



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

## Bakalářská práce

Sonda žákovských znalostí fotosyntézy  
suchozemských rostlin na 2. stupni ZŠ

Vypracoval: Štěpán Zástěra

Vedoucí práce: PhDr. Zbyněk Vácha, Ph.D.

České Budějovice 2022

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

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

V Českých Budějovicích dne 22. 4. 2022

.....

(Štěpán Zástěra)

## **Abstrakt**

Cílem této bakalářské práce je pomocí dotazníkového šetření zjistit znalosti o fotosyntéze u žáků na 2. stupni ZŠ. V literárním přehledu je popsána fotosyntéza a její fáze, její zařazení do RVP, výskyt fotosyntézy v učebnicích a miskoncepce žáků o fotosyntéze. Metodika popisuje dotazníky pro žáky i učitele, dále organizaci dotazování ve školách a vyhodnocení výsledků. Výsledková část obsahuje vyhodnocení vybraných otázek z dotazníku. Dotazníkového šetření se zúčastnilo 186 žáků z pěti základních škol.

Vyhodnocení dotazníků potvrzuje výskyt miskonceptů u žáků na téma fotosyntéza, které jsou zmíněny v literárním přehledu, v dotazovaných školách. Dále z dotazníku vyplývá, že žáci by ocenili jinou formu výuky botaniky v předmětu přírodopis (výuka s reálnými přírodninami, kvízy, laboratorními či terénními úlohami).

**Klíčová slova:** fotosyntéza, miskoncepce, výuka přírodopisu, žáci 2. stupně základní školy, dotazníkové šetření

## **Abstract**

The aim of this bachelor's thesis is to use a questionnaire survey to determine the bachelor's knowledge of photosynthesis of pupils at the 2nd grade of primary school. The literature review describes photosynthesis and its phases, its inclusion in the FEP, the occurrence of photosynthesis in textbooks and misconceptions of students about photosynthesis. The methodology describes questionnaires for students and teachers, as well as the organization of surveys in schools and evaluation of results. The final part contains an evaluation of selected questions from the questionnaire. There were 186 pupils from five primary schools who took part in the questionnaire survey.

The evaluation of the questionnaires confirms the occurrence of misconceptions among pupils regarding photosynthesis, which are mentioned in the literature review, at the interviewed schools. Furthermore, the questionnaire shows that students appreciated another form of teaching botany in the subject of biology (teaching with real natural products, quizzes, laboratory tasks).

**Key words:** photosynthesis, misconception, biology teaching, upper primary school students, questionnaire survey

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval vedoucímu své bakalářské práce PhDr. Zbyňku Váchovi, Ph.D. za odborné vedení práce, trpělivost, ochotu a cenné rady, které mi udílel. Dále bych rád poděkoval ředitelům, učitelům a hlavně všem žákům základních škol, ve kterých probíhalo dotazníkové šetření.

## Obsah

1	Úvod.....	1
2	Literární přehled .....	2
2.1	Základní informace o fotosyntéze.....	2
2.1.1	Fotosyntetické struktury .....	2
2.1.2	Fotosystémy .....	3
2.1.3	Světelná fáze .....	4
2.1.4	Temnostní fáze.....	6
2.2	Rámový vzdělávací program (RVP) .....	7
2.2.1	Biologické učivo v RVP .....	9
2.2.2	Téma fotosyntéza v RVP ZV.....	9
2.3	Fotosyntéza v učebnicích přírodopisu pro ZŠ.....	10
2.4	Prekoncepce a miskoncepce žáků o fotosyntéze.....	12
3	Materiál a metody .....	17
3.1	Dotazník pro žáky základních škol .....	17
3.2	Dotazník pro učitele základních škol .....	17
3.3	Průběh a organizace testování .....	17
3.4	Vyhodnocování dotazníků .....	18
4	Výsledky .....	19
4.1	Dotazník pro žáky základních škol .....	19
4.2	Dotazník pro učitele základních škol .....	39
5	Diskuze .....	45
6	Závěr .....	49
7	Seznam literatury .....	50
8	Seznam obrázků.....	53
9	Přílohy.....	56

## **Seznam zkratek**

ADP - adenosindifosfát

ATP - adenosintrifosfát

CO<sub>2</sub> – oxid uhličitý

ČR – Česká republika

NADPH – nikotinamidadeninukleotidfosfát

PF JČU – Pedagogická fakulta Jihočeské univerzity

RUBISCO – ribulosa-1,5-bisfosfátkarboxyláza/oxygenáza

RVP – rámcový vzdělávací program

RVP G - rámcový vzdělávací program pro gymnázia

RVP PV – rámcový vzdělávací program pro předškolní vzdělávání

RVP SOV - rámcový vzdělávací program pro střední odborné vzdělávání

RVP ZV – rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání

ŠVP – školní vzdělávací program

UV - ultrafialový

ZŠ – základní škola

# 1 Úvod

Soustavným organizovaným studiem fotosyntézy se zabývají odborníci po celém světě od 18. století. Ovšem zdrojem živin pro rostliny se lidstvo zabývá již od doby Aristotela v antickém Řecku. Fotosyntéza je jedním z nejdůležitějších procesů na naší planetě, jelikož ovlivňuje všechny živé organismy na Zemi. Fotosyntetizující organismy jsou na začátku potravních řetězců, jelikož přeměňují anorganické sloučeniny a dokáží z nich vytvořit energii chemických vazeb. Odpadním produktem fotosyntézy je kyslík uvolňující se do atmosféry. Fotosyntéza produkcí kyslíku velmi změnila chemické složení atmosféry. Díky kyslíku vznikla ozonová vrstva, která nás chrání před UV zářením (Ryplová, 2014).

I přesto, jak je fotosyntéza důležitá pro všechny živé organismy, o ní žáci nemají příliš mnoho informací nebo o fotosyntéze mají mylné myšlenky či představy (miskoncepce). O fotosyntéze se žáci dozvídají v různých fázích vzdělávání. To může být důvodem, proč mají žáci problém učivo pochopit, jelikož se v raných fázích vzdělávání pro žáky zjednodušuje. Dalším důvodem může být neoblíbenost výuky botaniky, která obsahuje na 2. stupni ZŠ i výuku fyziologie rostlin (fotosyntéza a dýchání).

Literární přehled je věnován popisu a vysvětlení fotosyntézy jako přírodního procesu. Popsány jsou fotosyntetické struktury, fotosystémy a fáze fotosyntézy. Další část popisuje zařazení fotosyntézy do výuky přírodopisu na ZŠ a do RVP ZV. Následující část literárního přehledu je věnována výskytu učiva fotosyntézy v ediční řadě učebnic pro ZŠ. Poslední část pojednává o problematice výuky fotosyntézy a vzniku mylných představ žáků (miskoncepce). Je zde představeno mnoho konkrétních příkladů miskonceptů, které se vyskytují ve výuce na školách v Česku i v zahraničí.

Hlavním cílem této bakalářské práce je zjištění znalostí o fotosyntéze v 9. třídách ZŠ. Tato bakalářská práce je součástí dlouhodobého projektu *TL 05000150: Biomasa v trvale udržitelné krajině: digitální platforma pro výuku fotosyntézy ve vodě a na souši k poznání úlohy rostlin v krajině*, jehož výsledkem bude digitální výuková aplikace pro zjednodušení výuky fotosyntézy na ZŠ. Dalším cílem bylo zjištění názorů učitelů přírodopisu na náročnost a formu výuky fotosyntézy na ZŠ.



## 2 Literární přehled

### 2.1 Základní informace o fotosyntéze

Fotosyntéza je proces přeměny energie slunečního záření na energii chemických vazeb. Uvedený proces je považován z hlediska existence života na Zemi za nejdůležitější, jelikož dochází k syntéze organických látek. Tyto látky potřebují heterotrofní organismy pro svou výživu. Dále se do ovzduší uvolňuje kyslík, čímž se udržuje příznivé prostředí pro život (Šebánek, 1983). Organismy schopné využít fotosyntézu pro svou výživu se nazývají fotoautotrofní (Procházka, 1998). Fotosyntetizující rostliny napomáhají zpomalovat růst CO<sub>2</sub> v zemské atmosféře (Ryplová, 2014).

Fotosyntéza je proces, který můžeme rozdělit na dvě fáze – světlá (světelná) a temná (temnostní). Tyto fáze se dějí samostatně, ale zároveň na sebe navazují (Vodrážka, 1993).

#### 2.1.1 Fotosyntetické struktury

##### 2.1.1.1 List

Specializovaný rostlinný orgán určený k fotosyntéze je list. I přes to však může fotosyntéza probíhat i v jiných částech těla vyšších rostlin, například v zelené kůře (Tomášková & Kubásek, 2016). List je velmi zploštělý útvar, přizpůsobený k maximálnímu vstřebávání slunečního záření a minimalizaci délky transportních drah. Tyto dráhy umožňují výměnu plynů mezi vnitřním prostředím listu a okolní atmosférou. Typická tloušťka listu je 0,2mm (Luštinec & Žárský, 2005).

##### 2.1.1.2 Chloroplast

Chloroplast je oválná buněčná organela, která obsahuje fotosyntetické pigmenty. Na povrchu má dvě membrány, které obalují stroma (bílkovinná hmota), (Šebánek, 1983). Uvnitř dále nalezneme tylakoidy, měchýřkovité útvary s vlastní membránou. Tato membrána ohraničuje vnitřní prostor, který se nazývá lumen. Tylakoidy se na sebe skládají a vytváří grana. Ne všechny tylakoidy však grana vytváří, můžeme nalézt

tylakoidy volně ležící ve stromatu (Ryplová, 2014). Primární fáze fotosyntézy probíhá právě v tylakoidech (Luštinec & Žárský, 2005).

### 2.1.1.3 Fotosyntetické pigmenty

Nejdůležitějšími barvivy rostlin jsou chlorofyly. Známe 7 typů: chlorofyl a, b, c, d, e a dva chlorofyly bakterií – bakteriochlorofyl a bakterioviridin. Chlorofyly a, b nalezneme ve všech fotosyntetizujících organismech, kromě bakterií. Jejich poměr je 3:1, ovšem může se měnit. Pigmenty se neustále obnovují, jelikož v průběhu fotosyntézy dochází k jejich opotřebení (Šebánek, 1983).

Denní světlo dopadající na listy má vlnovou délku 400 – 700 nm. Chlorofyl a, b absorbují modrofialovou a červenou část světelného spektra, zelenou část světla listy odráží, a proto vidíme listy zeleně (Kincl & Krpeš, 2006).

Dalšími pigmenty v chloroplastu jsou karotenoidy. Tyto pigmenty mají žlutooranžové až žlutozelené zbarvení. Karotenoidy pohlcují energii, kterou usměrňují na chlorofyly, kde se využije (Šebánek, 1983). Tato energie odpovídá vlnové délce světla 480 – 570 nm, kterou chlorofyly nejsou schopny zachytit, jelikož ji odrážejí (zelená část světelného spektra). Další významnou funkcí je ochrana chlorofylu proti fotooxidaci tím, že zachycují přebytečnou energii a mění ji na teplo (Kincl & Krpeš, 2006).

### 2.1.2 Fotosystémy

Vysoce organizované komplexy proteinů, které se nacházejí v tylakoidní membráně, se nazývají fotosystémy. Ve fotosystémech se vyskytují fotosyntetické pigmenty (Tomášková & Kubásek, 2016).

Procházka (2003) uvádí, že tyto systémy spolu mohou vzájemně kooperovat, ale jsou schopné fungovat i samostatně. Rozlišujeme čtyři hlavní skupiny těchto komplexů: fotosystém I, fotosystém II, cytochromový komplex (cyt b<sup>6</sup> – cyt f) a ATP-syntázu.

Fotosystémy I a II obsahují vždy reakční centrum, ve kterém se nachází jedna molekula chlorofylu a. Chlorofyl ve fotosystému I pohlcuje maximální množství světelné energie při vlnové délce 700nm. Právě proto se fotosystém I označuje P700. Oproti tomu molekula chlorofylu a ve fotosystému II nejlépe vstřebává světlo vlnové délky 680 nm,

a proto se označuje P680. Dále mají fotosystémy speciální světlosběrné komplexy, kterým se říká antény. Tyto antény jsou tvořeny z chlorofylů a karotenoidů a jsou uzpůsobeny k maximálnímu předání přijaté světelné energie do reakčního centra (Ryplová, 2014).

Cytochromový komplex obsahuje čtyři proteiny. Jeho hlavním úkolem je přenos elektronů z fotosystému II do fotosystému I. Komplex je rozmístěn téměř pravidelně po celé membráně tylakoidů (Procházka, 2003).

Procházka (2003) také uvádí, že ATP-syntáza se skládá z devíti polypeptidů. Tento komplex zajišťuje tvorbu ATP z ADP pomocí přesunu protonů z tylakoidního lumenu do stromatu.

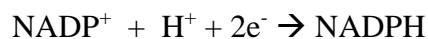
### 2.1.3 Světelná fáze

Světelná fáze fotosyntézy začíná pohlcením fotonů slunečního záření. Zachycení fotonů probíhá na anténách fotosystémů I a II. Díky slunečnímu záření se elektron z chlorofylu dostane do hladiny o vyšší energii. Tuto energii poté elektron odevzdává v cyklickém či necyklickém transportu elektronů (Vodrážka, 1993).

#### 2.1.3.1 Necyklický transport elektronů

Excitovaný elektron z fotosystému II je odevzdán přes feofytin, plastochinony, cytochromový komplex a plastocyanin do reakčního centra fotosystému I, kde zaujme místo excitovaného elektronu fotosystému I (Ryplová, 2014).

Fotosystém I předává podle Vodrážky (1993) excitovaný elektron proteinu ferredoxin. Po přijetí elektronu se ferredoxin stává redukovaný a předává elektrony pomocí proteinu na  $\text{NADP}^+$ , ze kterého vzniká NADPH. Reakci vyjadřuje tato rovnice:

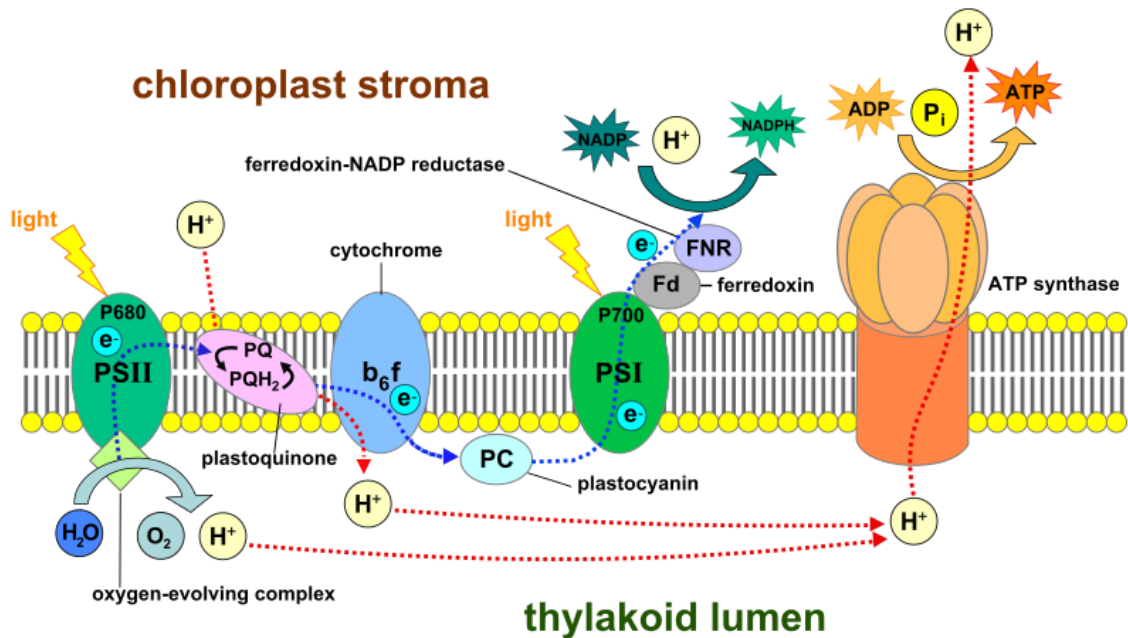


Protony pro vznik NADPH vznikly tzv. fotolýzou vody (Hillova reakce).



K fotolýze vody dochází ve fotosystému II. Ryplová (2014) uvádí, že elektrony chybějící ve fotosystému II jsou doplněny z fotolýzy vody.

Necyklický transport elektronů je znázorněn modrými šipkami na obr. 1.

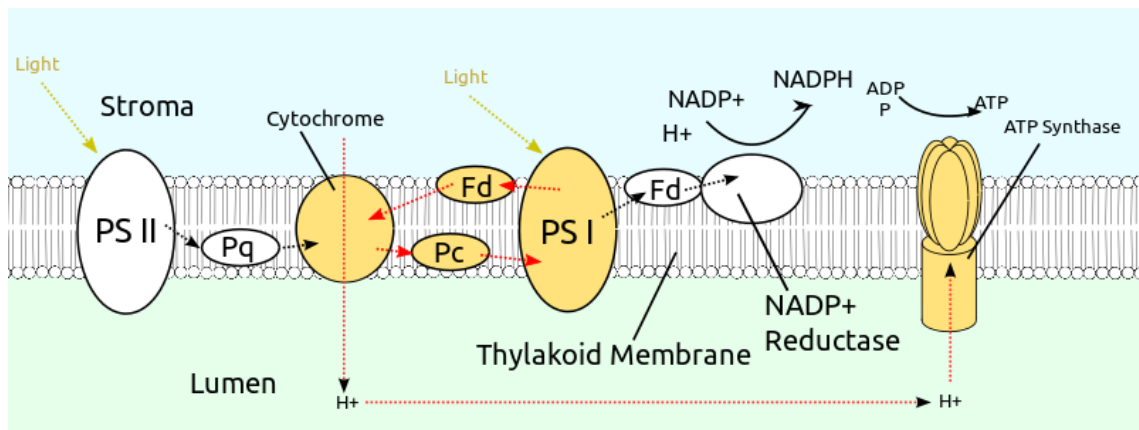


Obr. 1 Necyklický transport elektronů (Anonym, 2019)

### 2.1.3.2 Cyklický transport elektronů

Cyklický transport elektronů probíhá pouze ve fotosystému I (Ryplová, 2014).

Vybuzený elektron z fotosystému I cestuje přes ferredoxin, cytochrom  $b_6$  a cytochrom  $f$  zpět do fotosystému I (Obr. 2) (Šebánek, 1983). Jak zmiňuje Špička (2004), při tomto pohybu předává svou energii, která je využita na přenos iontů  $H^+$  membránou. Díky přenosu vzniká membránový gradient, který se využívá na tvorbu ATP (Ryplová, 2014).



Obr. 2 Cyklický transport elektronů (Anonym, 2019)

### 2.1.3.3 Fotofosforylace

Probíhá v enzymovém komplexu ATP-syntáza. ATP vzniká díky navázání fosfátu na molekulu ADP (obr. 2). ATP-syntáza je poháněna membránovým gradientem způsobeným cyklickým transportem elektronů. Díky pohonu ATP-syntázy klesá membránový gradient na obou stranách tylakoidní membrány (Klouda, 2005).

### 2.1.4 Temnostní fáze

Produkty světelné fáze fotosyntézy, NADPH a ATP, jsou spotřebovány v temnostní fázi fotosyntézy k syntéze uhlíkatých struktur (Klouda, 2005). Tento soubor reakcí se díky svému objeviteli M. Calvinovi nazývá Calvinův cyklus (Procházka, 1998).

Calvinův cyklus najdeme u fixace  $\text{CO}_2$  většiny rostlin. Těmto rostlinám se říká  $\text{C}_3$ -rostliny. Jmenují se podle toho, že první stabilní sloučenina Calvinova cyklu je 3uhlíkatá molekula (3-fosfoglycerát) (Vodrážka, 1993). Klouda (2005) rozděluje Calvinův cyklus do tří částí jdoucích za sebou – fixace  $\text{CO}_2$ , redukční fáze a regenerační fáze.

K přeměně z nereaktivní molekuly  $\text{CO}_2$  na aktivovanou formu dochází při fixaci  $\text{CO}_2$ . Tuto reakci katalyzuje RUBISCO (Vodrážka, 1993). Dochází k připojení karboxylové skupiny na pětiuhlíkatý sacharid. Díky této reakci vzniká nestabilní šestiuhlíkový produkt, který se ihned dělí na dvě molekuly 3-fosfoglycerátu (Klouda, 2005).

V redukční fázi se spotřebovává ATP a NADPH ze světelné fáze. Díky tomu se redukuje 3-fosfoglycerát a vzniká glyceraldehyd-3-fosfát. Část triod je transportována přes chloroplastovou membránu do cytosolu, kde se mění na fruktosa-1,6-bisfosfát. Po odloučení fosforylové skupiny a následné izomeraci (změna struktury látky) vzniká glukóza-6-fosfát (Vodrážka, 1993).

V regenerační fázi dochází k přeměně ribulóza-5-fosfátu na ribulóza-1,5-bisfosfátu za spotřeby molekuly ATP. Ribulóza-1,5-bisfosfát slouží jako další příjemce CO<sub>2</sub> (Procházka, 2003).

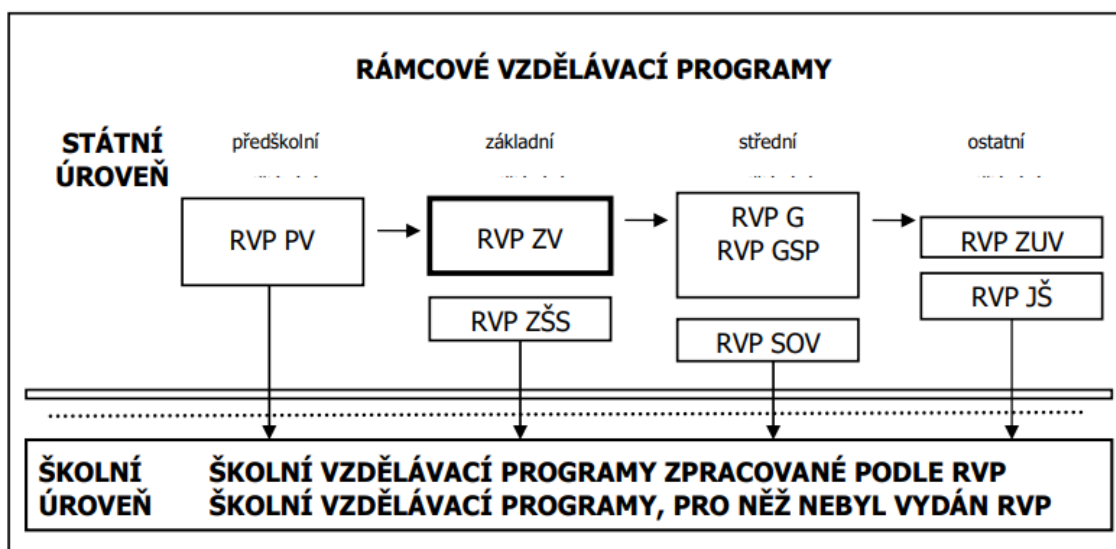
Fotorespirace je tvorba CO<sub>2</sub> rostlinami jinak než dýcháním. Tento děj je způsoben druhou aktivitou RUBISCA. Při vysoké koncentraci kyslíku může nad fotosyntézou převládat a dokonce snižovat její výtěžek. Zároveň se však ukazuje, že má ochrannou funkci fotosyntézy (Špička, 2004).

Jiným způsobem fixace CO<sub>2</sub> je Hatch-Slackův cyklus - C<sub>4</sub> rostliny. Zástupci využívající tuto metodu jsou například kukuřice, proso, cukrová třtina. Tyto rostliny jsou produktivní hlavně při dostatku slunečního záření (Tomášková & Kubásek, 2016). Jak uvádí Vodrážka (1993), pro C<sub>4</sub> rostliny je meziproduktem malát se sumárním vzorcem (C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>O<sub>5</sub>). Jelikož jde o čtyřuhlíkatou sloučeninu, rostliny se nazývají C<sub>4</sub>.

Rostliny CAM, poslední možnost fixace CO<sub>2</sub>, přijímají CO<sub>2</sub> pomocí průduchů hlavně v noci. Jelikož jde o sukulentní zástupce, přes den jsou jejich průduchy uzavřeny, aby jim nehrozilo vyschnutí. V organismu se díky příjmu CO<sub>2</sub> tvoří kyselina jablečná, ze které poté rostlina čerpá CO<sub>2</sub> (Tomášková & Kubásek, 2016).

## **2.2 Rámový vzdělávací program (RVP)**

Rámcový vzdělávací program patří mezi vzdělávací (kurikulární) dokumenty. Vzdělávací dokumenty můžeme dělit na dokumenty státní a dokumenty školní. RVP se řadí mezi kurikulární dokumenty státní. Jelikož je české školství děleno do více stupňů vzdělávání, je pro každý tento stupeň vytvořen samostatný RVP (Obr. 3). V RVP je popsáno vzdělávání žáků od tří do devatenácti let. (Vališová et al., 2011).



Legenda: RVP PV – Rámcový vzdělávací program pro předškolní vzdělávání; RVP ZV – Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání; RVP ZŠS – Rámcový vzdělávací program pro obor vzdělání základní škola speciální; RVP G – Rámcový vzdělávací program pro gymnázia; RVP GSP – Rámcový vzdělávací program pro gymnázia se sportovní přípravou; RVP DG – Rámcový vzdělávací program pro dvojязыčná gymnázia; RVP SOV – Rámcové vzdělávací programy pro střední odborné vzdělávání; RVP ZUV – Rámcový vzdělávací program pro základní umělecké vzdělávání; RVP JŠ – Rámcový vzdělávací program pro jazykové školy s právem státní jazykové zkoušky

*Obr. 3 Schéma kurikulárních dokumentů (Faltýn, 2021a)*

RVP ZV uvádí pojetí a cíle základního vzdělávání, klíčové kompetence, vzdělávací oblasti, průřezová témata, rámcový učební plán, vzdělávání žáků se speciálními potřebami a žáků nadaných a mimořádně nadaných atd. (Faltýn, 2021a).

Vzdělávací oblasti RVP ZV Faltýn (2021a) rozděluje na Jazyk a jazykovou komunikaci, Matematiku a její aplikaci, Informatiku, Člověk a jeho svět, Člověk a společnost, Člověk a příroda, Umění a kultura, Člověk a jeho zdraví, Člověk a svět práce a Doplňující vzdělávací obory.

Na rozdíl od státní úrovně kurikulárních dokumentů (RVP) udávající přesné informace, které tvoří základ vzdělávání, nabízí školní úroveň větší variabilitu. Každá škola si vytváří svůj vlastní Školní vzdělávací program (ŠVP), na kterém se podílejí pedagogové dané školy. To znamená, že látka probíraná na školách se může mírně lišit v mezích daných RVP (Vališová et al., 2011).

V lednu roku 2021 vyšla upravená verze RVP ZV, ve které se změnila především výuka informatiky. Tato změna se však týkala například i výuky v oblasti Člověk a příroda, kde došlo ke snížení časové dotace výuky za týden (Faltýn, 2021b).

### **2.2.1 Biologické učivo v RVP**

Studiem živé i neživé přírody prochází člověk celým procesem vzdělávání, které začíná již v předškolním vzdělávání (RVP PV). Poté jsou biologická témata zpracována v RVP ZV. Již na prvním stupni se žáci setkávají se studiem přírody v prvouce (1. – 3. ročník), dále v přírodovědě (4. – 5. ročník). Na druhém stupni se název předmětu mění na přírodopis. Na středních školách již žáci studují biologii a geologii (RVP G, RVP SOV) (Pavlasová, 2014).

### **2.2.2 Téma fotosyntéza v RVP ZV**

Téma fotosyntéza se v RVP ZV objevuje pouze ve vzdělávací oblasti Člověk a příroda. V této vzdělávací oblasti žák poznává přírodu jako systém, její vzájemné působení, ovlivňování a působení. Vzdělávací oblast Člověk a příroda je rozdělena do čtyř vzdělávacích oborů. Těmito obory jsou fyzika, chemie, přírodopis a zeměpis (Faltýn, 2021a).

Výuka fotosyntézy probíhá na ZŠ dle RVP pouze ve vzdělávacím oboru přírodopis, přesněji při výuce biologie rostlin. Žák je po absolvování výuky biologie rostlin schopný vysvětlit princip základních rostlinných fyziologických procesů a jejich využití při pěstování rostlin. Učivo pro očekávaný výstup na téma fyziologie rostlin by mělo obsahovat základní principy fotosyntézy, dýchání, růstu a rozmnožování.

Úprava RVP ZV výrazně zasáhla do výuky fotosyntézy, jak můžeme vidět v RVP ZV s vyznačenými změnami. Ve výuce přírodopisu zůstala fotosyntéza beze změn, ovšem výuka fotosyntézy ve vzdělávací oboru chemie byla zcela vyjmuta. V předchozím vydání RVP ZV z roku 2017 se žáci s fotosyntézou setkali při výuce chemie organických sloučenin. Žáci byli poté schopni orientovat se ve výchozích látkách a produktech fotosyntézy, dále dokázali určit podmínky postačující pro aktivní fotosyntézu. Nyní se již tedy žáci s fotosyntézou ve výuce chemie nemusí setkat, záleží pouze na ŠVP každé školy (Faltýn, 2021b).



## 2.3 Fotosyntéza v učebnicích přírodopisu pro ZŠ

Pro zhodnocení učebnic z hlediska výskytu fotosyntetické tematiky byla vybrána ediční řada učebnic přírodopisu od nakladatelství Scientia. Tato ediční řada se skládá ze čtyř učebnic, každá patří jednomu ročníku druhého stupně ZŠ. V učebnicích bylo hleděno nato, kde se tematika fotosyntézy vyskytuje, v kontextu jakého učiva je fotosyntéza uvedena, jak je popsána a také jaké jsou v učebnici obrázky k lepšímu představení pro žáky.

První díl této ediční řady s názvem Přírodopis I pro 6. ročník základní školy popisuje Zemi, její vznik, vývoj, vznik života na Zemi, dále bakterie, houby, řasy a prvoky. Z živočišného světa učebnice představuje bezobratlé živočichy. Poslední část obsahuje laboratorní práce a úkoly (Dobroruka et al., 2016a).

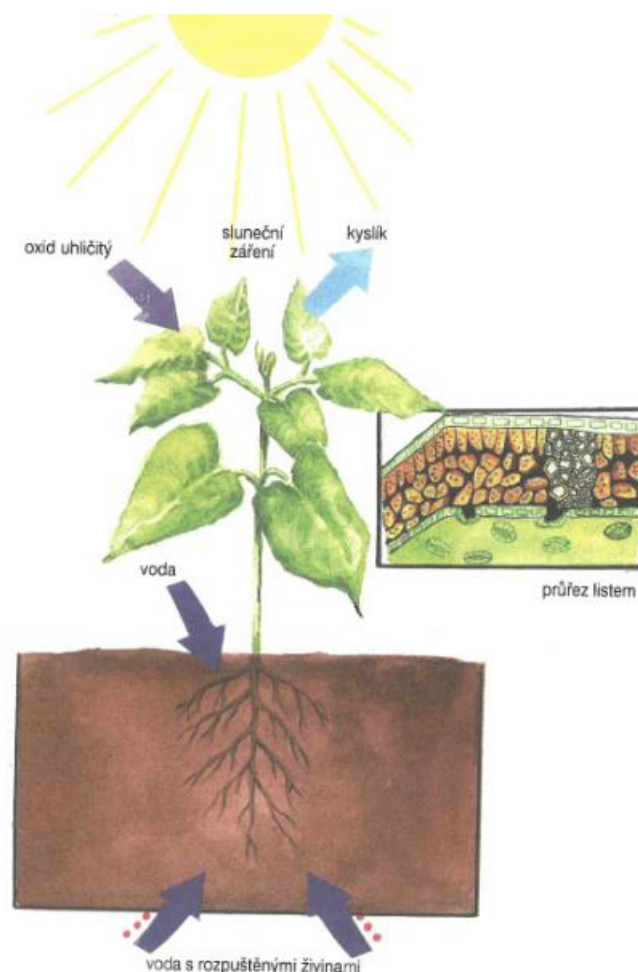
Ve druhém díle pojmenovaném Přírodopis II zobrazují autoři z živočišného světa strunatce včetně obratlovců, ovšem vynechávají savce. Z botanické části jsou čtenářům představeny nižší rostliny, stavba rostlinného těla vyšších rostlin, dále nahosemenné rostliny, krytosemenné jednoděložné a dvouděložné. Poslední teoretické téma se věnuje využitím rostlin člověkem. Závěr učebnice je opět věnován úkolům a laboratorním pracím (Dobroruka et al., 2016b).

Přírodopis III, učebnice pro 8. ročník ZŠ, je věnován savcům, jejich chování a zástupcům, vývoji člověka, stavbě a funkci lidského těla (orgánové soustavy) a člověku a zdraví (zdravý životní styl, návykové látky...) (Dobroruka, 2010).

V posledním díle série těchto učebnic Přírodopis IV se Cílek a kol., (2000) věnují vzniku světa, stavbě Země, geologickým procesům, horninám a minerálům. Dále je v učebnici zmíněna historie Země. V této části se autoři věnují vývoji života, etapám Země (prvohory, druhohory...) či koloběhu hmoty a prvků. Poslední část učebnice tvoří kapitola o vlivu člověka na naši planetu a dále učebnice popisuje obaly Země, tvorbu krajiny a přírodní katastrofy.

Z výčtu obsahů jednotlivých učebnic nakladatelství Scientia je zřejmé, že se fotosyntéza neobjevuje ve všech dílech učebnic přírodopisu. Fotosyntéza je zmíněna v učebnicích Přírodopis I a Přírodopis II. Přírodopis III a Přírodopis IV problematiku fotosyntézy neřeší, a proto jejich hodnocení z hlediska výskytu provedena nebyla.

Poprvé se žáci v učebnicích od nakladatelství Scientia setkají s fotosyntézou v učebnici pro 6. třídu Přírodopis I. Fotosyntéza je zmíněna na straně 14 v kapitole 4 s názvem Vznik a vývoj atmosféry. V této kapitole autoři popisují vznik naší atmosféry s kyslíkem. Hlavním důvodem je právě fotosyntéza, jelikož mikroorganismy potřebovaly zdroj energie, kterým se stalo světlo. Dále je popsáno, kdo může fotosyntetizovat (buňky s chlorofylem), co k tomu potřebují (vodu a  $\text{CO}_2$ ) a proč fotosyntetizují. Ke konci kapitoly je správně uvedeno, že kyslík je přebytečný a uvolňuje se do atmosféry. Na straně 14 se dále nachází obrázek fotosyntetizující rostliny v půdě (viz obr. 4). Šípkami se autoři v obrázku snaží ukázat, které látky do fotosyntézy vstupují a které látky z ní vystupují. Obrázek je vcelku výstižný, ovšem chybí zde znázornit cukr, nejdůležitější látka fotosyntézy. Pro žáky může být tento obrázek bez znázornění cukru matoucí. Jako výchozí látka je znázorněn pouze kyslík a to by žáky mohlo vést k myšlence, že fotosyntéza se děje právě pouze kvůli produkci kyslíky (Dobroruka et al., 2016a).



Obr. 4 Fotosyntetizující rostlina v půdě (Dobroruka et al., 2016a)

Podruhé se fotosyntéza objevuje ve stejné učebnici v kapitole 14 – Uvnitř buňky na straně 35. V této kapitole se autoři věnují rozdílu živočišné a rostlinné buňky. Právě u rostlinné buňky autoři zmiňují chloroplasty obsahující chlorofyl, které jsou schopné provádět fotosyntézu. Dále však fotosyntéza není popsána a autoři se odkazují na kapitolu 4. Na straně 35 je velká tabulka s částmi buněk. V této tabulce je fotosyntéza zmíněna opět u chloroplastů. Autoři zdůrazňují, že chloroplasty jsou obsaženy pouze v rostlinných buňkách (Dobroruka et al., 2016a).

Naposledy je fotosyntéza zmíněna v učebnici pro 7. ročník ZŠ Přírodopis II. Na straně 60 v kapitole 18 – Přejít rostlin na souš je fotosyntéza zmíněna jako prostředek pro tvorbu látek pro růst rostlin a uvolnění kyslíku. Dále autoři zmiňují vliv uvolněného kyslíku na složení atmosféry, vznik ozónové vrstvy a přesun rostlin z vodního prostředí na pevninu (Dobroruka et al., 2016b).

## 2.4 Prekoncepce a miskoncepce žáků o fotosyntéze

Žáci již v předškolním vzdělávání a mimoškolních aktivitách získávají zkušenosti a znalosti, o kterých se ve škole budou teprve učit. Jelikož si žák vytváří názory a myšlenky sám, je velmi pravděpodobné, že nejsou správné a přesné. Specialisté tento jev pojmenovali prekoncepce (Čáp & Mareš, 2001).

Mareš (2013) definuje prekoncepce (prekoncepty) takto:

*„Dětské (žakovské) prekoncepty jsou svébytné představy o obsahu pojmů, které si vytváří dítě samo a které neodpovídají vědeckému poznání. Dítě k nim dospívá na základě vlastních zkušeností. Vytváří si své ideje o tom, jaký je svět a jak funguje. Prekoncepty nemůžeme označovat za chybné, jde spíše o předstupeň odborného obsahu pojmu, o předvědecké, alternativní pojetí, o předpojmové stadium. Od tohoto stadia vede cesta dál, až ke skutečnému pojmu.“* (Mareš, 2013, p. 395)

Prekoncepce tedy vznikají ještě před žakovým vzděláváním. Během výuky však může dojít k dalšímu problému v učivu žáka. Tímto problémem je miskoncepce učiva.

*„Školní miskoncepce učiva vzniká v případech, kdy škola (učebnice, učitel, počítačový program) pracovala s učivem neúplně či nevhodně. Výsledkem je, že žáci učivo pochopili*

*mylně, chybně mu porozuměli. Tato chyba nebyla opravena a zafixovala se.*“ (Mareš, 2013, p. 395)

Prekoncepce může mít velký vliv na podobu miskoncepce učiva. Nové učivo nemusí prekoncepti zcela nahradit, ale tyto myšlenky se mohou spojit. Výsledkem tohoto spojení je miskoncepce, která může vzniknout i při správném a kvalitním výkladu vyučujícího. Žák nedokáže úplně přesně pochopit dané učivo, vynechá důležitý pojem nebo si naopak dobře zapamatuje pojem méně podstatný (Čáp & Mareš, 2001).

Velké množství prekonceptů a miskoncepcí je v žácích uloženo velmi hluboko. Žáci mají poté velké problémy se jich vzdát. Tato skutečnost je dána také tím, že dítě si na toto pojetí učiva přišlo samo a nyní na něj nechce rezignovat jen proto, že mu to poručil dospělý člověk (Čáp & Mareš, 2001).

Canal (1999) uvádí miskoncepci o dýchání a fotosyntéze rostlinných organismů. Popisuje zde tzv. inverzní (opačné) dýchání. V tomto případě si žáci myslí, že rostlina absorbuje CO<sub>2</sub> a uvolňuje kyslík. Tento způsob dýchání může podle žáků využívat ve dne i v noci, nebo pouze ve dne. Dále autor zmiňuje problém žáků s učením fyziologie rostlin jako celku. Zmíněný problém zdůvodňuje hlavně tím, že se žáci při výuce botaniky seznamují prvně s morfologií rostlin (stavba kořene, stonku, listu, plodu, semene), kterou si poté žáci mají možnost ověřit v praktických (laboratorních) pracích, kdy zkoumají tvar a okraj listu, anatomii kořenů, či květu. Oproti tomu fyziologie rostlin se vyučuje většinou pouze teoreticky a žáci si poté nemohou vyzkoušet, jak dané procesy fungují. Když už žáci mají možnost laboratorních pokusů na téma fyziologie rostlin, setkají se hlavně se stereotypními pokusy absorpce vody kořeny nebo klíčení semen.

Druhou miskoncepcí, kterou Canal (1999) vysvětluje, je samotné dýchání rostlin. Žáci se domnívají, že rostliny vůbec nedýchají. Toto je způsobeno vysvětlováním dýchání rostlin i živočichů současně. Pro živočichy (tzn. i pro člověka) je typický pohyb. Jelikož rostliny nevytvářejí dýchací pohyby či proud vzduchu, žáci si myslí, že rostliny nepotřebují dýchání k životu.

Další miskoncepce se týká fotosyntézy, přesněji přijímání anorganických látek jako zdroj výživy. Na nižším stupni ZŠ jsou totiž žákům představované jako zdroj energie voda a minerální látky. Poté se však žáci učí, že voda a minerální látky nejsou skutečnou výživou, ale pouze prostředkem k jejímu dosažení. Pro žáky je toto vysvětlení velice

matoucí, jelikož při prvním vysvětlení jsou žákům představeny anorganické látky jako zdroj výživy, poté jim tento koncept vyučující mění (Canal, 1999).

Na konci autor představuje informace, které by měl žák dostat před výukou fyziologie rostlin, aby pedagogové předešli tvorbě těchto miskoncepcí. Je zde uvedeno např.: rozlišení uspokojování životních potřeb (např. dýchání) rostlin a živočichů, získání organických sloučenin rostlinami díky anorganickým sloučeninám ze země (voda, minerální soli) a ze vzduchu ( $\text{CO}_2$ ), pochopení výživy organismu jako nepřetržitý proces výměny látek a energie atd. (Canal, 1999).

Keleş a Kefeli (2010) provedli výzkum na turecké základní škole na téma: Miskoncepce fotosyntézy a dýchání a jejich oprava. Výzkum byl proveden pomocí rozhovorů, připravených kartiček a animací. Autoři zjistili u žáků následující miskoncepce na téma fotosyntéza: „Slunce je potravou pro rostliny“, „ $\text{CO}_2$  je potravou pro rostliny“, „sluneční světlo se při fotosyntéze transformuje na potravu pro rostliny“, „ $\text{CO}_2$  se při fotosyntéze mění na kyslík“, nebo „ $\text{CO}_2$  je pro rostliny škodlivý“. Při porovnání výskytu miskoncepcí před aplikací výukových kartiček a animací a poté, zjistili autoři jejich rapidní snížení. Dále zmiňují velký problém žáků s pochopením, že v rostlinách mohou zároveň probíhat procesy dýchání a fotosyntézy. Následně dochází autoři k závěru, že pomocí animací a jiných výukových prostředků podněcujících více smyslových orgánů, mohou pedagogové odstranit žakovské miskoncepce na danou problematiku.

Al Khawaldeh a Al Olaimat (2010) ve své studii potvrdili výskyt miskoncepcí u žáků, které již zjistili předchozí autoři jako např.: Rostlina dýchá pouze v noci, rostlina nedýchá nebo rostliny na konci dýchání produkují kyslík (viz Canal (1999) inverzní dýchání). Autoři však dále předkládají miskoncepce žáků, které zde zatím nebyly zmíněny. Žáci si například myslí, že glukóza vzniká jako výsledek dýchání (správně se glukóza spotřebovává), energie vzniká až na konci fotosyntetických reakcí,  $\text{CO}_2$  se při glykolýze používá k syntéze ATP nebo mylná představa o využití glykolýzy pouze živočichy.

Hershey (2005a) rozděluje důvody vzniku miskoncepcí o rostlinách (tedy i fotosyntéze a dýchání) do různých kategorií. První kategorii nazval autor Přílišná zjednodušení. V této kategorii autor zmiňuje například, že chlorofyl je potřebný k fotosyntéze rostlin. Uvádí však, že samotný chlorofyl v rostlinách by nebyl schopný fungovat bez dalších enzymů a jiných organických sloučenin. Další zjednodušení je dle autora hlavní produkt

fotosyntézy (glukóza). Volná glukóza při fotosyntéze skoro nevzniká, jelikož se ihned slučuje do sloučeniny škrobu či sacharózy. Nedostatečné je i zobrazení fotosyntézy v rovnici, kdy se znázorňuje pouze jedna šipka. To v žácích může vzbudit dojem, že fotosyntéza probíhá pouze v jednom kroku. Dle Hersheyho (2005a) by měla rovnice fotosyntézy obsahovat větší počet malých šipek. Druhou kategorií nazval Přílišné zobecnění. Kategorie obsahuje například nedostatečné, nebo žádné zmínění vodních rostlin (mořské trávy, kvetoucí rostliny...) v učebnicích přírodopisu a biologie. Dále některé publikace uvádí, že fotosyntetické jsou všechny rostliny. I když tvoří pouze 1% zástupců, můžeme nalézt druhy, kterým chlorofyl chybí (parazitické rostliny). Třetí kategorie se jmenuje Zastaralé pojmy. Tyto pojmy už nejsou aktuální hlavně díky neustálé aktualizaci a změně organizace systému rostlinné říše. Pojmem saprofyt byly označovány rostliny živící se odumřelými organismy. Nyní se však ví, že rostliny nepřímo parazitují na stromech pomocí spojení stromu s houbou. Saprofyté jsou většinou houby, ty však již nepatří do rostlinné říše. Druhým zastaralým pojmem je geotropismus, nyní se již používá gravitropismus, jelikož stimulem není Země, ale gravitace.

Hershey (2005a) představuje miskoncepce i přímo o fotosyntéze. Zmiňuje například fakt, že rostliny neodráží celou část zeleného světelného spektra. Více než 50% zachytí přídatné pigmenty, které usměrňují energii do reakčního centra (ten zelenou část neabsorbují). Hershey (2005a) dále uvádí, že není vhodné nazývat druhou fázi fotosyntézy „Temnou, temnostní fází“, ale „Calvinův cyklus“. Název temnostní fáze může ve studentech vzbuzovat dojem, že tento proces probíhá pouze za tmy.

Následující miskoncepce se týká fotorespirace. V publikacích je obvykle uvedeno, že fotorespirace snižuje fotosyntetickou účinnost u  $C_3$  rostlin a nemá žádný význam. Výzkumy však ukázaly, že fotorespirace je důležitá v procesu metabolismu dusičnanů. Dále vědecká kniha poukázala na fakt, že je možné změnit hemoglobin na chlorofyl pomocí výměny jednoho atomu. To však není možné z důvodu rozdílné molekulové hmotnosti. Pravda je, že chlorofyl i hemoglobin obsahují kruhovou stavbu s jiným centrálním iontem (Hershey, 2005b).

Pamungkas (2019) zkoumal výskyt miskonceptů o fotosyntéze a dýchání u respondentů s různým typem myšlení. Autor došel k závěru, že studenti s impulzivním a pomalým nepřesným stylem myšlení a rozhodování mají větší výskyt mylných představ než studenti, kteří uvažují rychle a reflexivně.

Problematikou miskoncepce se zabývají i odborníci v České republice. Kateřina Švandová provedla výzkum v nižších ročnících střední školy. Zjistila podobně jako jiní autoři v této tématice, že si žáci často pletou termíny fotosyntéza a dýchání rostlin. Autorka se domnívá, že velkou zásluhu na tvorbě miskoncepce mají školní osnovy a učebnice. Zmiňuje, že výuka fyziologie rostlin (hlavně dýchání a fotosyntéza) se vyučuje v různých předmětech (chemie, přírodopis – biologie) a v různých ročnících základních i středních škol. Dále uvádí problematiku náhledu vyučujícího na fyziologii rostlin (fyziologický, biochemický, environmentální atd.). Tyto rozdíly poté způsobují problémy žáků se zařazením pojmů do celku a komplexní pochopení dané problematiky (Švandová, 2014).

Švandová (2014) dále uvádí vedlejší cíle studie. Autorka se zaměřila na pohlaví studentů, jejich věk a oblíbenost v návaznosti na výskyt miskoncepce ohledně fotosyntézy a dýchání rostlin. Z výzkumu vyplývá, že chlapci dosáhli lepšího výsledku, zatímco u dívek se vyskytoval větší počet miskoncepce. Dále se autorka zaměřila na věk respondentů a jejich ročník studia. Zde bylo zjištěno, že věk žáků nemá vliv na výskyt miskoncepce. To znamená, že se mylné představy u žáků s postupem studia nemění a nadále přetrvávají. Studie také ukázala, že oblíbenost předmětu biologie nemá vliv na výskyt miskoncepce.

Ůrey (2018) provedl studii s předškolními učiteli a jejich miskoncepce na téma fotosyntéza. Bylo zjištěno, že učitelé, kteří mají biologický přístup k fotosyntéze a zohledňují chlorofyl či důvod, proč k fotosyntéze dochází, dosáhli lepších výsledků a menšího počtu miskoncepce, než učitelé s chemickým přístupem, kteří na fotosyntézu nahlíží pouze jako na sled chemických dějů. Je to možná způsobeno tím, že učitelé s biologickým přístupem se učivo o fotosyntéze snaží pochopit, zatímco učitelé s chemickým přístupem na fotosyntézu hledí spíše jako na interpretaci chemické rovnice.

Slovenští pedagogové předpokládají dle své studie, že předcházení či odstranění miskoncepce o fotosyntéze je možné díky badatelskému a experimentálnímu vyučování. Doporučují pedagogům nechat žákům čas a prostor, aby porovnali své teoretické znalosti s prací v terénu, sběrem dat a jejich vyhodnocením (Čípková et al., 2017).

### **3 Materiál a metody**

Cílem této bakalářské práce bylo zjistit znalosti žáků základních škol o fotosyntéze suchozemských rostlin. Výzkum probíhal 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*. V rámci výzkumu byly řešitelským týmem projektu vytvořeny dva dotazníky. První byl určen pro žáky základních škol. Druhý byl sestaven pro učitele vyučující přírodopis na základních školách.

#### **3.1 Dotazník pro žáky základních škol**

Pro žáky základních škol byl vytvořen dotazník se sedmnácti otázkami. Dotazník byl anonymní, žáci uváděli pouze pohlaví a svůj věk.

Dotazník obsahuje celkem šest otevřených otázek (otázky č. 1, 2, 4, 5, 10, 11), přičemž otázka č. 5 byla rozdělena na dvě části. Dále jsou součástí dotazníku dvě otevřené otázky s doplněním pojmů do tabulky (otázky č. 6 a 7), osm uzavřených otázek s výběrem z odpovědí (otázky č. 3, 8, 9, 12, 14, 15, 16, 17) a jedna uzavřená otázka s hodnotící (Likertovou) škálou (otázka č. 13 s osmi podotázkami). Dotazník se nachází v části Přílohy (příloha č. 1).

#### **3.2 Dotazník pro učitele základních škol**

Pro učitele byl vytvořen kratší dotazník. Cílem dotazníku bylo zjištění názoru na výuku fotosyntézy, vztahu výuky k fotosyntéze a metody její výuky. Dotazník byl anonymní.

Dotazník se skládá z dvanácti otázek. Obsahuje pět otevřených otázek (otázky č. 2, 3, 4, 5, 8), dále pět otázek uzavřených s výběrem z možností (otázky č. 6, 7, 10, 11, 12) a dvě otázky uzavřené s výběrem na hodnotící (Likertově) škále (otázky č. 1, 9). Podoba dotazníku se nachází v části Přílohy (příloha č. 2).

#### **3.3 Průběh a organizace testování**

Výzkumu se zúčastnilo 186 žáků ze čtyř základních škol a jednoho nižšího gymnázia. Dále se výzkumu účastnilo 12 učitelů. Školy byly osloveny pomocí emailové adresy



přes ředitele školy a všechny žádosti vyhověly. Školy participující ve výzkumu se nachází v kraji Vysočina. Byly vybrány tak, aby v testovacím vzorku byli žáci malé školy z vesnice i žáci z městských škol a nižšího gymnázia. Zadání dotazníků ve školách proběhlo ve dvou týdnech od 14. 6. 2021 do 25. 6. 2021 vždy v dopoledních hodinách. Dotazníkové šetření bylo předloženo žákům 9. ročníku základní školy či třídě kvarta na víceletém gymnáziu (odpovídá 9. ročníku na ZŠ). Dotazníky byly žákům předloženy v papírové formě. Elektronická forma nebyla povolena. Žákům byla vymezena dostatečná časová dotace, tudíž nebyli nijak časově omezeni. Žáci byli upozorněni na to, aby vyplňovali dotazník se vší vážností, i když nebudou za tuto práci klasifikováni. Dále bylo žákům připomenuto, aby neopisovali. I proto jim bylo několikrát opakováno, že je dotazník anonymní. Učitelův dotazník byl vyplněn zástupci učitelů ze všech škol, kde byly podány dotazníky žákům. Dotazník byl učitelům zaslán předem a vyplněn v papírové podobě.

### **3.4 Vyhodnocování dotazníků**

Výsledky byly vyhodnoceny dle Chrásky (2016) : Interpretace výsledků třídění prvního stupně. Odpovědi byly zapsány do tabulky četností v programu Microsoft Excel. Z dat v tabulkách byla vytvořena grafická znázornění. Všechny výpočty probíhaly v programu Microsoft Excel. Směrodatná odchylka byla vypočtena funkcí SMODCH.P. Relativní četnosti výsledků (%) byly zaokrouhlovány pro zjednodušení na celá procenta (platí pro celou část Výsledky).

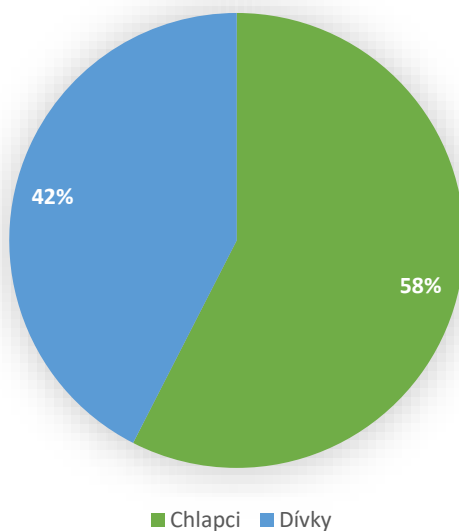
Odpovědi na otázky číslo 1, 2, 4, 5, 6, 7, 9 a 10 v žákovském dotazníku a otázku 2 v učitelském dotazníku byly kategorizovány pro lepší přehlednost dat.

## 4 Výsledky

V této kapitole jsou uvedeny výsledky dotazníkového šetření pro žáky i učitele.

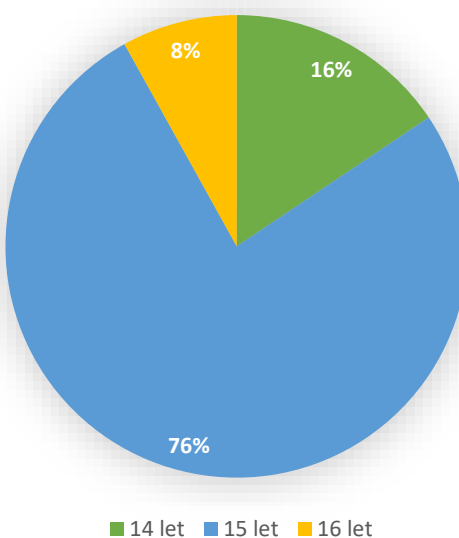
### 4.1 Dotazník pro žáky základních škol

Výzkumu pomocí dotazníků se zúčastnilo 186 žáků z pěti škol. Dotazníky byly zadávány žákům 9. ročníku (na víceletém gymnáziu kvarta). Celkem se výzkumu účastnilo 107 chlapců (58 %) a 79 dívek (42 %), (Obr. 5).



Obr. 5 – Pohlaví žáků

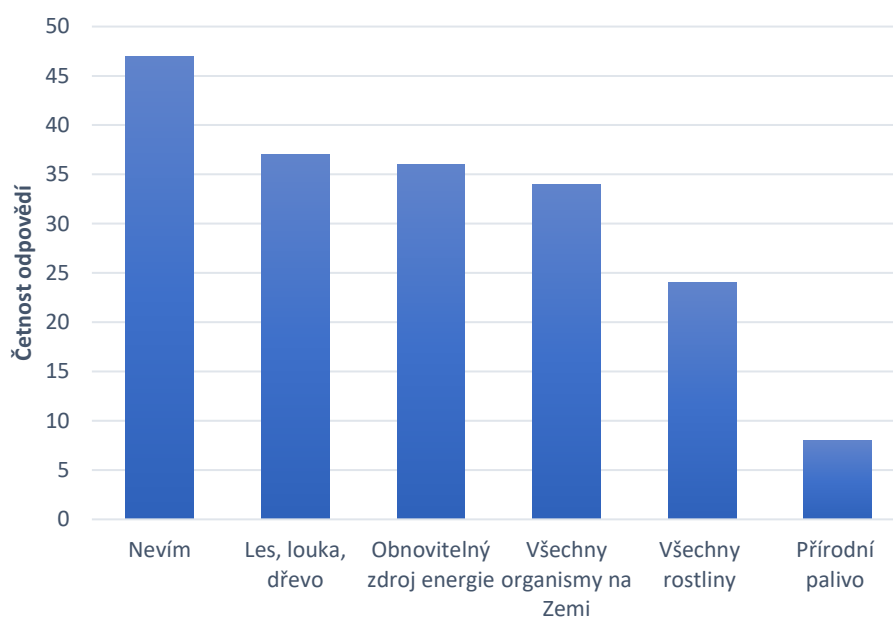
Šetření se zúčastnilo 29 žáků (16 %) ve věku 14 let, dále 142 žáků (76 %) ve věku 15 let a 15 žáků (8 %) ve věku 16 let (Obr. 6).



Obr. 6 – Věk žáků

### Otázka č. 1 – Co je to rostlinná biomasa?

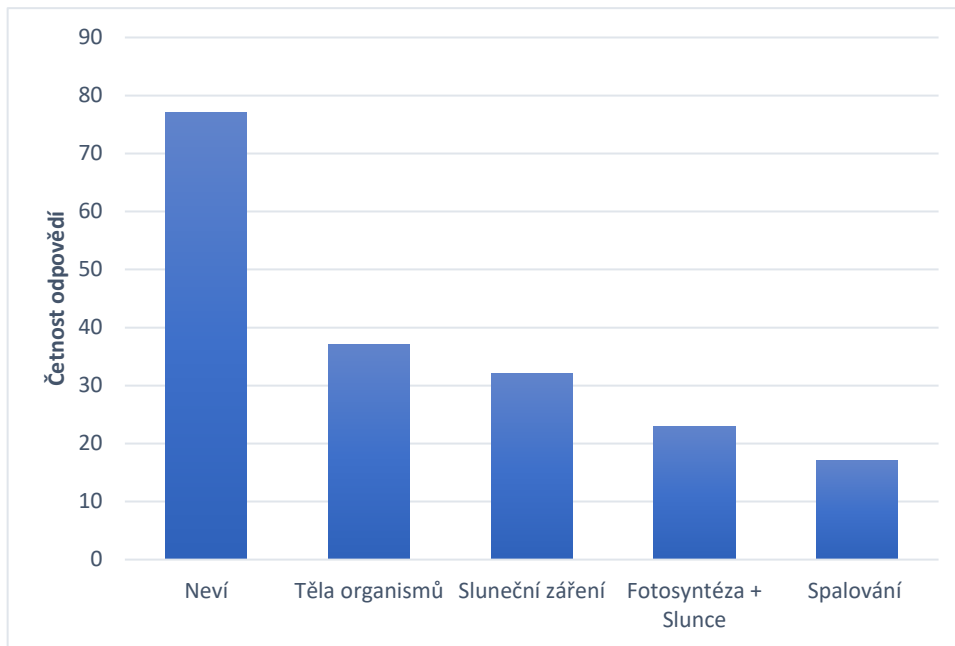
První otázka dotazníku byla pravděpodobně pro žáky složitá, jelikož 47 z nich (25 %) na ni nedokázalo odpovědět (Obr. 7). Podle 37 žáků (20 %) je rostlinná biomasa např. les, louka, pole nebo dřevo. 36 žáků (19 %) se domnívá, že rostlinná biomasa je obnovitelný zdroj energie, zatímco 34 žáků (18 %) si myslí, že biomasa jsou všechny organismy na Zemi. Jako všechny rostliny považuje biomasu 24 žáků (13 %) a 8 žáků (6 %) si myslí, že biomasa je přírodní palivo.



Obr. 7 – Vyhodnocení otázky č. 1 Co je to rostlinná biomasa?

### Otázka č. 2 – Biomasa je považována za obnovitelný zdroj energie. Odkud pochází energie, která je v biomase skryta?

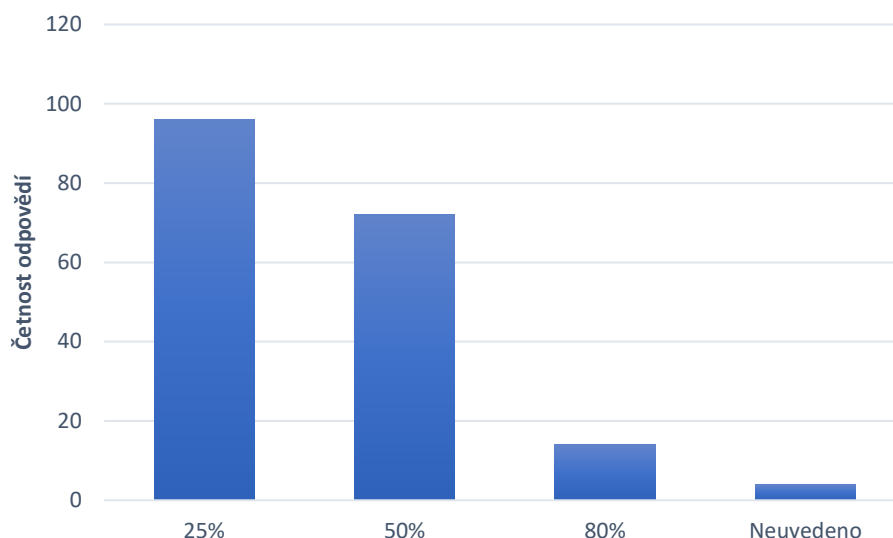
Následující otázka byla pro žáky také složitá. Celkem 77 žáků (41 %) odpověď na tuto otázku nevědělo. 37 žáků (20 %) se domnívá, že energie v biomase pochází z těl organismů. Sluneční záření (Slunce) považuje za zdroj energie v biomase 32 žáků (17 %). Pouze 23 žáků (12 %) odpovědělo správně a uvedlo fotosyntézu pomocí slunečního záření. 17 žáků (9 %) si myslí, že energie pochází ze spalování biomasy (Obr. 8).



Obr. 8 – Vyhodnocení otázky č. 2 Odkud pochází energie, která je v biomase skryta?

**Otázka č. 3 – Česká republika využívá k výrobě energie uhlí ze 45 %, jádro ze 43 % a obnovitelné zdroje (vodní energie, větrná energie, sluneční energie, biomasa) ze 12 %. Jaký je podíl biomasy na obnovitelných zdrojích?**

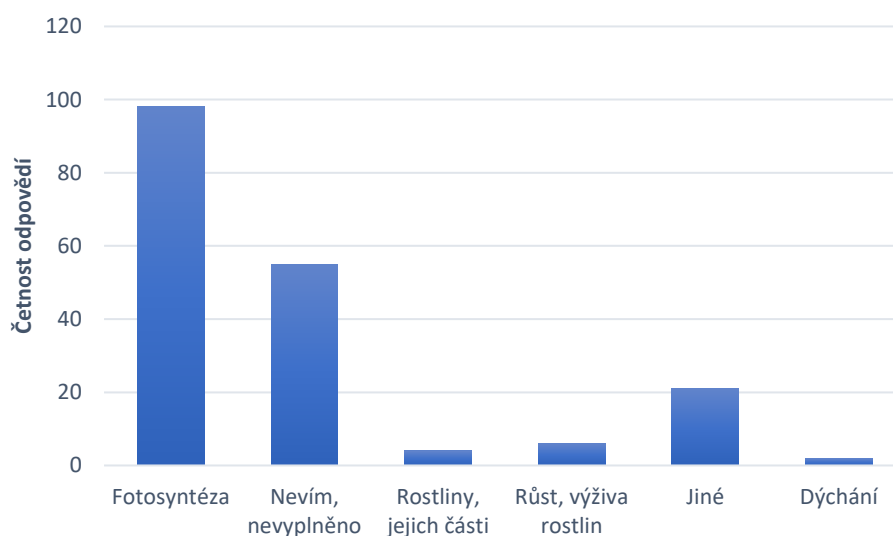
V otázce č. 3 měli žáci na výběr ze tří možností. 96 žáků (52 %) vybralo odpověď a) 25 %. Tato odpověď je správná. 72 žáků (39 %) označilo odpověď b) 50%. Podle 14 žáků (7 %) je podíl biomasy na obnovitelných zdrojích v ČR 80 %. 4 žáci (2 %) neuvedli žádnou z nabízených možností a tuto otázku vynechali (Obr. 9).



Obr. 9 - Vyhodnocení otázky č. 3 Jaký je podíl biomasy na obnovitelných zdrojích?

#### Otázka č. 4 – Jaký proces v rostlinném těle je nejdůležitější pro tvorbu biomasy?

V této otázce měli žáci možnost napsat, co si myslí, že je nejdůležitější pro tvorbu biomasy. Z obr. 10 je zřejmé, že 98 žáků (53 %) si myslí, že nejdůležitější proces pro tvorbu biomasy je fotosyntéza. Tato odpověď je správná. Druhá správná odpověď je růst a výživa rostlin. Tuto odpověď uvedlo 6 žáků (3 %). 55 žáků (30 %) nevědělo nebo tuto otázku vynechali. 4 žáci (2 %) si myslí, že správná odpověď jsou rostliny, to však není proces. Další 2 žáci (1 %) si myslí, že nejdůležitější je dýchání rostlin. 21 žáků odpovědělo na otázku různě (proces vody, orná půda, péče o rostlinu, trávení rostliny, rozklad, sušení, její úhyn...).

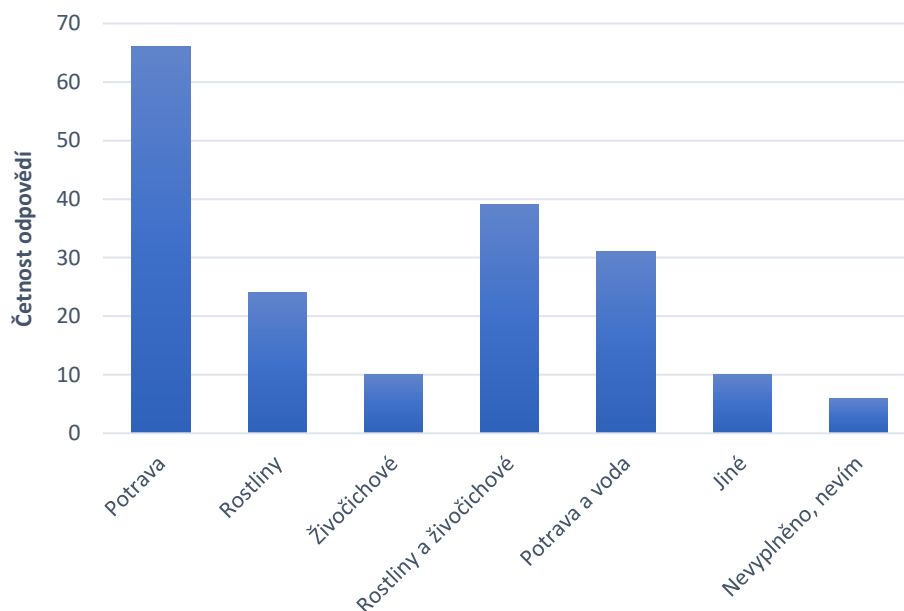


Obr. 10 – Vyhodnocení otázky č. 4 Jaký proces v rostlinném těle je nejdůležitější pro tvorbu biomasy?

## Otázka číslo 5 – Srovnaj výživu rostlin a živočichů – doplň následující věty

### A) Živočichové získávají živiny z:

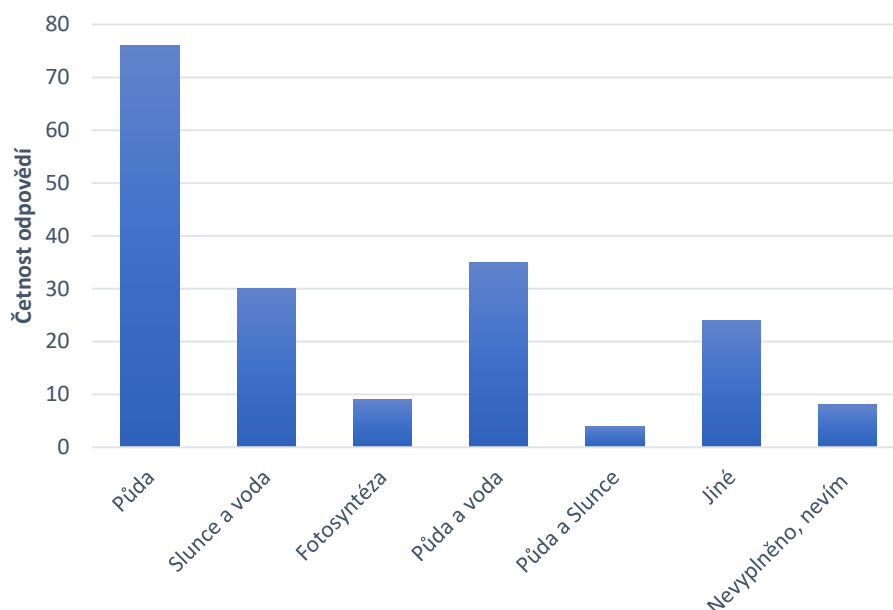
V první části otázky č. 5 měli žáci napsat, jak se živí živočichové. Nejčastější odpověď žáků byla potrava (Obr. 11). Tuto odpověď napsalo 66 žáků (35 %). Druhou nejčastější odpovědí byly rostliny a živočichové. Takto se vyjádřilo 39 žáků (21 %). Následují odpovědi potrava a jídlo, která se vyskytla 31krát (17 %), rostliny s 24 výskyty (13 %) a živočichové s 10 výskyty (5 %). 10 žáků odpovědělo různě (jiné) jako např.: organické látky, anorganické látky, půda atd. 6 žáků (3 %) odpověď na otázku nevědělo, nebo otázku vůbec nevyplnilo.



Obr. 11 – Vyhodnocení otázky č. 5A Živočichové získávají živiny z

### B) Rostliny získávají živiny z:

Ve druhé části otázky č. 5 měli žáci napsat, jakým způsobem se podle jejich názoru živí rostliny. 41 % respondentů (76 odpovědí) si myslí, že rostlina čerpá živiny z půdy. Dále se žáci domnívají, že rostliny získávají živiny z půdy a vody (19 %, 35 odpovědí) či Slunce a vody (16 %, 30 odpovědí). Pouze 9 žáků (5 %) si myslí, že rostlina získává živiny pomocí fotosyntézy. 4 žáci (2 %) si myslí, že živiny jsou nabyté z půdy a Slunce, dalších 8 žáků (4 %) odpověď na tuto otázku nevedlo. 24 žáků (13 %) odpovědělo na tuto otázku různě (např.: vzduch, voda, hnůj, humus, parazitizmus nebo saprofytismus), (Obr. 12).



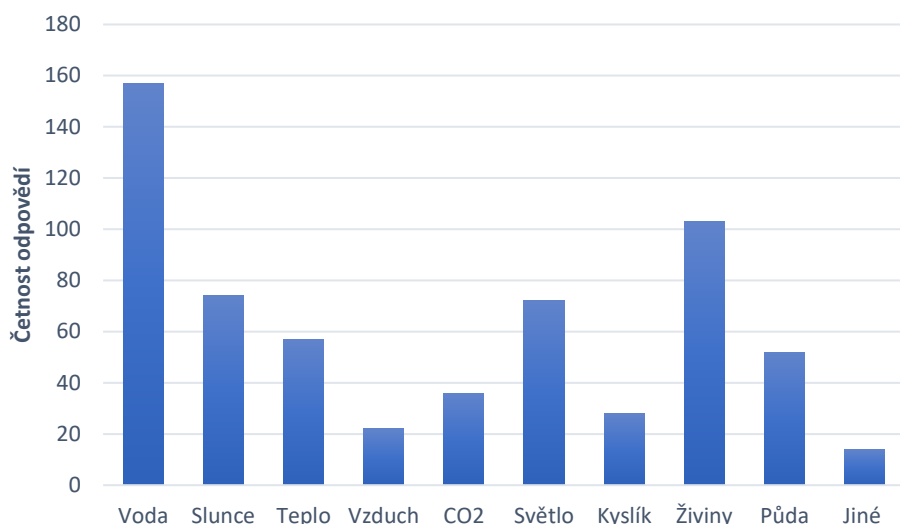
Obr. 12 – Vyhodnocení otázky č. 5B Rostliny získávají živiny z

**Otázka č. 6 – Do následující tabulky doplň, co všechno rostlina potřebuje ke svému růstu a odkud to získává. Vyjmenuj vše, co je podle Tebe pro růst nezbytné.**

Tato otázka se skládá ze tří sloupců pro doplnění. Vyhodnocení bylo provedeno pouze pro první (Obr. 13) a druhý (Obr. 14). Třetí sloupec nebyl vyhodnocován, jelikož vodní rostliny nejsou předmětem této bakalářské práce.

#### 6A) Co potřebuje rostlina k růstu?

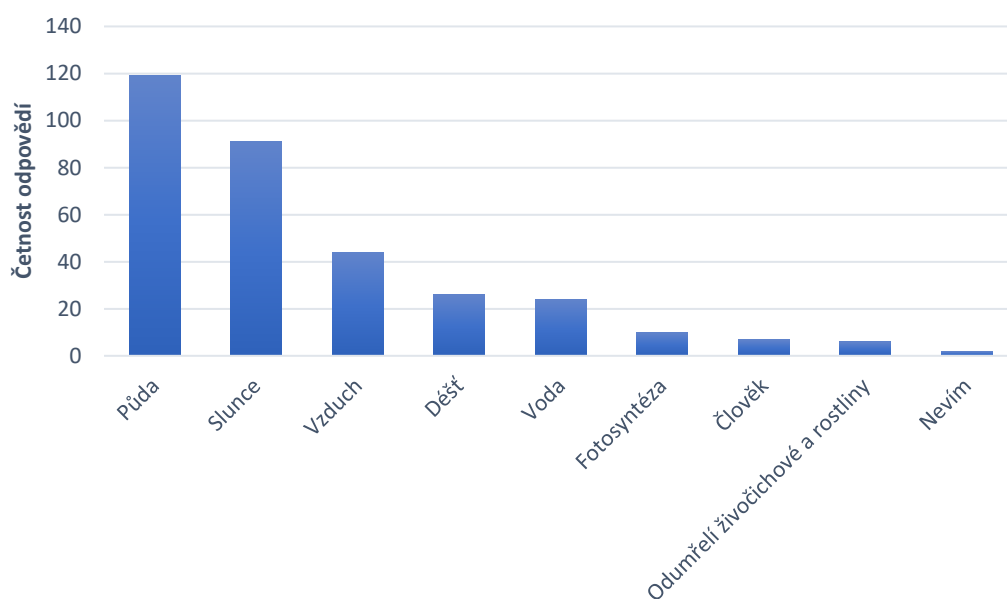
Do prvního sloupce měli žáci za úkol doplnit vše, co rostlina potřebuje ke svému růstu. Žáci nejčastěji zmiňovali vodu 157krát (84 % žáků), (Obr. 13). Druhou nejčastější věcí byly živiny – 103 výskytů (55 % žáků), (obecně živiny, sacharidy, glukóza). Dále žáci často uváděli Slunce (74 žáků, 40 %), světlo (72 žáků, 39 %), teplo (57 žáků, 31 %) a půdu (52 žáků, 28 %). Méně již žáci zmiňovali CO<sub>2</sub> (36 žáků, 19 %), kyslík (28 žáků, 15 %) a vzduch (22 žáků, 12 %). Dále se v dotaznících objevovaly různé odpovědi (14 výskytů, 8 %) zařazené do kategorie Jiné (např.: minerální a anorganické látky, chlorofyl, fotosyntéza, opylování a hmyz, mikroorganismy...).



Obr. 13 – Vyhodnocení otázky číslo 6A Co rostlina k růstu potřebuje?

### 6B) Odkud získává suchozemská rostlina potřebné látky k životu?

Do druhého sloupce žáci doplňovali, odkud bere rostlina potřebné látky, světlo a další složky k životu (Obr. 13). Nejčastěji žáci zmiňovali půdu (119 žáků, 64 %). Dále uváděli Slunce (91 žáků, 49 %), vzduch (44 žáků, 24 %), déšť (26 žáků, 14 %) a vodu (24 žáků, 13 %). Někteří si vzpomněli na fotosyntézu (10 žáků, 5 %), další žáci uvedli člověka (7 žáků, 4 %) a odumřelé živočichy a rostliny (6 žáků, 3 %). 2 žáci (1 %) na tuto otázku neodpověděli (Obr. 14).



Obr. 14 – Vyhodnocení otázky číslo 6B Odkud získává suchozemská rostlina potřebné látky k životu?

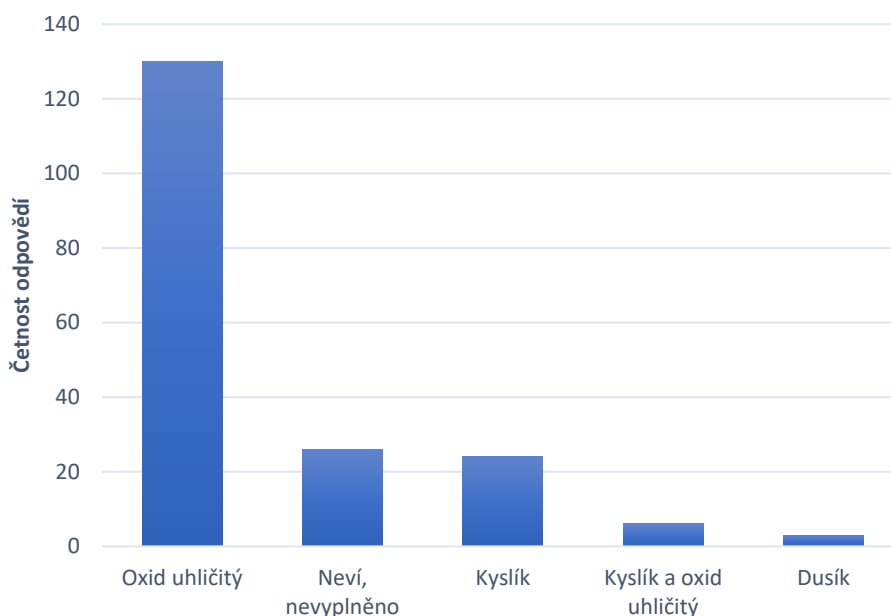


**Otázka č. 7 – Do následující tabulky doplň, jaké plynné látky rostliny přijímají z atmosféry a jaké do ní uvolňují ve dne a jaké v noci?**

Hodnocení této otázky bylo rozděleno do čtyř grafů. Plynné látky, které rostliny přijímají ve dne (Obr. 15), v noci (Obr. 16), dále které uvolňují ve dne (Obr. 17) a v noci (Obr. 18).

**7A) Jaké plynné látky přijímají rostliny z atmosféry ve dne?**

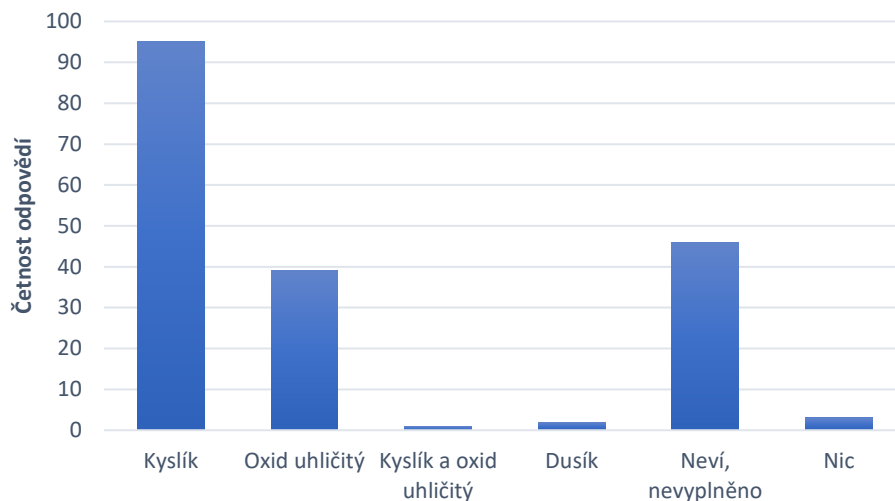
Jak je vidět na obr. 15, většina žáků (130 žáků, 70 %) napsala, že rostliny přijímají ve dne pouze CO<sub>2</sub>. To by však znamenalo, že rostliny nedýchají (miskoncepce). 24 žáků (13 %) uvedlo, že rostliny přijímají kyslík. Na tuto otázku nedokázalo odpovědět 26 žáků (14 %). Pouze 6 žáků (3 %) uvedlo správnou odpověď, že rostliny přijímají ve dne kyslík i CO<sub>2</sub>. 3 žáci (2 %) si myslí, že rostliny ve dne přijímají dusík.



*Obr. 15 – Vyhodnocení otázky číslo 7A Jaké plynné látky přijímají rostliny z atmosféry ve dne?*

**7B) Jaké plynné látky přijímají rostliny z atmosféry v noci?**

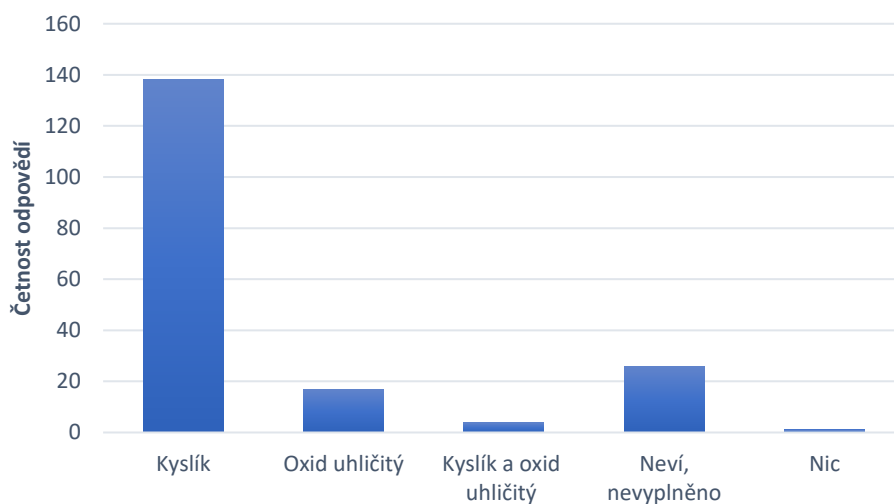
Obr. 16 znázorňuje, že 95 žáků (51 %) odpovědělo správně a doplnilo kyslík. Nesprávně odpovědělo 39 žáků (21 %), když doplnili oxid uhličitý. 46 žáků (25 %) na tuto otázku nevědělo odpověď a neodpovědělo. 3 žáci (2 %) si myslí, že rostliny v noci nepřijímají žádné plynné látky, 2 žáci (1 %) se domnívají, že rostlina přijímá dusík a 1 žák si myslí, že přijímá kyslík i oxid uhličitý (1 %).



Obr. 16 – Vyhodnocení otázky č. 7B Jaké plynné látky přijímají rostliny z atmosféry v noci?

### 7C) Jaké plynné látky rostliny vydávají do atmosféry ve dne?

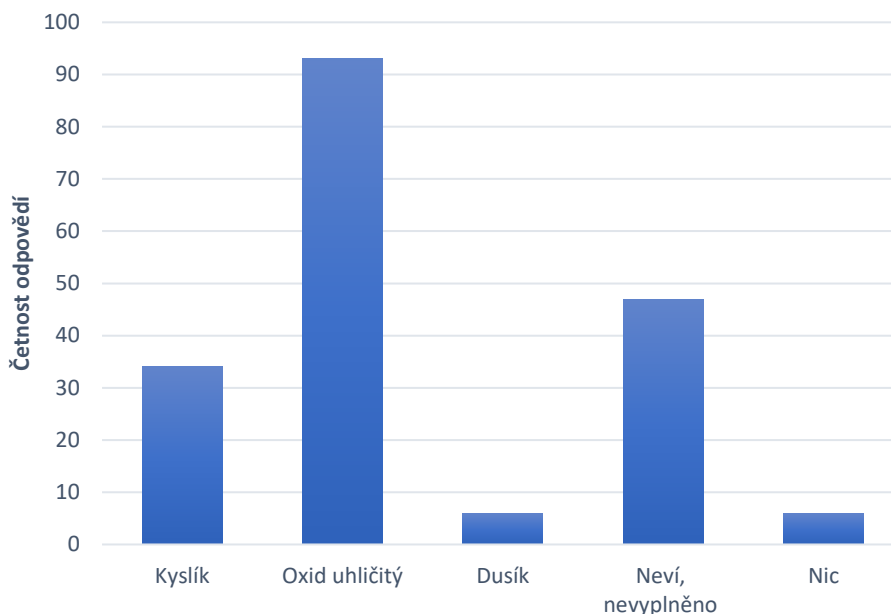
Ve třetí části otázky č. 7 odpovědělo 138 žáků (74 %) kyslík (Obr. 17). To by znamenalo, že rostliny nedýchají přes den (miskoncepce). 17 žáků (9 %) se domnívá, že rostliny přes den uvolňují pouze CO<sub>2</sub>. Na otázku nedokázalo odpovědět 26 žáků (14 %) a místo na odpověď nechalo prázdnou. Pouze 4 žáci (2 %) si myslí, že rostliny vydávají ve dne kyslík i CO<sub>2</sub> (správná odpověď) a 1 žák (1 %) se domnívá, že rostliny nevydávají nic.



Obr. 17 – Vyhodnocení otázky č. 7C Jaké plynné látky rostliny vydávají do atmosféry ve dne?

### 7D) Jaké plynné látky rostliny vydávají do atmosféry v noci?

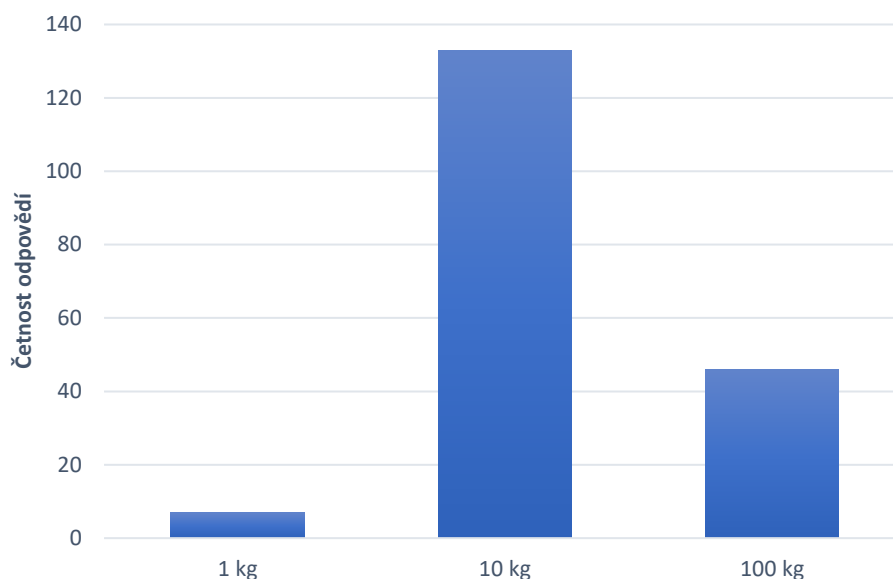
V poslední části žáci vypisovali plynné látky, které rostliny vydávají v noci. Nejčastější odpověď byla správná – oxid uhličitý (93 žáků, 50 %). Druhou nejčastější odpovědí byl kyslík (34 žáků, 18 %). Dusík vydávají rostliny podle šesti žáků (3 %). Dalších 6 žáků (3 %) se domnívalo, že rostliny v noci nevydávají do atmosféry žádné plynné látky. 47 žáků (25 %) odpověď na tuto otázku vynechalo (Obr. 18).



Obr. 18 – Vyhodnocení otázky č. 7D Jaké plynné látky rostliny vydávají do atmosféry v noci?

### Otázka č. 8 - Jestliže v zimě spotřebujeme na otop v domácnosti za den např. 40kWh elektrické energie, dokážete si představit, jaké množství dřeva na to přibližně spotřebujeme?

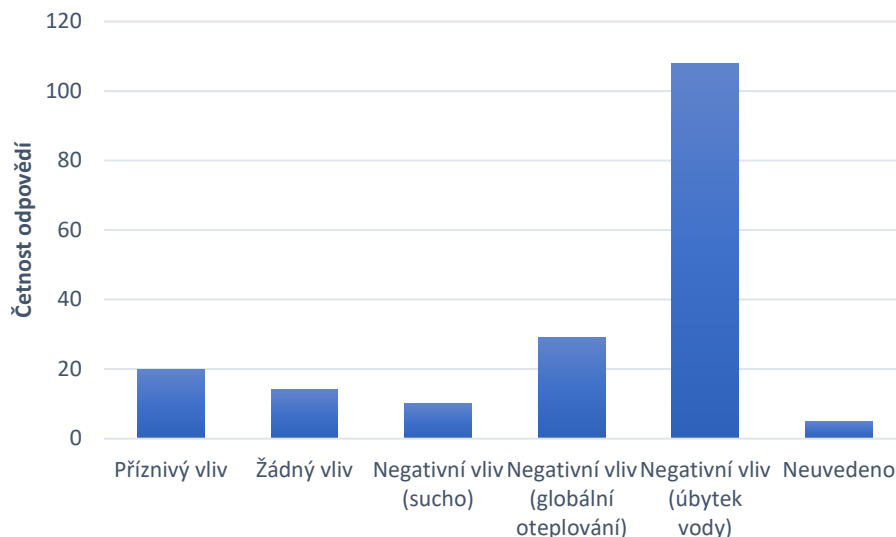
V otázce číslo 8 si mohli žáci vybrat ze tří možností (a, b, c). Možnost a (1 kg) zvolilo 7 žáků (4 %). Druhou a také správnou možnost (10 kg) zvolila většina respondentů (133 žáků, 71 %). 46 žáků (25 %) se domnívalo, že za den domácnost v zimě spotřebuje 100 kg dřeva na otop (Obr. 19).



*Obr. 19 – Vyhodnocení otázky č. 8 Jestliže v zimě spotřebujeme na otop v domácnosti za den např. 40 kWh elektrické energie, dokážete si představit, jaké množství dřeva na to přibližně spotřebujeme?*

**Otázka č. 9 – Vyberte z následujících tvrzení jedno pravdivé a následně vyberte jeden z důvodů, proč jste toto tvrzení vybrali:**

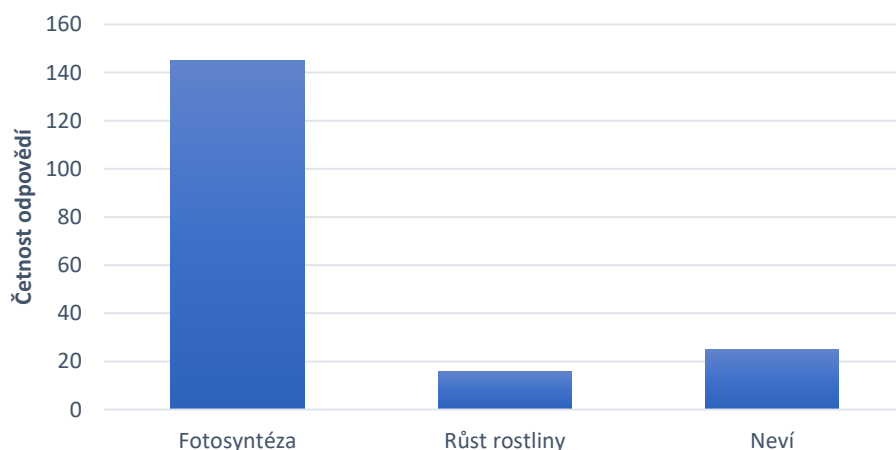
V otázce číslo 9 byly pro žáky připraveny otázky s výběrem odpovědí (tvrzení a odůvodnění). Z obr. 20 vyplývá, že 20 žáků (11 %) si myslí, že odstranění biomasy má pozitivní vliv na naše životní prostředí. Podle 14 žáků (8 %) nemá odstranění biomasy žádný vliv. 10 žáků (5 %) se domnívá, že odstranění biomasy má negativní vliv na naše životní prostředí, jelikož rostliny způsobují sucho. Podle 29 žáků (16 %) má odstranění negativní vliv, jelikož se sníží globální oteplování. Správnou odpověď uvedlo 108 žáků (58 %). Ti zastávají názor, že odstranění biomasy má negativní vliv na naše životní prostředí, jelikož se oteplí vzduch a v krajíně ubyde voda. 5 žáků (3 %) neuvedlo svou odpověď.



Obr. 20 – Vyhodnocení otázky č. 9 Vyberte z následujících tvrzení jedno pravdivé a následně vyberte jeden z důvodů, proč jste toto tvrzení vybrali

**Otázka č. 10 – Pro jaký proces rostlina spotřebovává největší část sluneční energie, která na ni dopadá?**

V další otázce byli žáci dotazováni, pro jaký proces rostlina spotřebuje nejvíce sluneční energie (Obr. 21). Většina žáků (145 žáků, 78 %) se domnívá, že rostlina spotřebuje nejvíce slunečního záření na proces fotosyntézy. Růst rostlin napsalo 16 žáků (9 %). S touto otázkou si nevědělo rady 25 žáků (13 %). Ani jeden žák však nenapsal správnou odpověď. Nejvíce sluneční energie rostlina využije na transpiraci – výpar vody z listů.



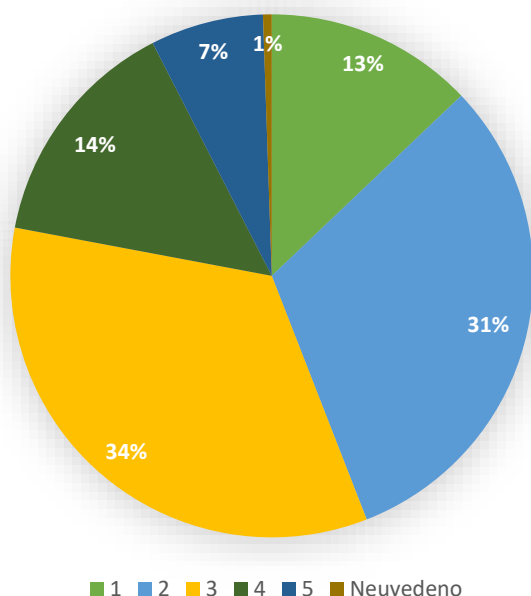
Obr. 21 – Vyhodnocení otázky č. 10 Pro jaký proces rostlina spotřebovává největší část sluneční energie, která na ni dopadá?

**Otázka č. 13 - Jaká výuka o rostlinách by Tě bavila?** U každé z následujících otázek zaškrtni stupeň na stupnici, který nejlépe vyjadřuje Tvůj názor (známkuj jako ve škole, 1 = líbilo by se Ti nejvíce, 5 = vůbec by se Ti nelíbilo).

V těchto osmi podotázkách měl každý žák vyjádřit svůj názor, jaká výuka o rostlinách by se mu líbila.

#### A) Klasická výuka s výkladem učitele ve škole

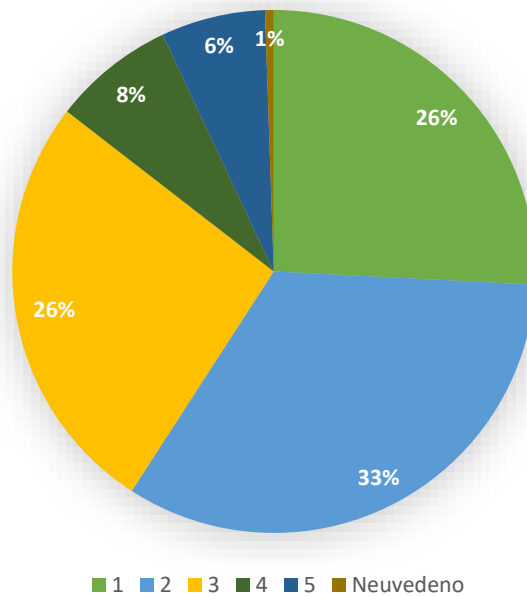
První možnost byla klasická výuka s výkladem učitele, kterou nejspíše většina žáků absolvuje v hodinách přírodopisu. 24 žáků (13 %) je s klasickou výukou spokojeno a hodnotilo ji známkou 1. 58 žáků (31 %) hodnotilo výuku s výkladem učitele známkou 2. 63 žáků (34 %) k ní má neutrální vztah (hodnocení 3). S klasickou výukou není příliš spokojeno (hodnocení 4) 27 žáků (15 %) a vůbec se nelíbí 13 žákům (7 %), kteří ji udělili známku 5. 1 žák svou odpověď neuvedl (Obr. 22). Průměrné hodnocení (známka) pro klasickou výuku je  $2,7 \pm 1,08$ .



Obr. 22 – Vyhodnocení otázky č. 13A Jak by se ti líbila klasická výuka s výkladem učitele ve škole?

## B) Pomocí interaktivní výukové aplikace v mobilu nebo tabletu

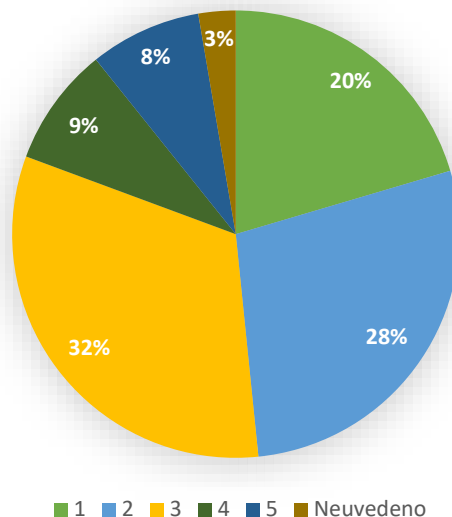
V druhém případě měli žáci možnost známkovat výuku pomocí výukové aplikace v mobilu či tabletu. Tato možnost by se velice líbila 48 žákům (26 %). S výukou by bylo spokojeno také 62 žáků (33 %), kteří oznámkovali tuto výuku známkou 2 (Obr. 23). Neutrálně na výuku pomocí aplikace nahlíží 49 žáků (26 %) a 14 žáků (8 %) by se moc nelíbila. Vůbec by se nelíbila 12 žákům (6 %) a 1 žák neoznačil žádné hodnocení. Průměrné hodnocení interaktivní výukové aplikace je  $2,4 \pm 1,1$ .



Obr. 23 – Vyhodnocení otázky č. 13B Jak by se ti líbila výuka pomocí interaktivní aplikace v mobilu nebo tabletu?

## C) Pomocí interaktivní výukové aplikace v počítači

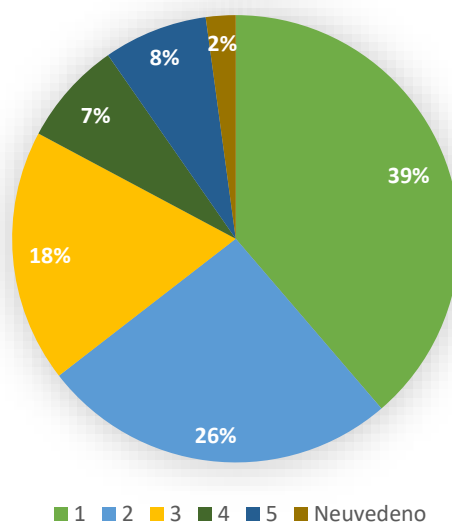
Výuka pomocí interaktivní výukové aplikace v počítači by se nejvíce líbila 38 žákům (20 %), (Obr. 24). Dále by se líbila 52 žákům (28 %), kteří ji hodnotili známkou 2. Neutrální postoj má k aplikaci v počítači 60 žáků (32 %). Spokojeno by s ní nebylo 16 žáků (9 %) a vůbec by se nelíbila 15 žákům (8 %). Svou odpověď neuvédlo 5 žáků (3 %). Průměrné hodnocení výuky pomocí interaktivní výukové aplikace v počítači je  $2,6 \pm 1,4$ .



Obr. 24- Vyhodnocení otázky č. 13C Jak by se ti líbila výuka pomocí výukové aplikace v počítači?

#### D) Terénní úlohy, kde bychom měřili s chytrými přístroji

Terénní úlohy by se v rámci výuky rostlin velmi líbily 72 žákům (39 %). 48 žáků (26 %) hodnotilo terénní úlohy známkou 2 (Obr. 25), známkou 3 hodnotilo celkem 34 žáků (18 %). Terénní úlohy by se nelíbily 14 žákům (8 %) a velmi by se nelíbily také 14 žákům (8 %). Svou odpověď neuvedli 4 žáci (2 %) a nic nezakroužkovali. Průměrná známka pro terénní úlohy s chytrými přístroji je  $2,2 \pm 1,2$ .

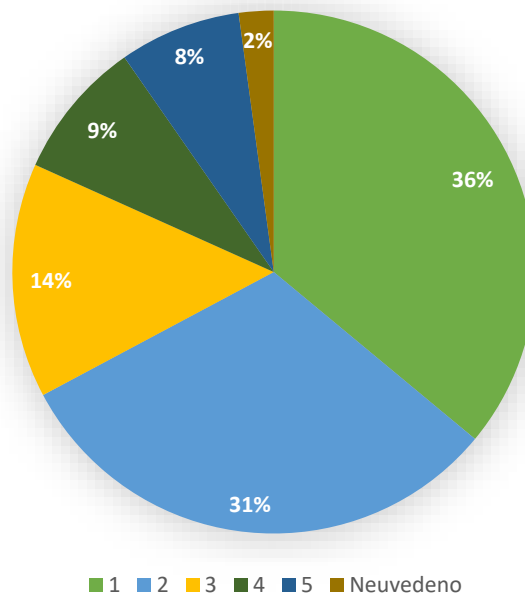


Obr. 25 – Vyhodnocení otázky č. 13D Jak by se ti líbila výuka pomocí terénních úloh, kde byste měřili s chytrými přístroji?



### E) Laboratorní úlohy, kde bychom měřili s chytrými přístroji

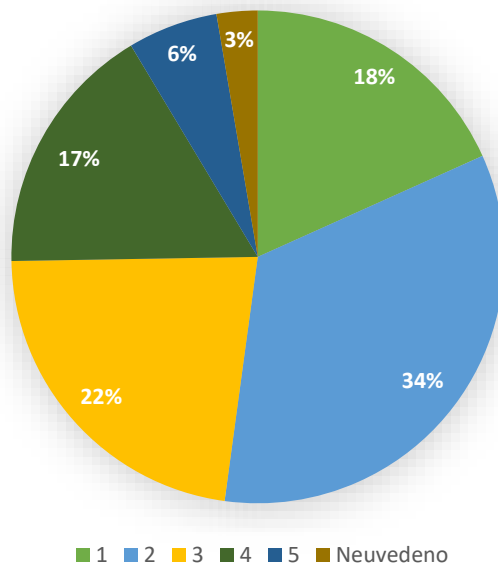
Průměrné hodnocení laboratorních úloh s chytrými přístroji je  $2,2 \pm 1,2$  hlavně díky 67 žákům (36 %), kterým by se ve výuce přírodopisu nejvíce líbily (Obr. 26). Známkou 2 je hodnotilo celkem 58 žáků (31 %). 27 žáků (15 %) se rozhodlo označit známku 3. Laboratorní úlohy by se moc nelíbily 16 žákům (9 %), zatímco 14 žákům (8 %) by se nelíbily vůbec. 4 žáci (2 %) laboratorní úlohy nehodnotili.



Obr. 26 – Vyhodnocení otázky č. 13E Jak by se ti líbila výuka pomocí laboratorních úloh, kde byste měřili s chytrými přístroji?

### F) Výukové video

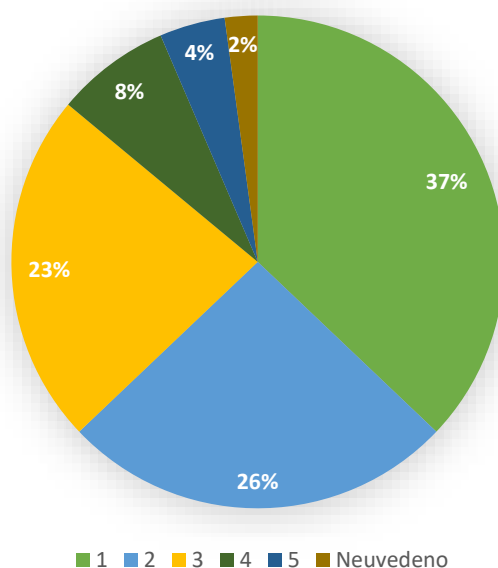
Výukové video ve výuce přírodopisu by se velmi líbilo 34 žákům (18 %). Známkou 2 mu udělilo 63 žáků (34 %). 42 žáků (23 %) má k videu neutrální vztah při výuce. 31 žáků (17 %) hodnotilo výukové video známkou 4 (Obr. 27). Vůbec by se video nelíbilo 11 žákům (6 %), 5 žáků (3 %) tuto otázku přeskočilo a neodpovědělo. Průměrné hodnocení videa je  $2,6 \pm 1,2$ .



Obr. 27 – Vyhodnocení otázky č. 13F Jak by se ti líbila výuka pomocí výukového videa?

### G) Kvízy na PC, tabletu nebo mobilu

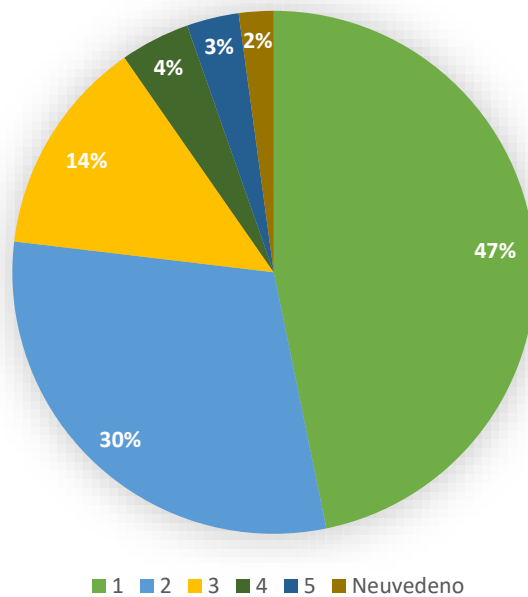
Jak lze vidět na obr. 28, nejvíce žáků (69 žáků, 37 %) označilo hodnocení 1 pro kvízy na PC, tabletu či mobilu. Líbilo by se také 48 žákům (26 %), kteří hodnotili známkou 2. 43 žáků (23 %) nemá ke kvízům kladný ani záporný postoj. Kvíz by se nelíbil 14 žákům (8 %), kteří ho hodnotili známkou 4. Vůbec by se nelíbil 8 žákům (4 %). 4 žáci (2 %) ponechali tuto otázku bez odpovědi. Průměrná známka pro kvíz na různých elektronických zařízeních má průměrnou hodnotu  $2,1 \pm 1,1$ .



Obr. 28 – Vyhodnocení otázky č. 13G Jak by se ti líbila výuka pomocí kvízů na PC, tabletu či mobilu?

## H) Výuka, při které bychom viděli reálné příklady z krajiny

Výuka s reálnými příklady z přírody by se nejvíce líbila 87 žákům (47 %). Dále by se také líbila 56 žákům (30 %), jelikož ji ohodnotili stupněm 2. 25 žáků (13 %) udělilo výuce s reálnými příklady známku 3. Pouze 8 žákům (4 %) by se tato forma výuky moc nelíbila, 6 žákům (3 %) by se nelíbila vůbec (Obr. 29). Odpověď neuvedli 4 žáci (2 %). Průměrná známka pro výuku s reálnými příklady z krajiny má hodnotu  $1,8 \pm 1$ .



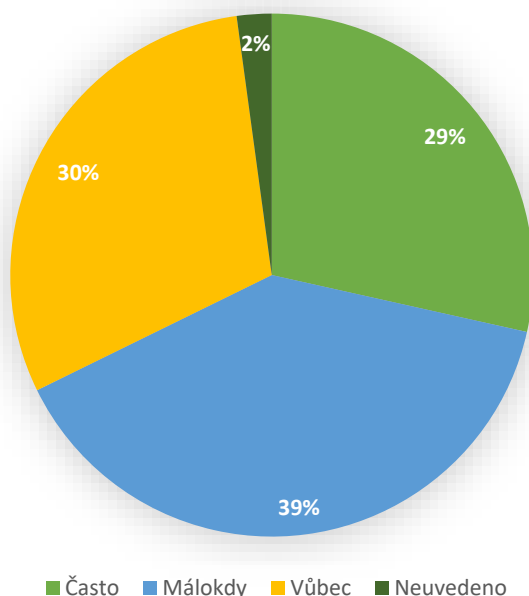
Obr. 29 – Vyhodnocení otázky č. 13H Jak by se ti líbila výuka s reálnými příklady z krajiny?

Po vyhodnocení všech dotazníků se ukázalo, že žákům by se nejvíce líbila výuka v tomto pořadí:

1. Výuka, při které by žáci viděli reálné příklady z krajiny (hodnocení 1,8)
2. Kvízy na PC, tabletu nebo mobilu (2,1)
3. Laboratorní úlohy, kde by měřili s chytrými přístroji (2,2)  
Terénní úlohy, kde by měřili s chytrými přístroji (2,2)
4. Výuka pomocí interaktivní výukové aplikace v mobilu nebo v tabletu (2,4)
5. Výukové video (2,6)  
Výuka pomocí interaktivní výukové aplikace v počítači (2,6)
6. Klasická výuka s výkladem učitele ve škole (2,7)

### Otázka č. 14 – Ve škole se v hodinách přírodopisu učíme s pomocí počítače

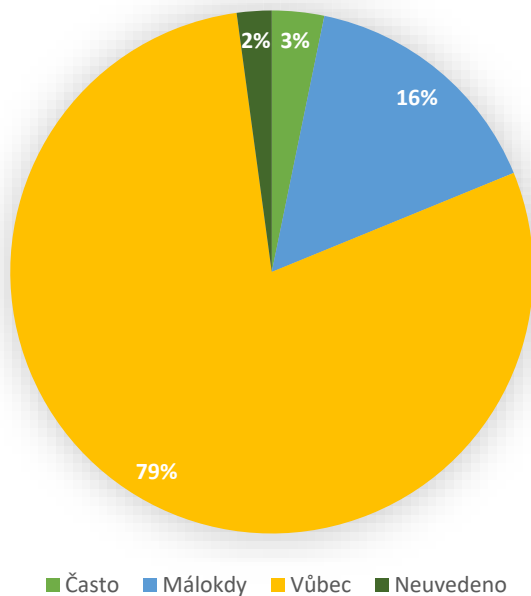
V otázce 14 měli žáci za úkol uvést, jak často pracují při výuce přírodopisu s počítačem. Často pracuje s počítačem při výuce 53 žáků (28 %). Málokdy se objeví počítač při výuce přírodopisu 73 žákům (39 %). Vůbec se neučí pomocí počítače 56 žáků (30 %). 4 žáci (2 %) odpověď u této otázky neuvedli (Obr. 30).



Obr. 30 – Vyhodnocení otázky č. 14 *Ve škole se v hodinách přírodopisu učíme s pomocí počítače*

### Otázka č. 15 - Ve škole se v hodinách přírodopisu učíme s pomocí tabletů

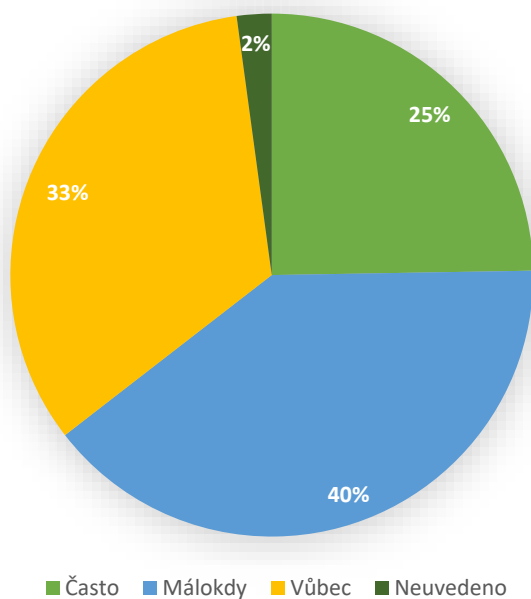
147 žáků (79 %) v dotazníku uvedlo, že se vůbec ve výuce přírodopisu neučí pomocí tabletu (Obr. 31). Málokdy se tablet objeví ve výuce 29 žáků (16 %). 6 žáků (3 %) uvedlo, že se s tabletem při výuce přírodopisu učí často. Svou odpověď neuvedli 4 žáci (2 %).



*Obr. 31 – Vyhodnocení otázky č. 15 Ve škole se v hodinách přírodopisu učíme s pomocí tabletů*

**Otázka č. 16 – Když se doma učím přírodopis, používám k tomu počítač**

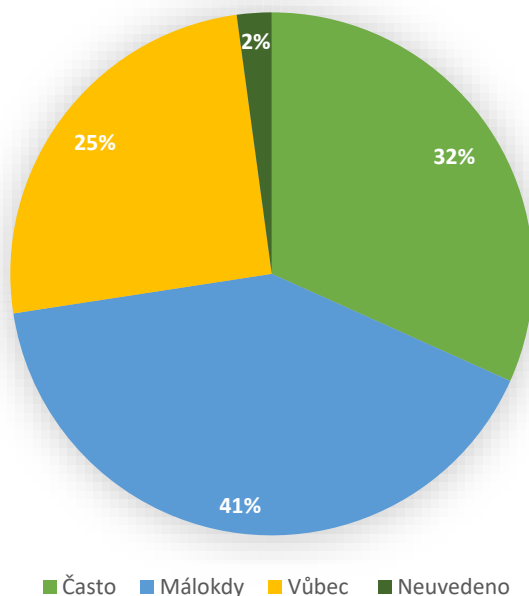
Při studiu doma využívá často počítač 46 žáků (25 %). Málokdy využije počítač k učení 74 žáků (40 %). Počítač k učení vůbec nevyužívá 62 žáků (33 %). 4 žáci (2 %) svou odpověď neuvedli (Obr. 32).



*Obr. 32 – Vyhodnocení otázky č. 16 Když se doma učím přírodopis, používám k tomu počítač*

### Otázka č. 17 – Když se doma učím přírodopis, používám k tomu mobil nebo tablet

Obr. 33 ukazuje, že mobil či tablet používá při učení přírodopisu doma často 59 žáků (32 %). Málokdy mobil či tablet využije při studiu 76 žáků (41 %). Vůbec nevyužívá mobil či tablet 47 žáků (25 %). 4 dotazníky (2 %) nebyly u této otázky vyplněny.



Obr. 33 – Vyhodnocení otázky č. 17 Když se doma učím přírodopis, používám k tomu mobil nebo tablet

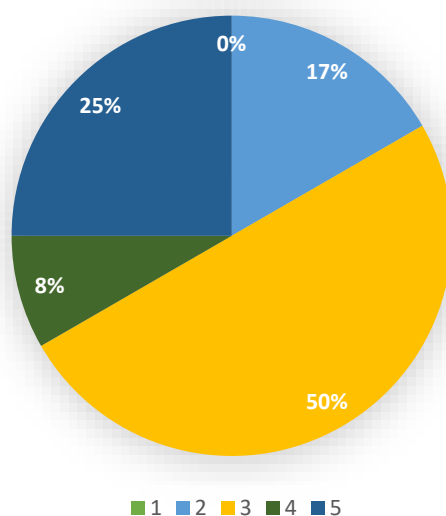
## 4.2 Dotazník pro učitele základních škol

Do dotazníkového šetření se zapojilo 12 učitelů ze všech pěti škol, ve kterých probíhalo dotazování.

V této bakalářské práci byly vyhodnoceny odpovědi z dotazníků učitelů (příloha č. 2) na otázky č. 1, 2, 9, 10, 11 a 12.

**Otázka č. 1 – Jaká je dle vašeho názoru náročnost výuky fotosyntézy pro vaše žáky? Svůj názor vyjádřete hodnocením na škále od 1 do 5, stupeň 1 = téma je nenáročné, stupeň 5 = téma je velmi náročné.**

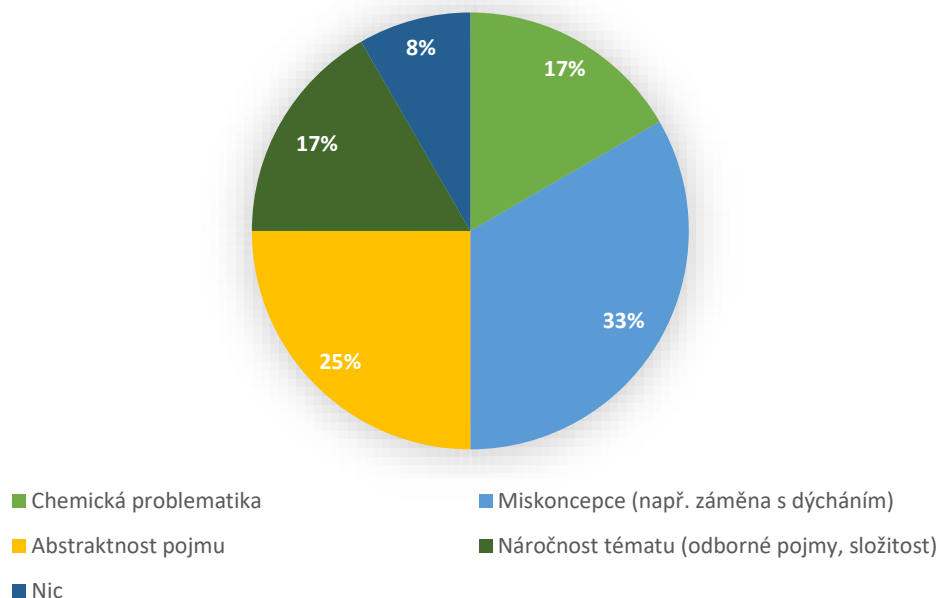
První otázka zjišťovala, jak je podle učitelova názoru náročné učivo o fotosyntéze. Dle obr. 34 je vidět, že učitelé vnímají fotosyntézu jako středně až velmi náročné učivo. Průměrná hodnota náročnosti učiva je  $3,42 \pm 1,04$ .



*Obr. 34 – Vyhodnocení otázky č. 1 Jaká je dle vašeho názoru náročnost výuky fotosyntézy pro vaše žáky?*

**Otázka č. 2 – Co považujete za největší problém při výuce tématu fotosyntéza?**

V této otevřené otázce měli učitelé možnost napsat, kde vidí největší problém pro žáky ZŠ v pochopení problematiky. Jako největší problém (33 %) uvedli pedagogové záměnu s dýcháním a další miskoncepce (Obr. 35). Další problémy, které učitelé vidí u svých žáků, jsou abstraktnost pojmů (25 %), náročnost tématu (17 %) a problémy s chemií (17 %). Jeden pedagog (8 %) si není vědom žádného problému v tématice fotosyntézy.

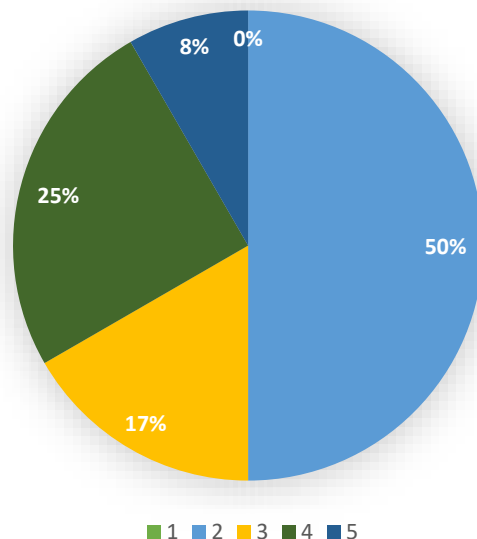


Obr. 35 – Vyhodnocení otázky č. 2 Co považujete za největší problém při výuce tématu fotosyntéza?

**Otázka č. 9 – Pokud si vzpomenete na vlastní vysokoškolská studia, jak obtížné bylo téma fotosyntéza pro Vás během Vašeho vysokoškolského studia? Ohodnoťte na stupnici od 1 do 5, kde 1 = nebylo vůbec obtížné, 5 = bylo velmi obtížné.**

Otázka č. 9 byla cílena přímo na učitele a na jejich studia na vysoké škole. Pomocí otázky s hodnotící škálou 1 až 5 měli učitelé ohodnotit náročnost studia fotosyntézy při svých studiích. Průměrná hodnota z odevzdaných dotazníků činí  $2,92 \pm 1,04$ . To znamená, že pro učitele byla středně náročná. V odpovědích (Obr. 36) se objevilo čtyři z pěti, chyběla pouze hodnota velmi lehká (hodnota 1). Nejvíce se objevovala odpověď s hodnotou 2 (50 %), což znamená, že během studií byla pro pedagogy fotosyntéza snadná.

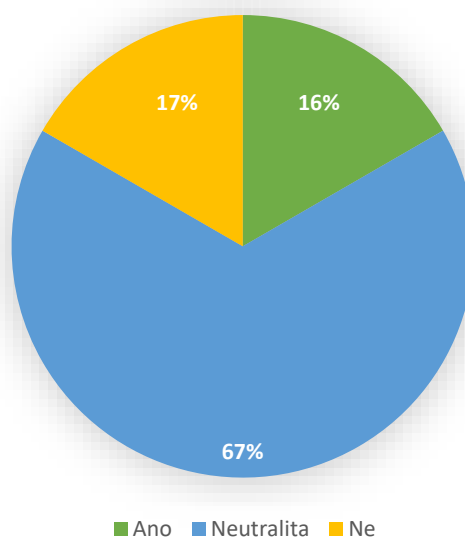




Obr. 36 – Vyhodnocení otázky č. 9 Jak obtížné bylo téma fotosyntéza pro Vás během Vašeho vysokoškolského studia?

**Otázka č. 10 – Patří téma fotosyntéza k oblíbeným ve Vaší praxi, tzn. učíte o fotosyntéze rád/a?**

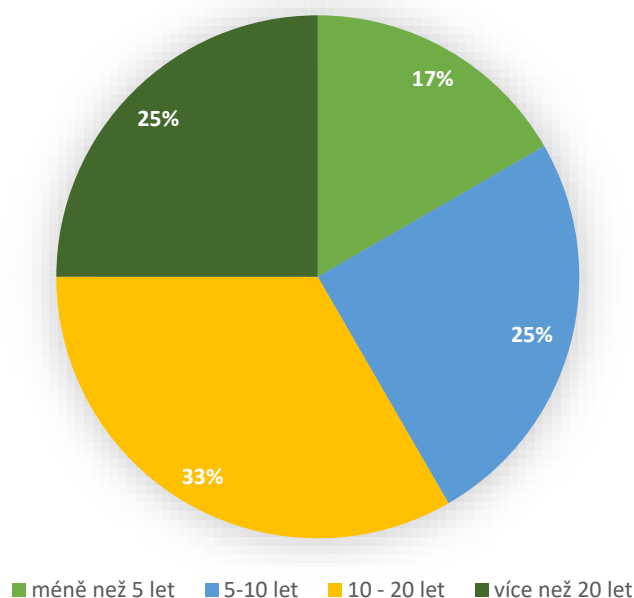
Další otázka byla zaměřena na to, zda učitelé rádi učí problematiku fotosyntézy. Dvě třetiny (67%) respondentů (Obr. 37) označily odpověď neutralita. Znamená to, že učitelé nemají k fotosyntéze kladný, ale ani záporný vztah. Dva pedagogové (16 %) mají k fotosyntéze kladný vztah, dva učitelé (17 %) naopak záporný.



Obr. 37 – Vyhodnocení otázky č. 10 Patří téma fotosyntéza k oblíbeným ve Vaší praxi?

### Otázka č. 11 – Jaká je délka Vaší pedagogické praxe?

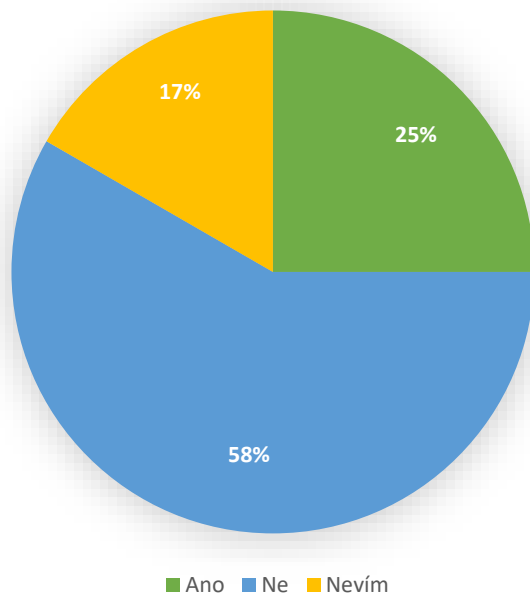
Otevřená otázka č. 11 s výběrem odpovědí byla zaměřena na délku praxe pedagoga. Jak je vidět na obr. 38, dotazník vyplňovali učitelé s různě dlouhou délkou praxe a různými zkušenostmi. Zastoupeni jsou učitelé s kratší praxí do 5 let i učitelé pracující již více než 20 let. Největší zastoupení učitelů je se zkušenostmi od 10 do 20 let.



Obr. 38 – Vyhodnocení otázky č. 11 Jaká je délka Vaší pedagogické praxe?

### Otázka č. 12 – Pozorujete u svých žáků zájem o poznání významu rostlin v krajině?

V poslední otázce dotazníku byli učitelé dotazováni na to, zda jejich žáci projevují zájem o poznání přírody a význam rostlin v krajině. Otázka byla uzavřená a na výběr měli dotazovaní ze tří odpovědí. Jak můžeme vidět (Obr. 39), většina učitelů (7 učitelů, 58 %) nepozoruje zájem svých žáků o přírodu a význam rostlin v krajině. Tento zájem projevuje pouze 25 % žáků dotazovaných učitelů (3 učitelé). 2 učitelé (17 %) neví, zda jejich žáci tento zájem mají, či nikoliv.



*Obr. 39 – Vyhodnocení otázky č. 12 Pozorujete u svých žáků zájem o poznání významu rostlin v krajině?*

## 5 Diskuze

Cílem bakalářské práce bylo zjistit znalosti o fotosyntéze, tvorbě biomasy a také to, jak by se žákům líbil jiný styl výuky botaniky v přírodopisu. Toto dotazníkové šetření bylo provedeno v kraji Vysočina (výzkum A). Nebyla to však jediná oblast, kde byl dotazník předložen k vyplnění. Další studenti PF JČU prováděli dotazníkové šetření v Jihočeském kraji (výzkum B, výzkum C). Výsledky dotazníkových šetření v jednotlivých oblastech budou porovnány mezi sebou.

V první otázce se objevovaly velmi podobné odpovědi ve všech výzkumech. Ve výzkumu A byly nejčastější odpovědi les, louka, dřevo (20 %), dále obnovitelný zdroj energie (19 %) či všechny organismy na Zemi (18 %). Nejvíce žáků však odpověď nevědělo, nebo neuvedlo (25 %). Výzkum B zjistil, že nejvíce žáků si myslí, že biomasa jsou všechny rostliny na Zemi (29,8 %), obnovitelný zdroj energie (27,15 %), všechny organismy na Zemi (22,5 %) či topný materiál (10 %). Výzkum C vyhodnotil jako nejčastější odpověď obnovitelný zdroj energie (28 %), les, louku (12 %) či zbytky rostlin i živočichů (8 %).

Druhá otázka zjišťovala žákovu znalost původu energie v biomase. Ve školách z Vysočiny (výzkum A) nejvíce žáků odpověď nevědělo (41 %). Další odpovědi byly, že energie pochází z těl organismů (20 %), slunečního záření (17 %), fotosyntézy (12 %) či spalování (9 %). Výzkum B uvádí takřka totožné odpovědi. Z výzkumu C nebyla zjištěna potřebná data k porovnání s ostatními výsledky.

Ve třetí otázce měli žáci na výběr ze tří možností. Správnou odpověď ve výzkumu A uvedlo 52 %, ve výzkumu B 59 %, ve výzkumu C 50 % dotazovaných žáků. Zde je možné vidět velmi podobné výsledky ze všech výzkumů, což dokazuje podobné znalosti v dané tematice ve všech dotazovaných oblastech ČR.

Čtvrtá otázka byla otevřená. Správnou odpověď fotosyntéza (nebo růst) uvedlo ve výzkumu A 56 %, ve výzkumu B 70 % a ve výzkumu C 47 %. Zde lze pozorovat, že výzkum C dosáhl výrazně lepší procentuální úspěšnosti než účastníci výzkumů A a B.

V první části páté otázky žáci uváděli, odkud získávají živočišné živiny. Ve všech výzkumech byla nejčastější odpověď potrava či jídlo. Dále pak žáci uváděli získávání živin

z rostlin, živočichů nebo vody. Druhá část otázky byla zaměřena na zisk živin rostlinami. Zde se ukázalo, že žáci na všech dotazovaných školách si myslí, že rostliny získávají živiny z půdy. Potvrdili tím miskoncepci, jelikož rostlina si syntetizuje živiny pomocí fotosyntézy. V dalších odpovědích se většinou objevovala půda v kombinaci s vodou Sluncem, či minerálními látkami.

Dále psali žáci odpověď do tabulky na otázku č. 6. Co potřebuje rostlina k růstu a odkud to získává? Žáci, kteří se zapojili do výzkumu A, nejčastěji uvedli vodu, živiny, Slunce (světlo, teplo). Ve výzkumu B téměř všichni žáci uvedli vodu v kombinaci s něčím jiným (Slunce, živiny, klimatické podmínky, či kombinace zmíněného). Výzkum C ukázal, že rostlina dle žáků potřebuje hlavně vodu, živiny, minerální látky, Slunce a vzduch. Jak je vidět z uvedených odpovědí, ve všech dotazníkových šetřeních se objevují stejné odpovědi v různých kombinacích. Ve druhé části otázky (Odkud rostliny živiny získávají?) se nejčastěji objevila půda, Slunce a vzduch ve všech výzkumech.

Sedmá otázka byla rozdělena do čtyř podotázek (části tabulky). První část zjišťovala, zda žáci vědí, jaké plynné látky přijímá rostlina ve dne z atmosféry. Ve všech třech výzkumech byla nejčastější odpověď  $\text{CO}_2$ . Zde se tedy ukazuje další žakovská miskoncepce, jelikož pokud by rostliny nepřijímaly kromě  $\text{CO}_2$  také kyslík, nedýchaly by. Dále žáci uváděli kyslík jako jediný plyn, který rostliny přijímají, pouze část žáků ve výzkumech A a B uvedla, že rostlina přijímá  $\text{CO}_2$  i kyslík. Další část byla zaměřena na příjem plynů rostlinami v noci. Zde ve všech výzkumech uvedla největší část žáků správnou odpověď - kyslík. V menší míře se objevila odpověď  $\text{CO}_2$ , nebo žáci neuvedli žádnou odpověď. Ve třetí části byli žáci tázáni, jaké plynné látky rostlina vydává do atmosféry ve dne. Správnou odpovědí je, že rostliny ve dne vydávají kyslík i  $\text{CO}_2$ . Tuto odpověď uvedla však pouze malá část dotazovaných žáků ve výzkumech A a C. Většina žáků uvedla, že ve dne rostlina vydává pouze kyslík. To je způsobeno tím, že si žáci myslí, že rostliny ve dne pouze fotosyntetizují, avšak nedýchají, tudíž se nám zde znovu objevuje žakovská miskoncepce. Další odpovědí byl  $\text{CO}_2$ . Poslední část zjišťovala, zda žáci vědí, které plyny rostlina vydává do atmosféry v noci. Zde většina žáků ve výzkumu A, B i C uvedla správně  $\text{CO}_2$ . Dále se v dotaznících objevily odpovědi jako kyslík, nebo si žáci myslí, že rostlina nevydává v noci žádné plyny.

V otevřené otázce č. 8 byli žáci dotazováni, zda si dokáží představit hmotnost dřeva, které se v zimě spotřebuje za jeden den. Ve výzkumu A uvedlo správnou odpověď 71 %, ve výzkumu B 64 % a ve výzkumu C 60 %. Vypovídá to o tom, že žáci mají přibližnou představu, kolik dřeva se spotřebuje. Vysoká četnost správných odpovědí je také možná způsobena tím, že nabízené možnosti hmotností byly ve velkém rozpětí.

V další otázce měli žáci za úkol vybrat pravdivé tvrzení a dále ho odůvodnit druhou odpovědí. Správnou odpověď uvedlo ve výzkumu A 58 %, ve výzkumu B 67 % a ve výzkumu C 70 %. Z toho plyne, že žáci uvažují nad vlivem biomasy na životní prostředí a mají ponětí o tom, co by se stalo, kdybychom ji odstranili.

Otázka č. 10 byla pro žáky bezpochyby tou nejsložitější, jelikož ve výzkumu A a B se neobjevila ani jedna správná odpověď. Ve výzkumu C odpověděly na otázku 2 % dotazovaných žáků. Ti si neuvědomují, že největší část sluneční energie spotřebuje rostlina na transpiraci (výpar vody z listů). Většina žáků uvedla fotosyntézu jako hlavní proces, při kterém se spotřebovává energie.

V otázce č. 13 žáci hodnotili na škále od 1 do 5, jak by se jim líbila výuka přírodopisu uvedenou formou. Ve všech výzkumech dosáhla nejlepší známky výuka s reálnými příklady z krajiny (1,7 – 1,9). Dále by se žáci rádi botaniku učili pomocí laboratorních a terénních úloh s měřením přístroji či kvízy na různých elektronických platformách. Žáky již tolik nezaujmula výuka pomocí interaktivní aplikace v počítači, výukové video či interaktivní aplikace v mobilu či tabletu. Jako nejméně oblíbená výuka, či výuka, kterou by žáci nechtěli, byla označena klasická výuka s výkladem učitele ve škole. Z toho lze snadno usoudit, že žáci by rádi změnu ve výuce a přínos moderních technologií do výuky o rostlinách a celého přírodopisu.

Poslední 4 otázky (č. 14 – č. 17) byly uzavřené otázky ohledně učení se v hodinách ve škole a doma pomocí elektronických zařízení. Pomocí počítače se v hodinách přírodopisu často učí průměrně pouze 28 % žáků. Málokdy využívá počítač průměrně 37 % žáků, vůbec ho nevyužívá 33 %. Tablet využívá ve škole často pouze 1,6 % žáků, málokdy 8,5 %, vůbec ho tedy nevyužívá 89,9 % žáků. Když se žáci učí doma přírodopis, často k tomu využívá počítač přibližně čtvrtina žáků, vůbec ho nepoužívá přibližně třetina žáků. 43 % žáků využívá počítač k učení přírodopisu jen málokdy. Mobil či tablet

používá k učení přírodopisu často 30 % dotazovaných žáků. Málokdy využije mobil či tablet 42 % dotazovaných. 28 % žáků nevyužívá mobil či tablet k učení vůbec.

Po vyhodnocení učitelských dotazníků bylo zjištěno, že učitelé vnímají téma fotosyntéza jako náročné pro své žáky. Ve výzkumu A dosáhla náročnost tématu fotosyntéza 3,42 (kdy 5 je velmi náročné), ve výzkumu B hodnota dosáhla dokonce 3,9, ve výzkumu C byla hodnota náročnosti 3,3. Největší problém ve výuce fotosyntézy vidí učitelé v abstraktnosti tématu, chemické problematice a všeobecné náročnosti tématu. Ve výzkumu A se často objevovala problematika miskonceptů učiva o rostlinách. Pro učitele byla fotosyntéza při studiu na vysoké škole středně náročná (známka 3). Rádo o fotosyntéze učí přibližně 30 % učitelů. Neutrální vztah k výuce fotosyntézy má 62 % z dotazovaných učitelů. Nerado o fotosyntéze učí 8 % učitelů na ZŠ. Zájem o poznání významu rostlin v krajině pozoruje 25 % učitelů z výzkumu A, 60 % učitelů z výzkumu B a 30 % učitelů z výzkumu C. Rozdíl v zájmu o poznání významu rostlin může být dán polohou oblasti dotazovaných škol.

## 6 Závěr

Hlavním cílem této bakalářské práce bylo zjištění znalostí fotosyntézy na 2. stupni ZŠ a porovnání výsledků s literaturou a výzkumy jiných studentů. Dalším cílem bylo zjištění názoru učitelů na náročnost a formu výuky fotosyntézy.

Výzkum prokázal výskyt miskoncepcí na základních školách. Hlavní miskoncepcí, vyskytující se ve výsledcích, je příjem a výdej plyných látek rostlinou ve dne a v noci. Z výsledků vyplývá, že se žáci domnívají, že rostlina ve dne pouze fotosyntetizuje a nedýchá, zatímco v noci rostlina pouze dýchá a proces fotosyntézy není aktivní. Dále se mnoho žáků mylně domnívá, že rostliny získávají živiny z půdy, vody či minerálních látek. Nemyslí na fotosyntézu jako na proces vytváření živin, ale nahlíží na ni jako na proces tvorby kyslíku. Tuto miskoncepci popisuje i odborná literatura.

Zajímavým vedlejším zjištěním z dotazníku je, že žáci by rádi absolvovali výuku s moderními technologiemi, pomocí terénních či laboratorních úloh, ale moderní technologie (tablety) využívá v hodinách pouze malá část pedagogů. Většina výuky přírodopisu probíhá klasickou formou výuky s výkladem učitele, která je ovšem pro žáky nezábavná a hodnotili ji spíše negativně.



## 7 Seznam literatury

Al Khawaldeh, S., & Al Olaimat, A. (2010). The Contribution of Conceptual Change Texts Accompanied by Concept Mapping to Eleventh-Grade Students Understanding of Cellular Respiration Concepts. *Journal of Science Education and Technology*, 19(2), 115-125. <https://doi.org/10.1007/s10956-009-9185-z>

Anonym. (2019). *Rozdíl mezi cyklickou a necyklickou fotofosforylací*. Retrieved 2022-03-14, from <https://cs.weblogographic.com/difference-between-cyclic>

Canal, P. (1999). Photosynthesis and 'inverse respiration' in plants: an inevitable misconception?: an inevitable misconception?. *International Journal of Science Education*, 21(4), 363-371. <https://doi.org/10.1080/095006999290598>

Cílek, V., Matějka, D., Mikuláš, R., & Ziegler, V. (2000). *Přírodopis IV pro 9. ročník základní školy*. Scientia.

Čáp, J., & Mareš, J. (2001). *Psychologie pro učitele*. Portál.

Čipková, E., Karolcik, S., & Vörösová, N. (2017). Korekcia miskoncepcií žiakov o fotosyntéze a dýchaní rastlín prostredníctvom bádateľsky orientovaného vyučovania. *Biologie. Chemie. Zeměpis*, 26, 24-34. <https://doi.org/10.14712/25337556.2017.3.4>

Dobroruka, L. (2010). *Přírodopis III pro 8. ročník základní školy* (3. vyd). Scientia.

Dobroruka, L., Cílek, V., Hasch, F., & Storchová, Z. (2016a). *Přírodopis I pro 6. ročník základní školy* (3. vyd). Scientia.

Dobroruka, L., Gutzerová, N., Kučera, T., Chocholoušková, Z., & Havel, L. (2016b). *Přírodopis II pro 7. ročník základní školy* (3. vyd). Scientia.

Faltýn, J. (2021a). *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*. MŠMT. <https://www.nuv.cz/t/rvp-pro-zakladni-vzdelavani>

Faltýn, J. (2021b). *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*. MŠMT. <https://revize.edu.cz/files/rvp-zv-2021-s-vyznacenyymi-zmenami.pdf>

- Hershey, D. (2005a). Avoid Misconceptions When Teaching About Plants. *California Journal of Science Education*, 5(2), 69-84. <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edo&AN=17469267&lang=cs&site=eds-live>
- Hershey, D. (2005b). More Misconceptions to Avoid When Teaching about Plants. American Institute of Biological Sciences. <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eric&AN=ED501356&lang=cs&site=eds-live>
- Chráska, M. (2016). *Metody pedagogického výzkumu: základy kvantitativního výzkumu* (2., aktualizované vydání). Grada.
- 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. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.474>
- Kincl, M., & Krpeš, V. (2006). *Základy fyziologie rostlin* (3., dopl. vyd). Václav Krpeš.
- Klouda, P. (2005). *Základy biochemie* (2., přeprac. vyd). Pavel Klouda.
- Luštinec, J., & Žárský, V. (2005). *Úvod do fyziologie vyšších rostlin* (První). Karolinum.
- Mareš, J. (2013). *Pedagogická psychologie*. Portál.
- Pamungkas, M., Saputro, S., & Mulyani, S. (2019). Misconceptions on Photosynthesis and Plant Respiration Topics Based on Thinking Styles. *Journal of Physics: Conference Series*, 1241, 012058. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1241/1/012058>
- Pavlasová, L. (2014). *Přehled didaktiky biologie*. Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta.
- Procházka, S. (1998). *Fyziologie rostlin*. Academia.
- Procházka, S. (2003). *Botanika: morfologie a fyziologie rostlin* (1. vyd. - dotisk). MZLU.
- Ryplová, R. (2014). *Fyziologie rostlin: Skriptum pro studující Učitelství přírodopisu pro 2. stupeň ZŠ*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.

Šebánek, J. (1983). *Fyziologie rostlin* (1. vyd). Státní zemědělské nakladatelství.

Špička, J. (2004). *Biochemie*. Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta.

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

Tomášková, I., & Kubásek, J. (2016). *Fyziologie lesních dřevin I.: Fyziologie, produkce a stresy rostlin* (První). Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, katedra genetiky a fyziologie lesních dřevin.

Ürey, M. (2018). Defining the Relationship between the Perceptions and the Misconceptions about Photosynthesis Topic of the Preservice Science Teachers. *European Journal of Educational Research*, 7, 813-826. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.7.4.813>

Vališová, A., Kasíková, H., & Bureš, M. (2011). *Pedagogika pro učitele* (2., rozš. a aktualiz. vyd). Grada.

Vodrážka, Z. (1993). *Biochemie*. Academia.

## 8 Seznam obrázků

Obr. 1 - Necyklický transport elektronů

Obr. 2 - Cyklický transport elektronů

Obr. 3 - Schéma kurikulárních dokumentů

Obr. 4 - Fotosyntetizující rostlina v půdě

Obr. 5 – Pohlaví žáků

Obr. 6 – Věk žáků

Obr. 7 – Vyhodnocení otázky č. 1 Co je to rostlinná biomasa?

Obr. 8 – Vyhodnocení otázky č. 2 Odkud pochází energie, která je v biomase skryta?

Obr. 9 - Vyhodnocení otázky č. 3 Jaký je podíl biomasy na obnovitelných zdrojích?

Obr. 10 – Vyhodnocení otázky č. 4 Jaký proces v rostlinném těle je nejdůležitější pro tvorbu biomasy?

Obr. 11 – Vyhodnocení otázky č. 5A Živočichové získávají živiny z

Obr. 12 – Vyhodnocení otázky č. 5B Rostliny získávají živiny z

Obr. 13 – Vyhodnocení otázky číslo 6A Co rostlina k růstu potřebuje?

Obr. 14 – Vyhodnocení otázky číslo 6B Odkud získává suchozemská rostlina potřebné látky k životu?

Obr. 15 – Vyhodnocení otázky číslo 7A Jaké plynné látky přijímají rostliny z atmosféry ve dne?

Obr. 16 – Vyhodnocení otázky č. 7B Jaké plynné látky přijímají rostliny z atmosféry v noci?

Obr. 17 – Vyhodnocení otázky č. 7C Jaké plynné látky rostliny vydávají do atmosféry ve dne?

Obr. 18 – Vyhodnocení otázky č. 7D Jaké plynné látky rostliny vydávají do atmosféry v noci?

Obr. 19 – Vyhodnocení otázky č. 8 Jestliže v zimě spotřebujeme na otop v domácnosti za den např. 40 kWh elektrické energie, dokážete si představit, jaké množství dřeva na to přibližně spotřebujeme?

Obr. 20 – Vyhodnocení otázky č. 9 Vyberte z následujících tvrzení jedno pravdivé a následně vyberte jeden z důvodů, proč jste toto tvrzení vybrali

Obr. 21 – Vyhodnocení otázky č. 10 Pro jaký proces rostlina spotřebovává největší část sluneční energie, která na ni dopadá?

Obr. 22 – Vyhodnocení otázky č. 13A Jak by se ti líbila klasická výuka s výkladem učitele ve škole?

Obr. 23 – Vyhodnocení otázky č. 13B Jak by se ti líbila výuka pomocí interaktivní aplikace v mobilu nebo tabletu?

Obr. 24- Vyhodnocení otázky č. 13C Jak by se ti líbila výuka pomocí výukové aplikace v počítači?

Obr. 25 – Vyhodnocení otázky č. 13D Jak by se ti líbila výuka pomocí terénních úloh, kde byste měřili s chytrými přístroji?

Obr. 26 – Vyhodnocení otázky č. 13E Jak by se ti líbila výuka pomocí laboratorních úloh, kde byste měřili s chytrými přístroji?

Obr. 27 – Vyhodnocení otázky č. 13F Jak by se ti líbila výuka pomocí výukového videa?

Obr. 28 – Vyhodnocení otázky č. 13G Jak by se ti líbila výuka pomocí kvízů na PC, tabletu či mobilu?

Obr. 29 – Vyhodnocení otázky č. 13H Jak by se ti líbila výuka s reálnými příklady z krajiny?

Obr. 30 – Vyhodnocení otázky č. 14 Ve škole se v hodinách přírodopisu učíme s pomocí počítače

Obr. 31 – Vyhodnocení otázky č. 15 Ve škole se v hodinách přírodopisu učíme s pomocí tabletů

Obr. 32 – Vyhodnocení otázky č. 16 Když se doma učím přírodopis, používám k tomu počítač

Obr. 33 – Vyhodnocení otázky č. 17 Když se doma učím přírodopis, používám k tomu mobil nebo tablet

Obr. 34 – Vyhodnocení otázky č. 1 Jaká je dle vašeho názoru náročnost výuky fotosyntézy pro vaše žáky?

Obr. 35 – Vyhodnocení otázky č. 2 Co považujete za největší problém při výuce tématu fotosyntéza?

Obr. 36 – Vyhodnocení otázky č. 9 Jak obtížné bylo téma fotosyntéza pro Vás během Vašeho vysokoškolského studia?

Obr. 37 – Vyhodnocení otázky č. 10 Patří téma fotosyntéza k oblíbeným ve Vaší praxi?

Obr. 38 – Vyhodnocení otázky č. 11 Jaká je délka Vaší pedagogické praxe?

Obr. 39 – Vyhodnocení otázky č. 12 Pozorujete u svých žáků zájem o poznání významu rostlin v krajině?

## **9 Přílohy**

### **Seznam příloh**

Příloha č. 1 – dotazník pro žáky

Příloha č. 2 – dotazník pro učitele

## Příloha č. 1 – Dotazník pro žáky

V současné době se hodně mluví o rostlinné biomase a jejím využívání, rozumíme tomu, co je to biomasa, jak vzniká a proč ji lze využívat? Odpověz prosím na několik následujících otázek:

Pohlaví     muž     žena                      prosím, uveď svůj věk: .....let

### 1. Co je to rostlinná biomasa?

.....

.....

.....

.....

### 2. Biomasa je považována za obnovitelný zdroj energie. Odkud pochází energie, která je v biomase skryta?

.....

.....

.....

.....

### 3. Česká republika využívá k výrobě energie uhlí ze 45 %, jádro ze 43 % a obnovitelné zdroje (vodní energie, větrná energie, sluneční energie biomasa) ze 12 %. Jaký je podíl biomasy na obnovitelných zdrojích? (vyber jednu z následujících možností)

Podíl biomasy na obnovitelných zdrojích energie v ČR je:

- a) 25 %                                      b) 50 %                                      c) 80 %

### 4. Jaký proces v rostlinném těle je nejdůležitější pro tvorbu biomasy?

.....

### 5. Srovnej výživu rostlin a výživu živočichů – doplň následující věty

- a. živočichové získávají živiny z

.....

.....

- b. rostliny získávají živiny z

.....

.....



**6. Do následující tabulky doplň, co všechno rostlina potřebuje ke svému růstu a odkud to získává. Vyjmenuj vše, co je podle Tebe pro růst nezbytné**

Co rostlina k růstu potřebuje?	Odkud to získává suchozemská rostlina	Odkud to získává vodní rostlina?

**7. Do následující tabulky doplň, jaké plynné látky rostliny přijímají z atmosféry a jaké do ní uvolňují ve dne a jaké v noci?**

	Ve dne	V noci
Jaké plynné látky přijímají rostliny z atmosféry		
Jaké plynné látky rostliny vydávají do atmosféry		

**8. Jestliže v zimě spotřebujeme na otop v domácnosti za den např. 40 kWh elektrické energie, dokážete si představit, jaké množství dřeva na to přibližně spotřebujeme?**

- a) Přibližně 1 kg dřeva
- b) Přibližně 10 kg dřeva
- c) Přibližně 100 kg dřeva

**9. Vyberte z následujících tvrzení jedno pravdivé a následně vyberte jeden z důvodů, proč jste toto tvrzení vybrali:**

- a) Odstraníme-li živou biomasu (např. les) z velké plochy, má to příznivý vliv na naše životní prostředí
- b) Odstraníme-li živou biomasu (např. les) z velké plochy, nemá to žádný vliv na naše životní prostředí
- c) Odstraníme-li živou biomasu (např. les) z velké plochy, má to negativní vliv na naše životní prostředí

Toto tvrzení považuji za pravdivé, protože:

- i) rostliny, hlavně lesy, vypařují mnoho vody a způsobují tak sucho
- ii) se sníží se množství oxidu uhličitého v atmosféře a sníží se globální oteplování
- iii) se oteplí okolní vzduch, v krajině ubude voda a způsobí to erozi půdy

10. Pro jaký proces rostlina spotřebovává největší část sluneční energie, která na ni dopadá?

.....

11. V létě se na vodních nádržích vytváří tzv. vodní květ. Jaké organismy ho tvoří a jak vzniká?

.....

.....

12. Vyberte z následujících tvrzení jedno pravdivé a následně vyberte jeden z důvodů, proč jste toto tvrzení vybrali:

- a) Během dne je ve vodě rybníka s vodními rostlinami více kyslíku a méně oxidu uhličitého než v noci
- b) V noci je ve vodě rybníka s vodními rostlinami méně kyslíku a více oxidu uhličitého než ve dne
- c) Ve dne a v noci je množství kyslíku a oxidu uhličitého ve vodě rybníka s vodními rostlinami vyrovnané

**Toto tvrzení považuji za pravdivé, protože:**

- i) Vodní rostliny ve dne pouze fotosyntetizují, kdežto v noci pouze dýchají, ve dne tedy uvolňují díky fotosyntéze kyslík a v noci ho při dýchání spotřebovávají
- ii) Vodní rostliny dýchají ve dne i v noci, ale ve dne zároveň při fotosyntéze také uvolňují kyslík a spotřebovávají oxid uhličitý
- iii) Rostliny ve vodě nemohou růst, protože je tam málo světla, po většinu roku chladno a plyny (kyslík, oxid uhličitý) se pohybují velmi pomalu
- iv) Vodní rostliny množství kyslíku ani oxidu uhličitého ve vodě neovlivňují, protože pod vodou nemohou dýchat

**13. Jaká výuka o rostlinách by Tě bavila? U každé z následujících otázek zaškrtni stupeň na stupnici, který nejlépe vyjadřuje Tvůj názor (známkuj jako ve škole, 1= líbilo by se Ti nejvíce, 5= vůbec by se Ti nelíbilo)**

- a) Klasická výuka s výkladem učitele ve škole

Líbilo by se mi nejvíc	1	2	3	4	5	Vůbec by se mi nelíbilo
------------------------	---	---	---	---	---	-------------------------

- b) Pomocí interaktivní výukové aplikace v mobilu nebo tabletu

Líbilo by se mi nejvíc	1	2	3	4	5	Vůbec by se mi nelíbilo
------------------------	---	---	---	---	---	-------------------------

c) Pomocí interaktivní výukové aplikace v počítači

Líbilo by se mi nejvíc	1	2	3	4	5	Vůbec by se mi nelíbilo
------------------------	---	---	---	---	---	-------------------------

d) Terénní úlohy, kde bychom měřili s chytrými přístroji

Líbilo by se mi nejvíc	1	2	3	4	5	Vůbec by se mi nelíbilo
------------------------	---	---	---	---	---	-------------------------

e) Laboratorní úlohy, kde bychom měřili s chytrými přístroji

Líbilo by se mi nejvíc	1	2	3	4	5	Vůbec by se mi nelíbilo
------------------------	---	---	---	---	---	-------------------------

f) Výukové video

Líbilo by se mi nejvíc	1	2	3	4	5	Vůbec by se mi nelíbilo
------------------------	---	---	---	---	---	-------------------------

g) Kvízy na PC tabletu, mobilu

Líbilo by se mi nejvíc	1	2	3	4	5	Vůbec by se mi nelíbilo
------------------------	---	---	---	---	---	-------------------------

a) Výuka, při které bychom viděli reálné příklady z krajiny

Líbilo by se mi nejvíc	1	2	3	4	5	Vůbec by se mi nelíbilo
------------------------	---	---	---	---	---	-------------------------

**14) Ve škole se v hodinách přírodopisu učíme s pomocí počítače**

- a) často                      b) málokdy                      c) vůbec

**15) Ve škole se v hodinách přírodopisu učíme s pomocí tabletů**

- a) často                      b) málokdy                      c) vůbec

**16) Když se doma učím na přírodopis, používám k tomu počítač**

- a) často                      b) málokdy                      c) vůbec

**17) Když se doma učím na přírodopis, používám k tomu mobil nebo tablet**

- a) často                      b) málokdy                      c) vůbec

---

*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*

# fotosyntéza

\* Povinné

1. Jaká je dle vašeho názoru náročnost tématu fotosyntéza pro vaše žáky? Svůj názor vyjádřete hodnocením na škále od 1 do 5, stupeň 1 = téma je nenáročné, stupeň 5 = téma je velmi náročné. \*

1 (fotosyntéza  
je téma  
nenáročné)

2

3

4

5 (fotosyntéza  
je téma velmi  
náročné)

2. Co považujete za největší problém při výuce tématu fotosyntéza? \*

3. Zmiňujete ve své výuce také fotosyntézu vodních rostlin? Pokud ano, specifikujte prosím, v jakém smyslu \*

4. Považujete v současné době za důležité seznámit žáky s významem rostlin pro vodní ekosystémy? Svou odpověď prosím zdůvodněte. \*

5. Používáte při výuce tématu fotosyntéza digitální výukové zdroje?

Pokud ano, uveďte prosím, jaké \*

6. Pokud by byla k dispozici kvalitní digitální aplikace pro výuku fotosyntézy, používal/a byste ji ve své praxi? \*

- ANO
- Pouze výjimečně
- NE

7. Co by měla obsahovat digitální výuková aplikace, kterou byste ve výuce používal/a - vyberte vše, co se Vám zdá vhodné \*

- a) Interaktivní učebnice fotosyntézy
- b) Interaktivní terénní úlohy
- c) Interaktivní laboratorní úlohy využívající žákovská měření cenově dostupnými moderními měřicími přístroji
- d) Výuková videa
- e) Výuková schémata
- f) Mapy, grafy, 2D a 3D animace
- g) interaktivní cvičení s auto-evaluačním vyhodnocením
- h) testy s automatickým vyhodnocením, grafy
- jiné

8. Pokud jste v předcházející otázce vybral/a možnost jiné, uveďte zde prosím, jaké další součásti by podle Vašeho názoru měla výuková aplikace obsahovat

9. Pokud si vzpomenete na vlastní vysokoškolská studia, jak obtížné bylo téma fotosyntéza pro Vás během Vašeho vysokéhoškolského studia? Ohodnoťte na stupnici od 1 do 5, kde 1 = nebylo vůbec obtížné, 5 = bylo velmi obtížné \*

	1 (nebylo vůbec obtížné)	2	3	4	5 (bylo velmi obtížné)
Možnost 1	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. Patří téma fotosyntéza k oblíbeným ve Vaší praxi, tzn. učíte o fotosyntéze rád/ a? \*

- ANO
- NE
- Mám k výuce tohoto tématu neutrální vztah

11. Jaká je délka Vaší pedagogické praxe? \*

- méně než 5 let
- 5 - 10 let
- 10 - 20 let
- více než 20 let

12. Pozorujete u svých žáků zájem o poznání významu rostlin v krajině? \*

- ANO
- NE
- nevím