky a celkovou úspěšnost, kterou žáci dosahují v pre – testu a post testu, si lze prohlédnout ve sloupcovém grafu č. 5 na obr. č. 5.

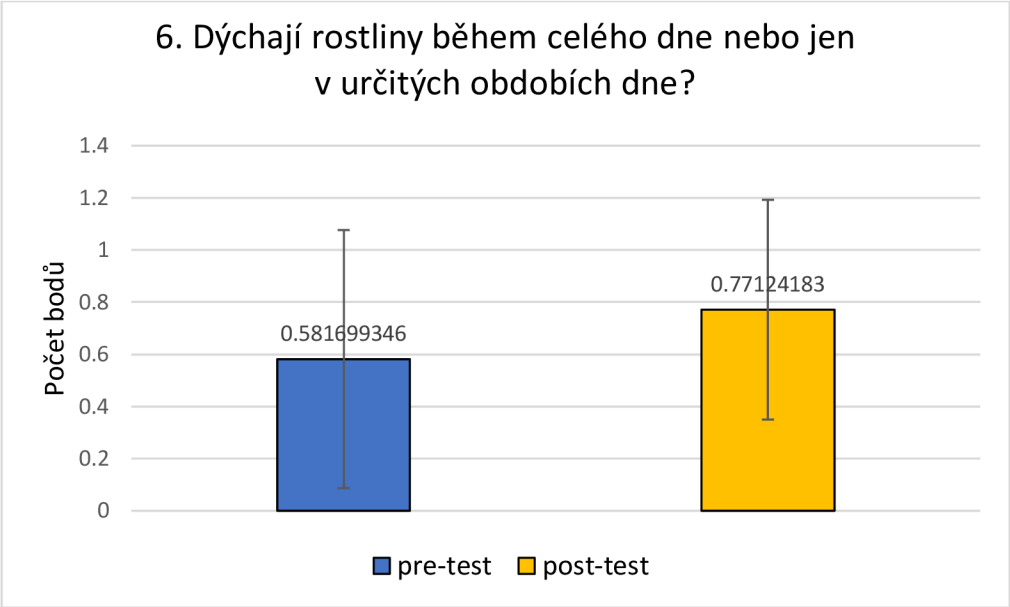


Obrázek 5 Sloupcový graf zobrazující úspěšnost u otázky páté (N=153) (chybové úsečky představují směrodatnou odchylku)

Otázka č. 6, která řeší, zda rostliny dýchají během celého dne, nebo jen v určitých obdobích dne, činí úspěšnost správných odpovědí 58 %. Všichni dotazovaní žáci v pre – testu (N=153) odpovídají na otázku, ale pouze 89 žáků odpovídá úspěšně. V post testu (N=153) odpovídá celkem 118 žáků úspěšně (úspěšnost 77 %). Za správnou odpověď se považuje tato odpověď – ano. Za nejčastěji špatně uvedenou odpověď lze považovat – ne, rostliny nemají dýchací ústrojí, rostliny nedýchají, nevím. Za tuto otázku mohou žáci získat pouze jeden bod. Při špatné odpovědi žáci získají 0 bodů. Někteří žáci mají mylné představy o dýchání rostlin. Výsledky jsou získány pomocí provedeného aritmetického průměru, který v pre – testu

dosahuje hodnoty 0,581699346 a v post testu celkem 0,77124183. Na žáky má použití interaktivní učebnice pozitivní vliv.

Ze sloupcového grafu lze vyčíst, že žákovské porozumění se při využití digitální učebnice zlepšuje. Dokazuje to i provedený t – test závislých skupin, který prokazuje, že interaktivní učebnice má vliv na porozumění tématu o dýchání rostlin (t = 0,000199977). Stanovená hladina t-testu je 0,05. Sloupcový graf č. 6 na obr. č. 6 zobrazuje úspěšnost u otázky č. 6.



Obrázek 6 Sloupcový graf zobrazující úspěšnost u otázky šesté (N=153) (chybové úsečky představují směrodatnou odchylku)

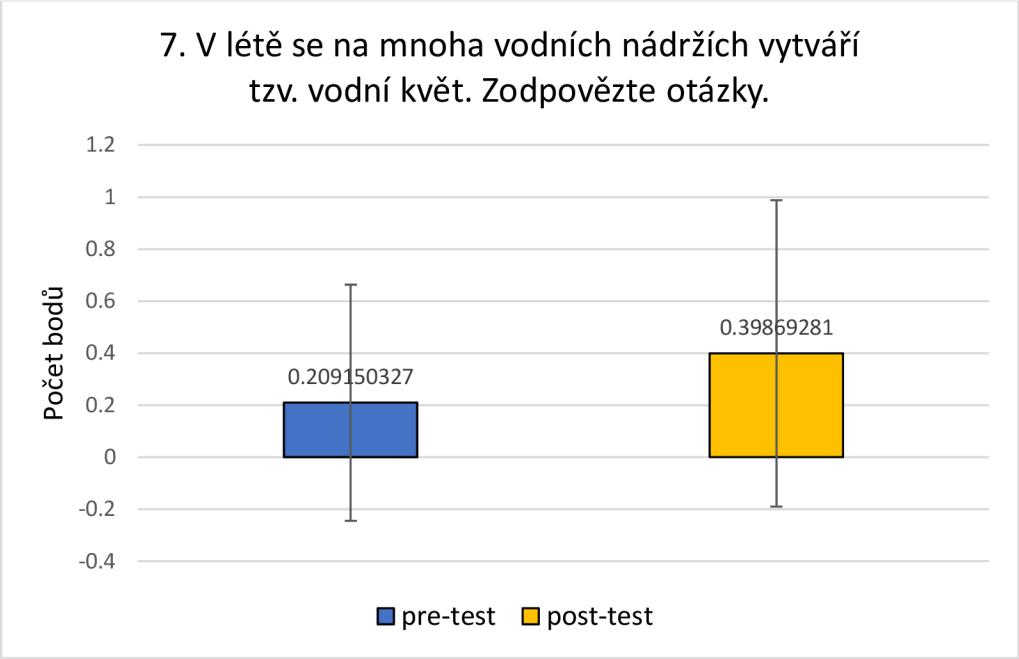
Otázka č. 7 zní: „V létě se na mnoha vodních nádržích vytváří tzv. vodní květ. Zodpovězte otázky:

a) Jaké organismy vytvářejí vodní květ?
b) Proč vzniká vodní květ“?

Za uvedení správné odpovědi žáci dosahují maximálního počtu bodů, celkem 2. Za částečně správnou odpověď dostávají žáci jeden bod. Jeden bod získají pouze tehdy, když jsou schopni odpovědět alespoň na jednu otázku. Za správnou odpověď mají žáci uvést sinice a nadbytek živin. Nadbytek živin a sinic způsobuje negativní jev eutrofizaci (viz podkapitola 5.1.1.5.). Většina žáků je schopna odpovědět, že příčinnou vzniku vodního květu jsou přemnožené sinice nebo řasy. Výsledek v post testu je podobný jako v pre – testu. Mezi nesprávnými odpověďmi na otázku: „Proč se na nádržích v létě tvoří vodní květ?“ žáci nejčastěji uvádějí, že nevědí nebo, že vodní květ vzniká díky leknínu, který se objevuje na

hladině některých nádrží. Opět lze poukázat na to, že žáci odpovědím nevěnují patřičnou pozornost, nebo jsou otázkami zmateni. Podle výsledků provedeného aritmetického průměru lze prokázat, že pouze 19 % žáků odpovídá na otázku správně a získá tak plný počet bodů, tedy bod 1. V post testu odpovídá 35 % žáků správně. Interaktivní učebnice má pozitivní výsledek na zlepšení znalostí u žáků.

Jak lze vidět ze sloupcového grafu zhodnocující úspěšnost žáků u otázky č. 7, výuka pomocí digitální učebnice má prokazatelný vliv na porozumění této problematiky (t = 0,000573446). Stanovená hladina provedeného t-testu byla 0,05.

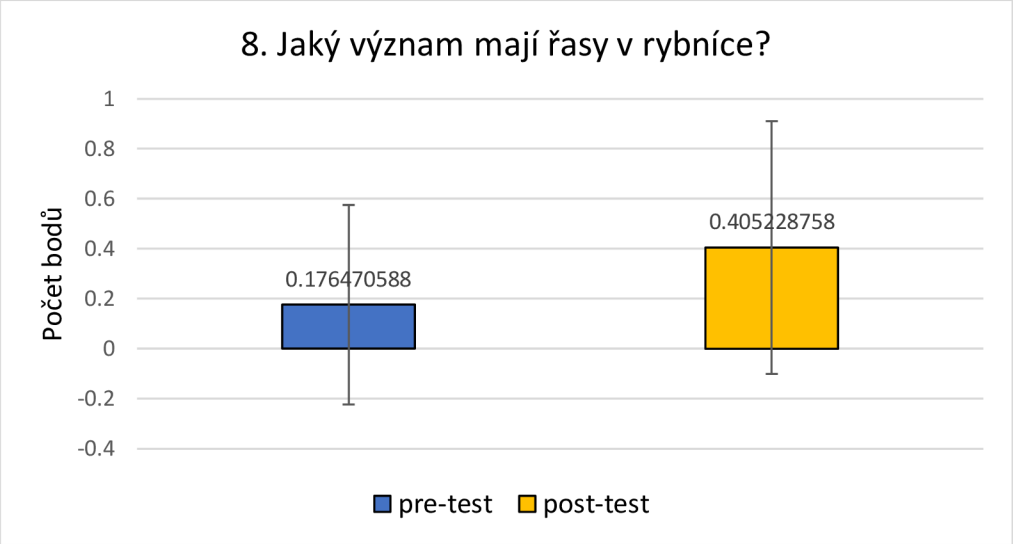


Obrázek 7 Obrázek 6 Sloupcový graf zobrazující úspěšnost u otázky sedmé (N=153) (chybové úsečky představují směrodatnou odchylku)

„Jaký význam mají řasy v rybníce?“ je znění otázky číslo 8. Jedná se opět o otevřenou otázku. Za správnou odpověď mohou žáci získat maximálně 2 body. Za částečně zodpovězenou otázku mohou získat žáci jeden bod. Za správné odpovědi se považují: „produkce kyslíku“ a „biomasa“. Většina žáků uvádí pouze odpověď částečnou. Žáci uvádí, že řasy produkují kyslík. Nejčastěji uvedené chybné odpovědi jsou: „čistí vodu“ a „potrava pro ryby“. Značná část žáků uvádí, že nevědí, jak na tuto otázku odpovědět. Pouze 25 žáků je schopno zodpovědět otázku správně a získávají buď jeden, nebo dva body. V post testu zodpovídá otázku správně celkem 61 žáků. Výsledky jsou získány pomocí aritmetického průměru. Vzhledem k tomu, že na otázku č. 8 v pre – testu bylo schopno odpovědět pouze 25 žáků, průměrná hodnota je 0,176470588. V post testu dochází ke zvýšení průměrné hodnoty na 0,405228758. Z těchto

průměrných hodnot lze říci, že interaktivní učebnice napomáhá žákům zvýšit povědomí o problematice fotosyntézy.

Dle provedeného t – testu závislých skupin dochází ke zlepšení žákovské úspěšnosti v post testu po využití digitální učebnice (t = 1,1279E-05). Stanovená hladina byla 0,05. Po prostudování digitální učebnice ukazuje u žáků post test vyšší úspěšnost, jak je patrné ze sloupcového grafu č. 8 na obrázku č. 8.

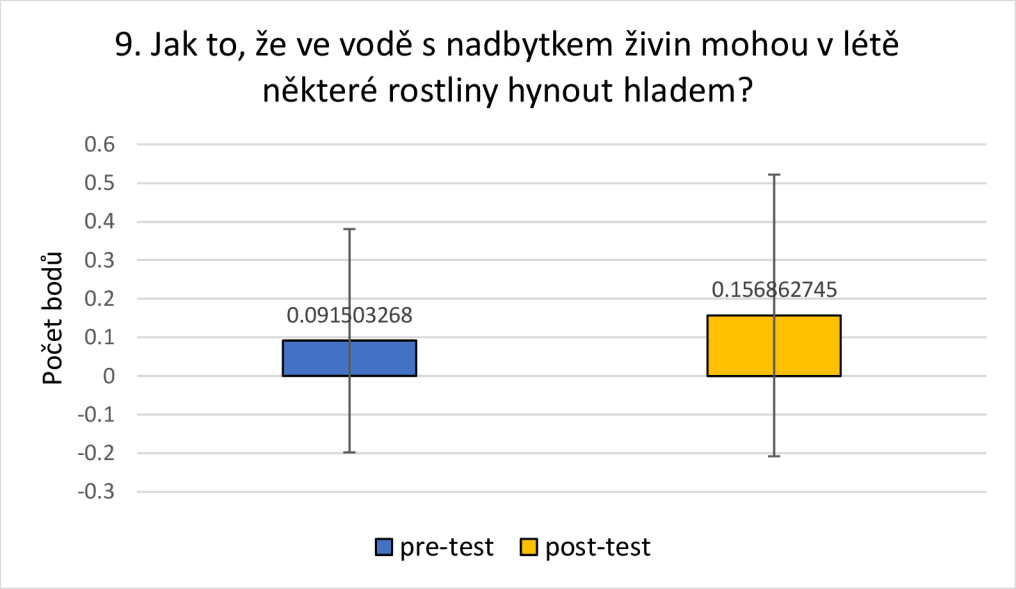


Obrázek 8 Sloupcový graf zobrazující úspěšnost u otázky osmé (N=153) (chybové úsečky představují směrodatnou odchylku)

Otázka č. 9 zní: „Jak to, že ve vodě s nadbytkem živin mohou v létě některé vodní rostliny hynout hladem?“. Za správnou uvedenou odpověď mohou žáci získat 1 bod. Za uvedení špatné odpovědi získají žáci 0 bodů. Za správné odpovědi jsou považovány tyto – přemnožení živin, nadbytek živin, vznik biomasy. Nejčastější odpovědí, kterou žáci uvádí, je odpověď: „Nevím“. Tato otázka obsahuje také odpovědi, které nedávají smysl a je vidět, že žáci nad odpovědí nepřemýšlí a uvádí to, co je jako první napadne. Celkem 14 žáků (úspěšnost 9 %) v pre – testu uvádí odpověď správně. V post testu je celkem 24 žáků (úspěšnost 16 %), kteří uvádějí správnou odpověď. Aritmetický průměr ukazuje, jaká je průměrná hodnota získaných bodů v jednotlivých otázkách v pre – testu a post testu. Průměrná hodnota po součtu všech získaných bodů, tedy celkem 14 bodů za otázku č. 9 v pre – testu, dosahuje 0,0915v post testu 0,156862745. Z výsledků je patrné, že žákům interaktivní učebnice zvedá povědomí o problematice týkající se nadbytku živin v rybnících.

T – test závislých skupin prokázal porozumění této problematiky, která se zabývá otázkou: „Proč vodní rostliny hynou hladem ve vodě s nadbytkem živin?“ (t = 0,095695914).

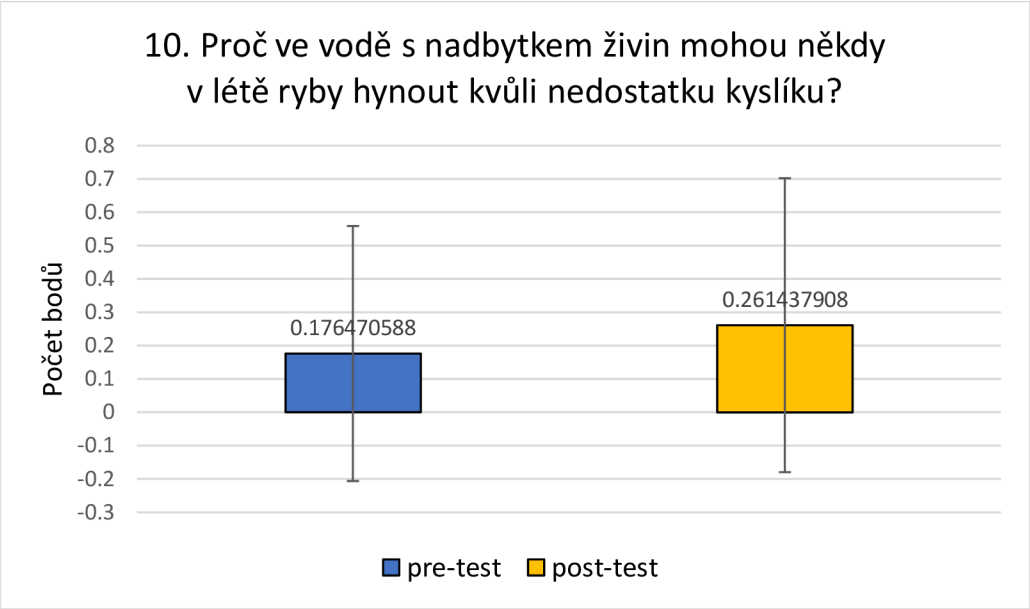
Stanovená hladina je 0,05. Jak lze vidět ze sloupcového grafu na obr. č 8 dochází ke značnému zlepšení.



Obrázek 9 Sloupcový graf zobrazující úspěšnost u otázky deváté (N=153) (chybové úsečky představují směrodatnou odchylku)

U otázky č. 10 „Proč ve vodě s nadbytkem živin mohou někdy v létě ryby hynout kvůli nedostatku kyslíku?“ žáci získají maximálně jeden bod. V pre – testu je maximální úspěšnost pouze 18 % správných žákovských odpovědí a u post testu celková úspěšnost dosahuje 26 %. Žáci mají uvést jako správnou odpověď – klesá kyslík, nadbytek živin apod. nejčastěji se objevuje odpověď „nevím“, nebo že „ryby hynou na základě nedostatku rostlin ve vodě“. Jak lze vyčíst ze sloupcového grafu, úspěšnost je vyšší v post testu než v pre – testu. Graf č. 10 zobrazuje průměrné hodnoty získané pomocí aritmetického průměru. Je patrné, že hodnota v pre – testu dosahuje 0,176470588 a v post testu dosahuje 0,261437908. Výsledky prokazují, že využití digitální učebnice vede k lepšímu pochopení problematiky, a žáci tak vědí, že ryby hynou v létě v rybnících kvůli nadbytku živin, který zapříčiní klesání kyslíku ve vodě (viz podkapitola 5.1.1.5.). Nadbytek živin způsobuje proces eutrofizace. Vlivem eutrofizace dochází k zabarvení a zakalení vody v důsledku nadbytku živin a přemnožení sinic a řas. Dochází ke změnám v koncentraci kyslíku ve vodě, výkyvům pH a výskytu toxických látek, které mohou mít fatální vliv na ryby ve vodních nádržích (Jenišová, 2022).

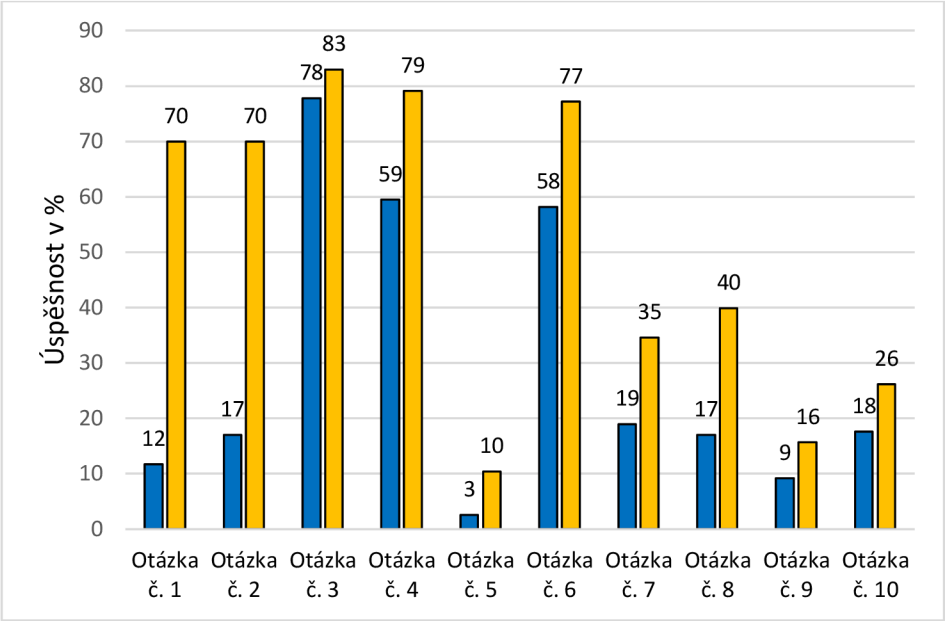
Porozumění tématu prokázal provedený t – test závislých skupin (t = 0,068553052). Stanovená hodnota významnosti je 0,05. Úspěšnost žáků ukazuje graf na obr. č. 10.



Obrázek 10 Sloupcový graf zobrazující úspěšnost u otázky desáté (N=153) (chybové úsečky představují směrodatnou odchylku)

Sloupcové grafy na obr. č. 11 zobracují celkovou úspěšnost žáků, kteří napsali správnou odpověď v pre – testech a post testech. Z grafu č. 11 lze vyčíst, že žáci v post testech dosahují lepších výsledků.

Obrázek č. 11 znázorňuje celkový souhrn všech odpovědí žáků z pre – testu a post testu. Z obrázku č. 11 lze vyčíst, že největší úspěšnost vykazuje otázka č. 3, která dosahuje úspěšnosti 83 % v post testu. V otázce č. 3 mají žáci uvést, jaké látky vznikají při fotosyntéze. Za správnou odpověď lze považovat – kyslík a cukry. Celkem 83 % žáků odpovídá správně a výsledek post testu jasně ukazuje, že při použití interaktivní učebnice dochází ke zlepšení a prohloubení znalostí žáků o fotosyntéze. Dále je z grafu patrné, že nejhůře dopadla otázka č. 5 v pre – testu a post testu. U otázky č. 5 mají žáci srovnat výživu rostlin a živočichů. Pre – test dosahuje pouze 3 % v úspěšnosti a v post testu je celkem 10 % žáků úspěšných.

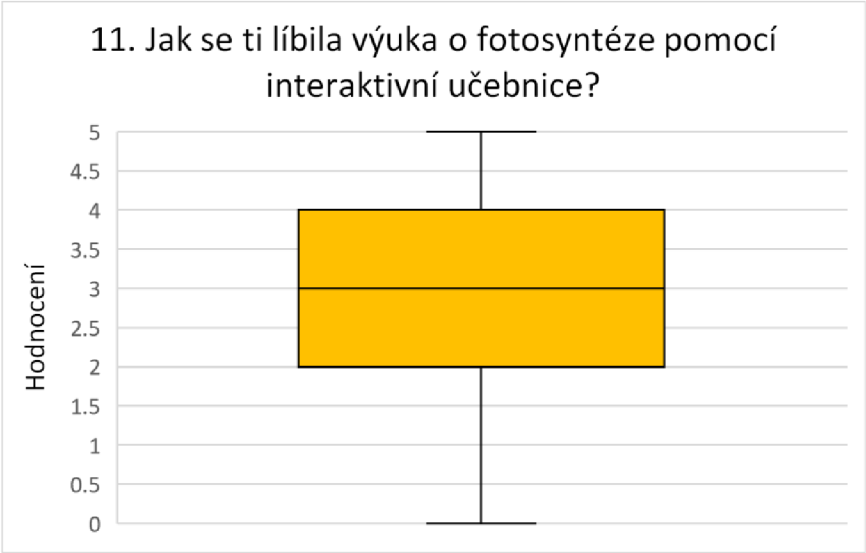


Obrázek 11 Celkový souhrn úspěšnosti žáků v jednotlivých otázkách v pre – testu a post testu (N= 153)

7.2 Vyhodnocení Likertovy škály v post testu

Pro zjišťování přínosu interaktivní učebnice pro výuku fotosyntézy je zapojeno 153 žáků ze tří základních škol. Žáci uvádějí svůj názor, který se týká hodnocení interaktivní učebnice. U otázek č. 11 a č. 14 žáci vybírají svou odpověď na Likertově škále. Otázky č. 12 a č. 13 jsou otevřené, žáci vyjadřují svůj celkový názor na interaktivní učebnici.

U otázky č. 11 v post testu žáci uvádějí, zda se jim výuka o fotosyntéze pomocí interaktivní učebnice líbila. Svůj názor vyjadřují hodnocením na Likertově škále (bodové škále) od 1 do 5, kdy 1 znamená, že se žákům výuka velmi líbí a stupeň 5 ukazuje, že se žákům výuka nelíbí. Nejčastěji uváděnou hodnotou je číslo 3, respektive číslo neutrální. Žáci se vyjadřují všichni (N = 153). Horní vous krabicového grafu vyjadřuje maximální hodnotu, tedy hodnotu 5 a dolní vous krabicového grafu vyjadřuje nejnižší hodnotu, hodnotu 0. Nejčastěji zvolenou hodnotou na Likertově škále je číslo 3. Jedná se o medián. Výsledky lze spatřit v krabicovém grafu č. na obr. č. 12.

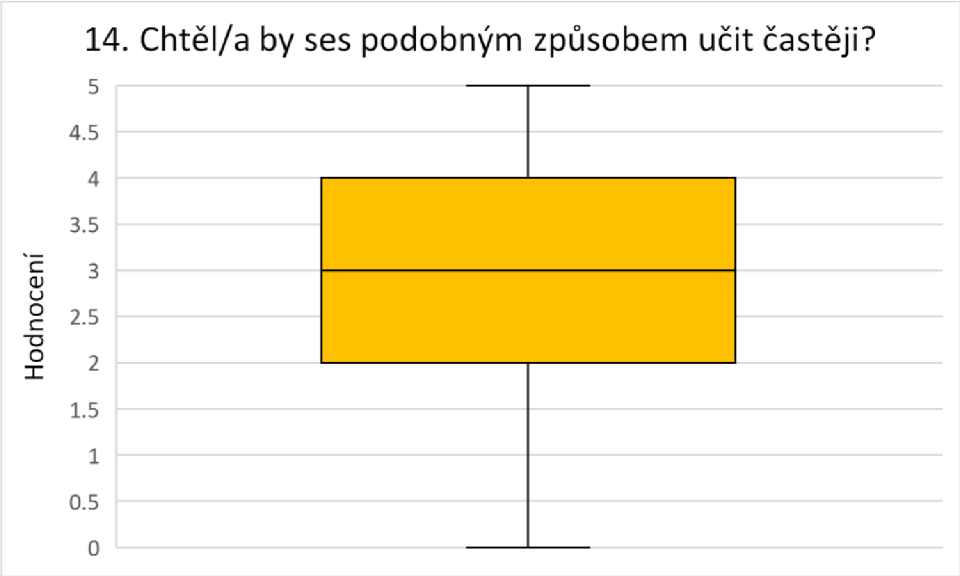


Obrázek 12 Krabicový graf zobrazující výsledky názorů žáků (N = 153)

U otázky č. 12 žáci vyjadřují, co se jim líbilo ve výuce o fotosyntéze pomocí interaktivní učebnice nejvíce. Žáci nejčastěji uvádějí, že se jim nejvíce líbily animace, obrázky, přehlednost, jednoduchá cvičení a skutečnost, že mají možnost se učit interaktivně. Uvádějí také, že učebnice je velmi dobře zpracovaná. V dotazníkovém šetření se také ukazuje negativní hodnocení. Spousta žáků otázky zcela vynechává, nebo odpovídá tak, že napsala odpověď: „Nic“.

Znění otázky č. 13 je podobné jako u otázky č. 12 s rozdílem, že žáci mají uvést, co se jim na výuce o fotosyntéze pomocí interaktivní učebnice nelíbilo. Většina žáků uvádí, že je učebnice plná textu a že je moc podrobná. Při dotazníkovém šetření žáci také sdělují, že je učebnice nepřehledná. Jak uvádí Maňák et al., (2007) ve své publikaci, žáci mají nelehký úkol, neboť mají hodnotit v 9. ročníku učebnici. Žáci mají možnost se vyjádřit zcela svobodně, bez jakéhokoliv zásahu výzkumníka nebo učitele. Názory žáku proto nelze brát doslovně.

Otázka č. 14 zkoumá názor žáků, zda by se chtěli pomocí interaktivní učebnice učit častěji. Žáci označují stupeň, který nejlépe vyjadřuje jejich názor. Svoje hodnocení vyjadřují opět na Likertově škále od 1 do 5, kdy 1 znamená, že se žáci chtějí určitě učit podobným způsobem a stupeň 5 ukazuje, že se žáci vůbec nechtějí učit podobným způsobem. Nejčastěji uváděnou hodnotou je číslo 3, které ukazuje hodnotu medián. Horní vous grafu vyjadřuje hodnotu maximální. Maximum na Likertově škále je číslo 5. Dolní vous krabicového grafu vyjadřuje minimální hodnotu, kde nejnižší hodnota byla 0. Nejčastěji zvolenou hodnotou je číslo 3, které je vyjádřeno mediánem. Výsledky Likertovy škály lze spatřit v krabicovém grafu na obr. č. 13.



Obrázek 13 Krabicový graf zobrazující názory žáků (N = 153)

7.3 Vyhodnocení polostrukturovaného rozhovoru s učiteli

Do zjišťování názorů na digitální učebnici fotosyntézy vodních rostlin je zapojeno 5 učitelů ze třech základních škol. Ze dvou škol jsou dotazováni dva učitelé a z jedné školy pouze jeden. Jedná se výlučně o 5 žen různého věku, v této práci však jsou nazývány obecnými názvy, jako respondenti nebo učitelé. Věk respondentů se pohybuje od 40 do 60 let. Učitelé jsou dotazováni pomocí připraveného polostrukturovaného rozhovoru, který byl nejprve nahráván a následně přepsán do textové formy. Odpovědi respondentů se jednoznačně liší. Nezáleží v tomto případě na zkušenostech získaných během pedagogické praxe, ale na názorech na vhodnost zařazení nové digitální pomůcky do chodu výuky přírodopisu.

V otázce č. 1 učitelé uvádí názor, zda je digitální učebnice ve výuce přínosná. Většina dotazovaných učitelů se shoduje, že učebnice je příliš odborná a rozsáhlost není vhodná pro žáky základních škol. Jeden učitel uvádí, že by publikaci využil pro žáky, kteří se zabývají biologií i mimo školní půdu. Učebnice může sloužit jako rozšiřující materiál pro přípravu na biologickou olympiádu. Téměř všichni dotazovaní učitelé se shodují na časové náročnosti učebnice. Fotosyntéze jako takové nevěnují ve vyučovacích hodinách příliš mnoho času.

V otázce č. 2 učitelé hodnotí kapitolu o fotosyntéze suchozemských rostlin. Respondenti se shodují na nevhodnosti kapitoly pro žáky základních škol. Kapitola je informačně příliš rozsáhlá, odborná a neschopná zaujmout žáky natolik, aby je téma motivovalo k další práci. Jedné respondentce chybí v kapitole motivační prvky, jako jsou například didaktické hry a podle ní jsou schémata pro žáky v kapitole nevhodná a nezajímavá. Jedna respondentka uvádí, že fotosyntéze nerozumí, a neučí ji proto ani v hodinách chemie, ani v hodinách přírodopisu.

V otázce č. 3 učitelé hodnotí kapitolu o fotosyntéze vodních rostlin. Odpovědi jsou téměř shodné s odpověďmi u předchozí otázky. Kapitola je velmi náročná. Učitelé uvádí, že v dnešní době se žákům množství učiva spíše ubírá, proto je zbytečné rozšiřovat jejich znalosti dále v tomto tématu, které je už samo o sobě pro žáky a učitelé velmi obtížné. Jedna respondentka uvádí, že nemá dostatečné znalosti o fotosyntéze vodních rostlin, a tak téma neučí a žáky neseznamuje s problematikou fotosyntézy vodních rostlin. Dále jedna respondentka uvádí, že by kapitole nevěnovala tolik podkapitol, že podvědomí o fotosyntéze vodních rostlin chybí i u samotných učitelů a nahradila by je názornými schématy a výukovými videi. Zde je důležité podotknout, že kapitoly a podkapitoly obsahují animace, které žákům pomáhají k pochopení tématu.

V otázce č. 4 respondenti hodnotí kapitoly o ekologických souvislostech. Pouze jedna respondentka hodnotí tuto kapitolu kladně. Konstatuje, že kapitola má zajímavý přínos k pochopení chemických procesů v ekosystémech. Dále uvádí, že kapitola má chvalitebné propojení se skutečnými situacemi a problémy, které v ekosystémech probíhají. Jedna respondentka uvádí, že se ve své výuce o fotosyntéze a ekologických souvislostech zmíní, ale pouze u tématu, jak vznikl život. Zajímavá odpověď je pouze u jedné respondentky, která uvádí, že by tuto kapitolu přenechala gymnáziím, nebo vysokým školám. Myslí si, že je kapitola složitá, odborná a rozsáhlá. Doporučuje zařadit zábavné prvky a chtěla by vložit nějaké didaktické hry, které by žáky vtáhly více do této problematiky. Zábavná forma podle jejího názoru vyhovuje dnešním požadavkům základních škol. Motivuje žáky k učení, pochopení a zvyšuje povědomí o problematice fotosyntézy.

Otázka č. 5 se zabývá hodnocením animací a videí v učebnici. Jedna respondentka v rozhovoru č.1 uvádí, že jsou animace nedostatečné, daly by se zpracovat lépe a mohly by být zajímavější. Dále uvádí, že videa jsou naopak složitá a zbytečně odborná. Pro žáky základních škol nevyužitelná. Uvádí, že by si dokázala multimédia představit kvalitnější. Dvě respondentky v rozhovoru č. 2 a č. 3 vyhodnocují animace a videa v učebnici jako kvalitní. Podle nich tyto prvky mají zajímavý přínos, jen by mohly být opět lépe zpracované a zapojeny více do textu, aby došlo k posílení a pochopení učiva. Jedna z dotazovaných uvádí, že animace ve své praxi nepoužívá. Záleží na tom, jak do hloubky se téma probírá, pokud by se jednalo o vysokou školu, tak by animace a videa doporučila. Podle ní jsou pro základní školu zbytečná a neoceňuje jejich kvalitu. Pokud pro respondentku není nutné použití videí a animací, jsou pro ni prakticky nevyužitelné.

U otázky č. 6 mají respondenti uvést, jaká vylepšení by pro učebnici doporučili. Jedna z respondentek uvádí, že by více členila text. Text připomíná skripta, ze kterých se učí studenti vysokých škol a takto napsaná učebnice by neměla u žáků základních škol větší smysl. Žáci by se nedokázali na text soustředit. Zvýšila by motivaci doplněním didaktických aktivit. Doplnila by křížovky, doplňovací texty a kontrolní otázky. Druhá respondentka uvádí téměř totožný popis. Uvádí, že by zjednodušila jazyk a vynechala odborná slova. Zajímavý postřeh uvádí respondentka v rozhovoru č. 4, která vidí přínos v přidaných dokumentech, které by ale začlenila do textu.

Klíčová otázka č. 7 se zabývá možnostmi využití učebnice v praxi. Všichni dotazovaní učitelé uvádí, že by učebnici v základních školách nevyužívali. Jeden z důvodů je časová náročnost. Na samotný proces fotosyntézy není časová dotace uspokojující a tématem se zabývat dopodrobna nelze. Učebnice je velmi podrobná a žáci procesu nerozumí. Učebnici doporučují studentům gymnázií nebo pro vysokoškolské studenty. Jedna respondentka uvádí, že by učebnici doporučila žákům, kteří se připravují na biologickou olympiádu, nebo jako rozšiřující téma. Pouze jeden učitel uvádí, že časté využívání učebnice může zhoršit zdravotní stav žáků, proto by ji nevyužíval.

8. Diskuse

Diplomová práce se týká vlivu výuky za pomoci interaktivní učebnice na efektivitu výuky fotosyntézy vodních rostlin. Dotazníkové šetření poskytuje zajímavá zjištění, zejména jaký vliv má výuka s využitím digitální učebnice na žákovské znalosti o fotosyntéze vodních rostlin. Pro analyzování dat je využito celkem 153 respondentů, proto výsledky nelze generalizovat pro celou cílovou skupinu, tedy pro žáky 9. ročníku 2. stupně základních škol. Takto malý počet je jeden z hlavních limitů tohoto výzkumu. Druhá část výzkumu se zabývá polostrukturovaným rozhovorem s učiteli základních škol. I zde nelze generalizovat výsledky, protože k analyzování výsledků bylo použito pouze pět respondentů.

Díky samotnému procesu a veškerým dějům je fotosyntéza je brána jako jedno z hlavních kritických míst výuky přírodopisu. Žáci se o fotosyntéze dozvídají více do hloubky až v 6. ročníku na 2. stupni základních škol. Vzhledem k náročným biochemickým procesům je fotosyntéza zmiňována spíše okrajově a je žákům stručně vysvětlena (Vágnerová et al., 2019). Žáci vidí největší úskalí ve fotosyntéze a v dýchání rostlin. Mylné představy žáků jsou ovlivněny tím, že žáci nevidí mezi těmito ději rozdíl. Marmaroti a Galanopolou (2006), kteří provedli dotazníkové šetření, potvrdili teorii, že žáci mají mylné představy o fotosyntéze a dýchání. Porozumění fotosyntéze je důležité pro smysluplné přírodovědné vzdělávání, které žákům pomáhá se zorientovat v přírodě a pochopit tak toky energie a další ekologické aspekty (Brčáková, 2022).

Na základě výzkumu obsaženého v této diplomové práci a výzkumu v bakalářské práci od Mouchové (2022) můžeme konstatovat, že znalosti žáků o fotosyntéze jako takové a znalosti o fotosyntéze vodních rostlin jsou nedostatečné s tím rozdílem, že v této diplomové práci probíhala dvě dotazníková šetření, která zkoumala, jaký vliv na výuku má interaktivní učebnice o fotosyntéze obecně. Z výsledků je patrné, že znalosti se podstatně zvýšily v souvislosti s použitím interaktivní učebnice. Proto odpověď na 1. výzkumnou otázku (Jaký vliv má výuka s využitím digitální učebnice na žákovské znalosti o fotosyntéze vodních rostlin) tedy zní: Výuka za pomoci interaktivní učebnice měla pozitivní vliv na úroveň žákovských znalostí o fotosyntéze vodních rostlin. Rozdíly mezi výsledky pre a post testů byly statisticky významné. Žáci před použitím digitální učebnice nemají dostatečné znalosti o fotosyntéze. Důvodem může být absence tématu v učebnicích, nedostatek času a neznalost tématu samotných učitelů (což potvrdily rozhovory s učiteli). Proces fotosyntézy vodních rostlin zcela v učebnicích chybí. Učitelé sami uvedli, že by uvítali interaktivní učebnici.

Zodpovězení této výzkumné otázky č. 1 lze podložit faktem, že interaktivní učebnice má pozitivní vliv na učení žáků. Žáci si mohou najít potřebné informace. Dnešní doba nabízí velké množství inovací. Interaktivní výuka zvyšuje efektivnost, motivaci a chtíč se dozvědět něco nového. Interaktivní učebnice poskytují možnosti spojení různých elementů, jako např. pohybující se text, animace, hudba, videa a učitelé díky tomu mohou výuku uspořádat zajímavě a žáky do vzdělávacího procesu lépe zapojit (Kafková, 2010). Eisen et al. (1993) prokázali ve své studii, že inovativní přístup podporuje vědecká vysvětlení. Cílem jejich studie bylo zjistit, jak inovativní přístup ovlivnil představy žáků o fotosyntéze. Výsledky ukázaly, že žáci vyučovaní novým přístupem dosáhli výrazně lepších výsledků než žáci, kteří se učili jinak. Inovativní přístup je relevantnější, efektivnější a zlepšuje porozumění procesu fotosyntézy.

Digitální učebnice, které jsou vybaveny různými učebními zdroji včetně multimediálních pomůcek, hodnotících otázek a hypertextových odkazů na externí zdroje, mohou být důležitým kanálem pro využití technologií ve výuce a pro pochopení souvislostí obtížných témat (Lee et al., 2023). Pozitivní výsledky při používání digitální učebnice byly prokázány díky studii, která zkoumala úspěch studentů, kterým se místo klasické přednášky poskytla interaktivní učebnice. Výsledky ukázaly významný rozdíl v úspěchu studentů, kteří obdrželi výuku prostřednictvím interaktivní učebnice, oproti těm, kteří absolvovali výuku formou přednášky. Studenti také uvedli, že je interaktivní učebnice motivovala k učení, činí učení efektivnější a vzrušující, zvyšuje pozornost k výuce a zvyšuje zájem o téma (O´Bannon et al., 2017).

Přínos elektronických a interaktivních učebnic může být enormním přínosem vzhledem k jejich doplňkovým podpůrným funkcím, ale přijetí zatím nevykrystalizovalo. Byla provedena průzkumová studie s cílem zjistit, jak žáci vnímají interaktivní učebnice, jak je pro ně užitečná a usnadňuje učení, jak dobře podporuje její zapojení do učení a jak velké zlepšení přináší výsledky učení. Výsledky naznačují, že elektronické učebnice jsou vnímány jako zlepšovače studijních zkušeností žáků ve dvou vzájemně se doplňujících trasách. Vstřícnost elektronických učebnic přímo zlepšuje studijní výsledky a zapojuje žáky do učení (Sun et al., 2012).

Výzkumnou otázku č. 1 potvrzuje i studie od Wengové et al., (2018), která zkoumala účinky interaktivních elektronických učebnic na učení a kognitivní zátěž žáků 7. ročníku na základní škole. Konkrétním cílem bylo prozkoumat, jak multimediální interaktivita elektronické učebnice ovlivňuje vnímané učení studentů, známky a kognitivní zátěž ve srovnání se statistickou učebnicí v papírové podobě. Do studie byly zapojeny dvě skupiny žáků, které v rámci přírodovědné třídy zkoušely interaktivní učebnici a učebnici v papírové podobě. Údaje

byly shromážděny z žákovských průzkumů, závěrečného testu a rozhovorů s učiteli. Výsledky ukázaly, že žáci používající interaktivní elektronickou učebnici dosahovali ve vnímání učiva vyšších výsledků než žáci s papírovou verzí učebnice (Wengová et al., 2018).

Výzkumná otázka č. 2 se zabývala, mírou zájmu učitelů o využívání digitální učebnice ve výuce. V současné době je kvalita vzdělávání v základních školách hlavním zdrojem obav pedagogů. Kvalitu vzdělávání ovlivňuje značné množství faktorů, jako je rozvoj vědeckotechnického pokroku, technologické inovace a digitalizace. Učitelé v posledních letech dospěli k názoru, že učebnice, kterou si vyberou, má velký vliv na studijní výsledky jejich žáků (Shalgimbekova et al., 2023). Zjištění ukázala, že výkonnost žáků základních škol může být významně ovlivněna výběrem elektronických učebnic pro jejich výuku. Studie ukázala, že užitečné kritérium pro výběr elektronické učebnice učiteli je její vysoká kvalita (Shalgimbekova et al., 2023). Kritéria umožňují pedagogům učinit volbu, která může významně ovlivnit vzdělávací proces. Vzdělávací možnosti nabízené elektronickými učebnicemi pro základní školy mohou mít vliv i na výkony žáků ve vyšších ročnících (Shalgimbekova et al., 2023).

V globálním světě je rozvoj vzdělávací oblasti považován za nejdůležitější součást mezinárodních projektů konkurenceschopnosti a zlepšování (Puchková et al., 2021). Výzkumnou otázku č. 2 lze podložit průzkumem Puchkové et al., (2015), který dokázal, že hlavními výhodami digitálních technologií a produktů digitálních technologií pro vzdělávací oblast je podle pedagogů kontinuita vzdělávání, dostupnost, individualizace, svoboda volby, sociální rovnost žáků a kvalita vzdělávání. Pedagogové nevyužívají elektronické učebnice z několika vážných důvodů, které zasahují do vyučovacího procesu. Důvody jsou např. nedostatek motivace, finance, znalosti a metodologie (Puchková et al., 2021). Puchková et al., (2021) důvody dotazovaných učitelů ohledně patrné neochoty využívat učebnici ve své výuce potvrdila.

Výzkum Karolčíka a Markové (2023) potvrdil zájem dotazovaných učitelů o zavádění inovací do výuky. Učitelé si pod pojmem inovace představují především nové způsoby výuky, které mají za cíl oživit a zatraktivnit výuku, zvýšit motivaci všech aktérů procesu učení. Zatímco učitelé s rozsáhlejší pedagogickou praxí spojují inovace především s prezentacemi, vzdělávacími hrami a exkurzemi, začínající učitelé s kratší pedagogickou praxí chápou inovace především jako aplikaci nových trendů (Karolčík et al., 2023).

Elektronické učebnice jako inovativní vzdělávací stroj získaly široký zájem mezi školami. Každá nová technologie nese spoustu nejasností, např. jak bude přijata mezi uživateli. Byl proveden výzkum, který se zaměřil na používání digitálních učebnic samotnými učiteli. Výsledky ukázaly, že učitelé měli k používání elektronické učebnice pozitivní postoje a používali je ve svých vyučovacích hodinách (Alibrahim et al., 2022).

Lin et al., (2015) za hlavní cíle ve svém výzkumu uvádí identifikaci potřeb učitelů při používání elektronických učebnic a požadavky učitelů využívající e-učebnici. Pro sběr dat byl využit rozhovor s učiteli. Výsledky ukázaly, že potřeby učitelů při používání elektronických učebnic zahrnovaly tři faktory: podporování výukových aktivit, podporování čtení a prezentace a v neposlední řadě podporování vzdělávacích aktivit. Dále výsledky prokázaly, že vnímání učitelů k používání elektronických učebnic bylo v průměru pozitivní.

Na rozdíl od předchozích pozitivních názorů na digitální učebnici učitelů existuje také řada negativních pohledů z hlediska zdraví žáků. Digitální učebnice je nové atraktivní vzdělávací medium. Mezi pozitivní účinky užívání digitální učebnice patří stimulace zájmu o učení a stimulace motivace k učení. Jen málo studií zkoumalo vzdělávání ve třídě z pohledu nepříznivých zdravotních následků pro žáky při užívání digitální učebnice. Podle provedeného výzkumu, který probíhal mezi učiteli, výsledky ukázaly, že využívání digitální učebnice způsobuje kritické zdravotní problémy z hlediska psychického zdraví. Povědomí a hodnocení nepříznivých zdravotních účinků u uživatelů digitální učebnice je důležitým prvním krokem k efektivní implementaci digitální učebnice na základních školách (Seomun et al., 2018).

9. Závěr

Výuka za pomoci pilotní testované verze interaktivní učebnice měla pozitivní vliv na úroveň žákovských znalostí o fotosyntéze vodních rostlin. Na základě provedených výzkumů lze konstatovat, že po seznámení žáků s interaktivní učebnicí se jejich povědomí o fotosyntéze vodních rostlin zvýšilo. Někteří si uvědomili, že tento proces probíhá nejen na zemi, ale i ve vodním prostředí. Problematika fotosyntézy patří i nadále k nejobtíženějšímu učivu ve výuce přírodopisu v základních školách. Jako důvod se jeví nejen absence tématu v učebnicích, ale i menší zdatnost a ochota samotných učitelů tuto látku žákům přiblížit a vysvětlit. I přes výrazný pozitivní vliv výuky za pomoci interaktivní učebnice na žákovské znalosti, oslovení učitelé základních škol neměli zájem využívat interaktivní učebnici změřenou na fotosyntézu ve svých vyučovacích hodinách. Jako důvod uváděli její přílišnou obsažnost a nedostatek času ve výuce.

Fotosyntéza je přírodní proces nezbytný pro život, proto by tato problematika neměla být opomíjena a žáci by měli být vedeni k pochopení její důležitosti pro život a fungování ekosystémů zejména v ekologických souvislostech. Měli by tedy pochopit, proč se o fotosyntéze mají učit. I samotní pedagogové by se měli této problematice věnovat a snažit se žákům toto téma v souvislostech vysvětlovat.

Bylo by jistě zajímavé dále srovnat výsledky šetření, které ukazuje tato práce, s výsledky šetření mezi žáky a učiteli středních škol.

10. Seznam literatury

Ahopelto, I., Mikkilä-Erdmann, M., Anto, E., Penttinen, M., (2011). Future elementary school teachers' conceptual change concerning photosynthesis. Scandinavian Journal of Educational Research, 55(5), 503-515.

Alibrahim, A., Alsadoon, E., (2022). Exploring intervention of e-textbook in schools: Teachers' perspectives. South African Journal of Education, 42(4), 1-16.

Ansari, A. A., Gill, S. S., Khan, F. A., (2011). Eutrophication: threat to aquatic ecosystems. Eutrophication: causes, consequences and control, 143-170.

Anwar, K., Ali, R., Qadeer, A., Zada, K., (2022). Exploring Students' Misconceptions and their Causes in Photosynthesis and Respiration: A Case Study of a Private Sector School of Sukkur, Sindh, Pakistan. Sukkur IBA Journal of Educational Sciences and Technologies, 2(2), 11-25.

Avnimelech, Y., Ritvo, G., (2003). Shrimp and fish pond soils: processes and management. Aquaculture, 220(1-4), 549-567.

Boháčová, N., (2023). Fotosyntéza terestrických rostlin jako téma na 2. stupni základních škol. Bakalářská práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Pedagogická fakulta. Katedra biologie. České Budějovice.

Bornette, G., Puijalon, S., (2011). Response of aquatic plants to abiotic factors: a review. Aquatic sciences, 73, 1-14.

Brčáková, T., (2022). Moderní experiment jako cesta k inovaci a odstranění miskoncepcí ve výuce fotosyntézy na základních školách. Diplomová práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. České Budějovice.

Brown, M. H., Schwartz, R. S., (2009). Connecting photosynthesis and cellular respiration: Preservice teachers' conceptions. Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching, 46(7), 791-812.

Cupáková, M., (2010). Interaktivní tabule ve výuce zeměpisu na základní škole. Bakalářská práce. Brno. Masarykova Univerzita.

Dobrouka, J., L., Cílek, V., Hasch, F., a Storchová, Z., (2016). Přírodopis 6: Pro 6. ročník základní školy. 3. Praha: Scientia. ISBN 978-80-86960-59-3

Duras, J., (2015). Rybníky – co všechno umí a k čemu jsou dobré. Veronica. Časopis pro ochranu přírody a krajiny. Roč. 2015, č.2, s. 4-7. Dostupné z: http://www.casopisveronica.cz/clanek.php?id=1214

Eisen, Y., Stavy, R. (1988). Students' understanding of photosynthesis. The American Biology Teacher, 50(4), 208-212.

Eisen, Y., Stavy, R., (1993). How to make the learning of photosynthesis more relevant. International Journal of Science Education, 15(2), 117-125.

Evans, J. R., (2013). Improving photosynthesis. Plant physiology, 162(4), 1780-1793.

Fořt, L., (2011). Interaktivní učebnice pro výuku anglického jazyka na základní škole. Bakalářská práce. Technická univerzita v Liberci. Fakulta přírodovědně-humanitní a pedagogická.

Haslam, F., & Treagust, D. F. (1987). Diagnosing secondary students' misconceptions of photosynthesis and respiration in plants using a two-tier multiple choice instrument. Journal of biological education, 21(3), 203-211.

Hershey, D.R. (2005). Avoid misconceptions when teaching about plants. California Journal of Science Education 5 (2), 69 - 84

Holec, J., (2020). Možnosti uplatnění digitálních technologií ve výuce přírodopisu. Metodický portál RVP ZV. Dostupné z: https://clanky.rvp.cz/clanek/c/Z/22430/moznosti-uplatneni-digitalnich-technologii-ve-vyuce-prirodopisu.html

Hummelová, S., (2017). Chemismus a fyzikální parametry rybníků během hydrologického roku. Bakalářská práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Fakulta rybářství a ochrany vod. Ústav akvakultury a ochrany vod.

Chai, W. S., Chew, C. H., Munawaroh, H. S. H., Ashokkumar, V., Cheng, C. K., Park, Y. K., Show, P. L., (2021). Microalgae and ammonia: a review on inter-relationship. Fuel, 303, 121303.

Chislock, M. F., Doster, E., Zitomer, R. A., Wilson, A. E., (2013). Eutrophication: causes, consequences, and controls in aquatic ecosystems. Nature Education Knowledge, 4(4), 10.

Jelínková, L., (2013). Monitoring stavu výuky ekologie na základních školách ČR. Bakalářská práce. Pedagogická fakulta JU. České Budějovice. 60 s.

Jeníšová, K., (2022). vliv eutrofizace a zákalu na ryby v říčnícm prostředí. Diplomová práce. Univerzita Karlova. Přírodovědecká fakulta. Praha.

Jenkinson, J., (2018). Molecular biology meets the learning sciences: Visualizations in education and outreach. Journal of molecular biology, 430(21), 4013-4027.

Kafková, M., (2010). Interaktivní metody ve výuce matematiky. Disertační práce. Masarykova univerzita. Přírodovědecká fakulta. Brno.

Karolčík, Š., Marková, M., (2023), "Jak učitelé vnímají inovace ve vzdělávání", Journal of Research in Innovative Teaching & Learning , Vol. předtisk č. předtisk. Dostupné z:https://doi.org/10.1108/JRIT-04-2023-0039

Keleş, E., Kefeli, P., (2010). Determination of student misconceptions in “photosynthesis and respiration” unit and correcting them with the help of cai material. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 2(2), 3111-3118.

Kocáb, M., (2020). Enviromentální výchova ve výuce na druhém stupni základních škol pohledem učitelů a žáků. Pedagogická fakulta. Masarykova univerzita. Brno.

Komárek, F., (2024). Visualisierungen und bilder im deutschunterricht. Dostupné z: https://www.goethecentrum.cz/cs/novinka/vizualizace-ve-vyuce/

Köse, S., Uşak, M., (2006). Photosynthesis and Respiration in Plants. Internatinal Journal of Environmental and Science Education. Pamikkale. Turkey.

Köse, S., Uşak, M., (2006). Determination of Prospective Science Teachers' Misconceptions: Photosynthesis and Respiration in Plants. International Journal of Environmental and Science Education, 1(1), pp. 25-52.

Lee, S., Lee, J. H., Jeong, Y., (2023). The effects of digital textbooks on students' academic performance, academic interest, and learning skills. Journal of Marketing Research, 60(4), 792-811.

Leskovcová, M., (2007). Ekologické aplikace ve skleníku se solárními rastry. Bakalářská práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Zemědělská fakulta. Katedra Agroekologie.

Lin, Y. C., Liu, T. C., Kinshuk., (2015). Research on teachers' needs when using e-textbooks in teaching. Smart Learning Environments, 2, 1-17.

Loužecká, I., (2015). Badatelská výuka a experimentování v přírodních vědách. Dostupné z: https://digifolio.rvp.cz/artefact/file/download.php?file=74240&view=11751

Maňák, J., & Knecht, P. (2007). Hodnocení učebnic. Paido.

Marmaroti, G., Galanopolou, N., (2011). A study of Greek pupils' understanding of the chemical aspects of photosynthesis. Dostupné z: https://repositoryedulll.ekt.gr/edulll/handle/10795/1346

Marmaroti, P., Galanopoulou, D. (2006). Pupils' understanding of photosynthesis: A questionnaire for the simultaneous assessment of all aspects. International Journal of Science Education, 28(4), 383-403.

Matoušová, P., (2021). Systematické a ekologické pojetí výuky přírodopisu. Diplomová práce. Univerzita Karlova. Pedagogická fakulta. Katedra biologie a environmentálních studií.

McClean, P., Johnson, C., Rogers, R., Daniels, L., Reber, J., Slator, B. M., White, A., (2005). Molecular and cellular biology animations: development and impact on student learning. Cell Biology Education, 4(2), 169-179.

Metodický portál RVP cz., (2024). Průřezové téma Enviromentální výchova. Dostupné z: https://digifolio.rvp.cz/view/view.php?id=10912

Middelboe, A. L., Sand-Jensen, K., & Krause-Jensen, D. (2003). Spatial and interannual variations with depth in eelgrass populations. Journal of experimental marine biology and ecology, 291(1), 1-15.

Mouchová, N., (2022). Testování žákovských znalostí o fotosyntéze vodních rostlin. Bakalářská práce. Pedagogická fakulta. Katedra biologie. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. České Budějovice.

Mustapha, A., Scientific, A., (2020). Importance of pH Control in Aquaculture. September 2019.

Náhlíková, B., (2010). Učebnice českého jazyka pro základní školy se zaměřením na interaktivní výuku: Analýza a možnosti využití vybraného média. Diplomová práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Pedagogická fakulta.

Naps, T., Cooper, S., Koldehofe, B., Leska, C., Rößling, G., Dann, W., McNally, M., (2003). Evaluating the educational impact of visualization. Acm sigcse bulletin, 35(4), 124-136.

O'Bannon, B. W., Skolits, G. J., Lubke, J. K. (2017). The influence of digital interactive textbook instruction on student learning preferences, outcomes, and motivation. Journal of Research on Technology in Education, 49(3-4), 103-116.

Ondrák, I, (2022). Funkce vodního ekosystému. Small Lake. Dostupné z: https://www.zahradnijezirka.net/clanek/28/funkce-vodniho-ekosystemu/.

Osborne, B. A., Raven, J. A., (1986). Light absorption by plants and its implications for photosynthesis. Biological Reviews, 61(1), 1-60.

Pamungkas, M. S. H., Saputro, S., Mulyani, S., (2019). Misconceptions on photosynthesis and plant respiration topics based on thinking styles. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 1241, No. 1, p. 012058). IOP Publishing.

Pavlátová, V. (2019). Dětská pojetí vybraných enviromentálních fenoménů u žáků 1. a 2. stupně ZŠ. Disertační práce. Univerzita Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem. Ústí nad Labem.

Pavlátová, V., Kroufek, R., (2018). Pohled učitelů na obtížnost vybraných environmentálních pojmů v učebnicích pro základní školy. Scientia in educatione, 9(2), 57-79.

Pedersen, O., Colmer, T. D., Sand-Jensen, K., (2013). Underwater photosynthesis of submerged plants–recent advances and methods. Frontiers in plant science, 4, 47242.

Pelouchová, R., (2010). Hodnocení didaktických aspektů vybraných školních učebnic. Diplomová práce. Univerzita Karlova v Praze. Fakulta přírodovědecká.

Pešková, K., (2018). Dnešní učebnice pohledem výzkumníků a studentů učitelství. Komenský. Roč. 143, č. 1, s. 25-30. ISSN 0323-0449

Podroužek, L., (2003). Didaktika prvouky a přírodovědy pro primární školu. 1.vydání. Dobrá Voda u Pelhřimova: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk. 156 s. ISBN 80 - 86473 -37-6.

Pokorny, J., Kvet, J., (2004). Aquatic plants and lake ecosystems. In: O´Sullivan & Reynolds, C. S. (Eds.), The lakes handbook (pp. 309-340). Vol. 1, Balckwell Science and Blackwell Publucation Malden. Dostupné z: https://doi.org/10.1002/9780470999271

Přibyl, K., (2021). Problematická místa učiva ekologie na základní škole z pohledu učitelů. Diplomová práce. Jihočeská Univerzita v Českých Budějovicích. Pedagogická fakulta.

Puchkova, E. B., Sorokoumova, E. A., Cherdymova, E. I., Temnova, L. V., (2021). Teachers' Perspectives on Digitalized Education and Deterrents to the Use of Digital Products in Educational Processes. Cypriot Journal of Educational Sciences, 16(5), 2677-2689.

Ray, A. M., Beardsley, P. M., (2008). Overcoming student misconceptions about photosynthesis: A model-and inquiry-based approach using aquatic plants. Science Activities, 45(1), 13-22.

Revize rámcových vzdělávacích programů, (2023). Přírodopis digitální technologie. Dostupné z: https://revize.edu.cz/clanky/prirodopis

Robinson, S. A., Russell, W. A., Netherwood, G. M. A., (2003). Photosynthesis in Silico: A multimedia CD-ROM combining animations, simulations and self-paced modules for photosynthesis education at all tertiary levels.

Rokos, L., (2023). Kritická místa kurikula ve výuce přírodopisu a biologie pohledem studentů učitelství. Arnica 13(1), 1–11. Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň, ISSN 1804-8366.

Rokos, L., Pokorná, V., Petr, J., (2019). Kritická místa ve výuce přírodovědy, přírodopisu a biologie. In A. Nohavová & I. Stuchlíková (Eds.), Kritická místa kurikula ve vybraných vzdělávacích oborech. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta.

Ryoo, K., Linn, M. C., (2012). Can dynamic visualizations improve middle school students' understanding of energy in photosynthesis? Journal of Research in Science Teaching, 49(2), 218-243.

Ryplová, R. R., Chmelová, Š., Vácha, P. Z., Matěj, M., Novák, M., Brčáková, T., (2023). Proč učit roli biomasy v trvale udržitelné krajině za pomoci digitálních technologií. Slovo úvodem, 1.

Ryplová, R., (2019). Možné příčiny „plant blindness“ v českém přírodovědném kurikulu. Praha. Conference. Mezinárodní konference DiDSci plus.

Ryplová, R., Pokorný, J., Borkovcová, M a kol., (2023). Biomasa v trvale udržitelné krajině – výuka fotosyntézy ve vodě a na souši k poznání úlohy rostlin v krajině pro základní školy – Metodika pro učitele. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. ISBN 978-80-7694-055-0

Ryplová, R., Reháková, J., (2011). Přínos badatelsky orientovaného vyučování (BOV) pro environmentální výchovu: Případová studie implementace BOV do výuky na ZŠ. Envigogika, 6(3).

Saka, A., (2019). Development of Preservice Biology Teachers' Skills in the Causal Process Concerning Photosynthesis. Journal of Education and Training Studies, 7(4), 51-62.

Sand-Jensen, K. A. J., (1989). Environmental variables and their effect on photosynthesis of aquatic plant communities. Aquatic Botany, 34(1-3), 5-25.

Seomun, G., Lee, Y., (2018). Potential Adverse Health Outcomes of Digital Textbook Use: Teachers' Perspectives. Research and Theory for Nursing Practice, 32(1), 9-22.

Shalgimbekova, K., Eremeeva, O., Pronkin, N. (2023). How the teacher's choice of e-textbook affects the primary school students' performance? Education and Information Technologies, 1-14.

Shatri, K., Buza, K., (2017). The use of visualization in teaching and learning process for developing critical thinking of students. European Journal of Social Science Education and Research, 4(1), 22-25.

Skribe Dimec, D., Strgar, J. (2017). Scientific conceptions of photosynthesis among primary school pupils and student teachers of biology. CEPS Journal, 7(1), 49-68.

Solcova, L., (2016). Interactive Textbook--A New Tool in Off-Line and On-Line Education. ERIC. 2016, roč. 15, č. 3, s. 15. ISSN EISSN-2146-7242.

Storch, D., Mihulka, S., (2000). Úvod do současné ekologie. Praha: Portál.

Sun, J., Flores, J., Tanguma, J., (2012). E-Textbooks and students' learning experiences. Decision Sciences Journal of Innovative Education, 10(1), 63-77.

Susanti, R., (2018). Misconception of biology education student of teacher training and education of Sriwijaya University to the concept of photosynthesis and respiration. In Journal of Physics: conference series (Vol. 1022, No. 1, p. 012056). IOP Publishing.

Švandová, K., (2014). Secondary School Students' Misconceptions about Photosynthesis and Plant Respiration: Preliminary Results. Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 10(1), 59-67. Dostupné z: https://doi.org/10.12973/eurasia.2014.1018a

Teplá, M., Klímová, H. (2015). Using Adobe Flash animations of electron transport chain to teach and learn biochemistry. Biochemistry and Molecular Biology Education, 43(4), 294-299.

Tkemaladze, G. S., Makhashvili, K. A., (2016). Climate changes and photosynthesis. Annals of agrarian science, 14(2), 119-126.

Tupý, J., Jeřábek, J. (2024). Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání: s přílohou upravující vzdělávání žáků s lehkým mentálním postižením. Praha. Výzkumný ústav pedagogický v Praze. 126, 92. ISBN 8087000021. 2005.

Vančugovienė, V., McMullen, J., Lehtinen, E., Södervik, I. (2023). Exploring individual differences in photosynthesis and respiration knowledge in the context of green plants. Journal of Biological Education, 1-20.

Vágnerová, P., Benediktová, L., Kout, J., (2018). Kritická místa ve výuce přírodopisu na ZŠ. Arnica 8, 1, 56–62. Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň. ISSN 1804-8366.

Vágnerová, P., Benediktova, L., Kout, J., (2019). Kritická místa ve výuce přírodopisu - jejich identifikace a příčiny. Arnica, 9(1), 39-50. Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň.

Vácha, R., (2013) Předpokládané znalosti z ekologie v učebnicích ZŠ. Bakalářská práce. Jihočeská Univerzita v Českých Budějovicích. Pedagogická fakulta.

Valáriková, L., (2020). Provázanost učiva přírodopisu a matematiky na 2.stupni základních škol. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci. Pedagogická fakulta. Katedra biologie. Olomouc.

Váňová, E., (2009). Prvky ekologické výchovy ve výuce žáků základních škol. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Fakulta humanitních studií. Ústav pedagogických věd.

Weng, C., Otanga, S., Weng, A., & Cox, J., (2018). Effects of interactivity in E-textbooks on 7th graders science learning and cognitive load. Computers & Education, 120, 172-184.

Wiley, J., Sarmento, D., Griffin, T. D., Hinze, S. R., (2017). Biology textbook graphics and their impact on expectations of understanding. Discourse Processes, 54(5-6), 463-478.

Zetková, I., (2017). Interaktivní tabule ve výuce na 2.stupni ZŠ. Diplomová práce. Olomouc. Univerzita Palackého v Olomouci.

Zhang, P., Grutters, B., Van Leeuwen, C. H., Xu, J., Petruzzella, A., Bakker, E. S., (2019). Effects of rising temperature on the growth, stoichiometry, and palatability of aquatic plants. Frontiers in Plant Science, 9, 413203.

11. Přílohy

Seznam příloh:

Příloha č.1: Dotazník pro žáky – pre test

Příloha č.2: Dotazník pro žáky – post test

Seznam obrázků:

Obrázek 1 Sloupcový graf zobrazující zhodnocení otázky první 35
Obrázek 2 Sloupcový graf zobrazující zhodnocení otázky druhé 36
Obrázek 3 Sloupcový graf zobrazující úspěšnost u otázky třetí 37
Obrázek 4 Sloupcový graf zobrazující úspěšnost u otázky čtvrté 38
Obrázek 5 Sloupcový graf zobrazující úspěšnost u otázky páté 39
Obrázek 6 Sloupcový graf zobrazující úspěšnost u otázky šesté 40
Obrázek 7 Sloupcový graf zobrazující úspěšnost u otázky sedmé 41
Obrázek 8 Sloupcový graf zobrazující úspěšnost u otázky osmé 42
Obrázek 9 Sloupcový graf zobrazující úspěšnost u otázky deváté 43
Obrázek 10 Sloupcový graf zobrazující úspěšnost u otázky desáté 44
Obrázek 11 Celkový souhrn úspěšnosti žáků v jednotlivých otázkách 45
Obrázek 12 Krabicový graf zobrazující výsledky názorů žáků 46
Obrázek 13 Krabicový graf zobrazující názory žáků 47

Seznam tabulek:

Tabulka 1 Počet dotazovaných žáků a učitelů základních škol – pre test a post test ... 33

Příloha č.1 Dotazník č.1 pro žáky – pre test

Dotazník k testování digitální učebnice fotosyntézy

Pohlaví ☐muž ☐ žena Věk: ……let

---

1. **Co je to rostlinná biomasa?**

2. **Odkud pochází energie, která je v biomase skryta, a jakým způsobem se do rostlin dostává?**

3. **Jaké látky vznikají při fotosyntéze?**

   ……

   ……

4. **Proč jsou rostliny označovány jako „producenti“?**

5. **Srovnej výživu rostlin a výživu živočichů – doplň následující věty:**

   Živočichové získávají organické látky ke svému růstu z

……

   Rostliny získávají organické látky ke svému růstu z

……

6. **Dýchají rostliny během celého dne nebo jen v určitých obdobích dne? (uvažuj den jako 24 hodin)**

   ……

7. **V létě se na mnoha vodních nádržích vytváří tzv. vodní květ. Zodpovězte otázky:**

   a) Jaké organismy tvoří vodní květ?
   b) Proč vzniká vodní květ?

      Odpověď:

a) Vodní květ tvoří……..

b) Proč vzniká vodní květ?

……

……

8. **Jaký význam mají řasy v rybníce?**

……

……

9. **Jak to, že ve vodě s nadbytkem živin mohou v létě některé vodní rostliny hynout hladem?**

……

……

10. **Proč ve vodě s nadbytkem živin mohou někdy v létě ryby hynout kvůli nedostatku kyslíku?**

……

……

Výzkum probíhá v rámci projektu TL 05000150: Biomasa v trvale udržitelné krajině: digitální platforma pro výuku fotosyntézy ve vodě a na souši k poznání úlohy rostlin v krajině

Projekt je řešen s podporou TAČR.

Příloha č.2 Dotazník č.2 pro žáky – post test

Dotazník k testování digitální učebnice fotosyntézy

Pohlaví ☐ muž ☐ žena Věk: ……let

1. **Co je to rostlinná biomasa?**

2. **Odkud pochází energie, která je v biomase skryta, a jakým způsobem se do rostlin dostává?**

3. **Jaké látky vznikají při fotosyntéze?**

……

……

4. **Proč jsou rostliny označovány jako „producenti“?**

5. **Srovnej výživu rostlin a výživu živočichů – doplň následující věty:**

   Živočichové získávají organické látky ke svému růstu z

……

   Rostliny získávají organické látky ke svému růstu z

……

6. **Dýchají rostliny během celého dne nebo jen v určitých obdobích dne? (uvažuj den jako 24 hodin)**

……

7. **V létě se na mnoha vodních nádržích vytváří tzv. vodní květ. Zodpovězte otázky:**

   a) Jaké organismy tvoří vodní květ?

   b) Proč vzniká vodní květ?

   Odpověď:

a) Vodní květ tvoří……

b) Proč vzniká vodní květ?

.....

.....

8. Jaký význam mají řasy v rybníce?

……

……

9. Jak to, že ve vodě s nadbytkem živin mohou v létě některé vodní rostliny hynout hladem?

……

……

10. Proč ve vodě s nadbytkem živin mohou někdy v létě ryby hynout kvůli nedostatku kyslíku?

……

……

11. Jak se ti líbila výuka o fotosyntéze pomocí interaktivní učebnice?

zaškrtni stupeň na stupnici, který nejlépe vyjadřuje Tvůj názor (známkuj jako ve škole, 1= velmi se mi líbila, 5= vůbec se mi nelíbila)

Velmi se mi líbila	1	2	3	4	5	Vůbec se mi nelíbila

12. Co se ti líbilo nejvíce?

……

13. Co se ti nelíbilo?

……..

14. Chtěl/a by ses podobným způsobem učit častěji?

zaškrtni stupeň na stupnici, který nejlépe vyjadřuje Tvůj názor (známkuj jako ve škole, 1= Ano, častěji, 5= Vůbec ne)

Určitě ano	1	2	3	4	5	Vůbec ne

Výzkum probíhá v rámci projektu TL 05000150: Biomasa v trvale udržitelné krajině: digitální platforma pro výuku fotosyntézy ve vodě a na souši k poznání úlohy rostlin v krajině

Projekt je řešen s podporou TAČR