



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

# Fotosyntetická tvorba biomasy jako výukové téma na základní škole

Vypracovala: Karolína Kovačiková  
Vedoucí práce: RNDr. Renata Ryplová, Ph.D

České Budějovice 2021

Prohlášení:

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracovala 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 Pedagogickou fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledky 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

.....

(Karolína Kovačiková)

## **Abstrakt**

Tato bakalářská práce se zabývá fotosyntetickou tvorbou biomasy ve výuce na druhém stupni základních škol z pohledu žáků a učitelů. Cílem práce bylo zjištění znalostí a mylných představ žáků osmých a devátých ročníků základních škol a víceletých gymnázií o fotosyntéze a fotosyntetické tvorbě biomasy a také, jaké jsou postoje učitelů k výuce fotosyntézy. V literární rešerši je zmíněna biomasa, fotosyntetická tvorba biomasy, samotná fotosyntéza a problémy ve výuce fotosyntézy. Dále se literární část zabývá analýzou učebnic přírodopisu od nakladatelství SPN – pedagogické nakladatelství. Těžištěm práce je dotazníkové šetření, které bylo provedeno na čtyřech základních školách a jednom víceletém gymnáziu mezi žáky a učiteli. Výsledky poukazují na znalosti a mylné představy žáků o fotosyntéze a rostlinné biomase.

**Klíčová slova:** fotosyntéza, rostlinná biomasa, miskoncepce

## **Abstract**

This bachelor thesis deals with the photosynthetic creation of biomass in teaching at the second stage of primary schools from the point of view of students and teachers. The aim of the thesis was to find out the knowledge and misconceptions of the students of the eighth and ninth grades of primary schools and multi-year grammar schools about photosynthesis and photosynthetic biomass production and also what are the attitudes of teachers to teaching photosynthesis. The theoretical part of this bachelor thesis mentions biomass, photosynthetic biomass formation, photosynthesis itself and problems in teaching photosynthesis. In addition, the theoretical part also includes an analysis of science textbooks from SPN – pedagogical publishing house. The focus of the thesis is a questionnaire survey, which was conducted in four primary schools and one multi-year grammar school among students and teachers. The results highlight the knowledge and misconceptions of students about photosynthesis and plant biomass.

**Key words:** photosynthesis, plant biomass, misconception

## **Poděkování**

Chtěla bych velmi poděkovat vedoucí mé bakalářské práce RNDr. Renatě Ryplové, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a připomínky při zpracování mé bakalářské práce.

Dále bych chtěla poděkovat všem respondentům, kteří věnovali čas vyplnění dotazníků.

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Literární přehled</b> .....	<b>2</b>
2.1	Biomasa .....	2
2.1.1	Fytomasa – rostlinná biomasa .....	2
2.1.2	Cíle trvale udržitelného rozvoje .....	2
2.2	Fotosyntetická produkce biomasy .....	3
2.3	Definice fotosyntézy .....	4
2.3.1	Význam fotosyntézy z historického hlediska .....	4
2.3.2	Fotosyntetické struktury .....	5
2.3.3	Průběh fotosyntézy .....	6
2.4	Problémy ve výuce fotosyntézy .....	7
2.4.1	Kritická místa ve výuce přírodopisu .....	8
2.4.2	Miskoncepce .....	9
2.4.3	Miskoncepce o fotosyntéze a dýchání .....	9
2.5	Fotosyntetická tvorba biomasy v RVP ZV .....	14
2.5.1	Rámcově vzdělávací program – RVP .....	14
2.5.2	Rámcově vzdělávací program pro základní vzdělávání – RVP ZV .....	15
2.6	Téma fotosyntéza v didaktických učebnicích .....	16
2.6.1	Učebnice I .....	16
2.6.2	Učebnice II .....	17
<b>3</b>	<b>Metodika</b> .....	<b>19</b>
<b>4</b>	<b>Výsledky</b> .....	<b>20</b>
4.1	Dotazníkové šetření – učitelé .....	20
4.2	Dotazníkové šetření – žáci .....	26

<b>5</b>	<b>Diskuze.....</b>	<b>47</b>
<b>6</b>	<b>Seznam použité literatury .....</b>	<b>52</b>

# 1 Úvod

Tato bakalářská práce se zabývá fotosyntetickou tvorbou biomasy ve výuce na druhém stupni základních škol z pohledu žáků a učitelů.

Cílem mé bakalářské práce bylo prostřednictvím dotazníkového šetření zjistit, jaké jsou znalosti a mylné představy žáků základních škol a nižších gymnázií o fotosyntetické tvorbě biomasy a jaké jsou postoje učitelů k výuce tohoto tématu. Fotosyntéza je velmi důležitý biochemický proces, při kterém rostliny přeměňují světelnou energii na energii chemickou. Mezi fotosyntetizující organismy nepatří jenom zelené rostliny, ale i řasy a sinice, tyto organismy přeměňují anorganické látky vodu a oxid uhličitý na organické sloučeniny sacharidy a ukládají si při tom světelnou energii do chemických vazeb. Odpadním produktem fotosyntézy je kyslík, který je ale velmi důležitý pro buněčné dýchání živočichů, bakterií i rostlin. Výsledkem fotosyntetické produkce je biomasa, která se stává stále využívanějším obnovitelným zdrojem energie a je velmi důležité ji využívat v souladu s cíli trvale udržitelného rozvoje. Fotosyntéza patří mezi jedno z nejobtížnějších témat, které se na základní škole v přírodopisu vyučuje, také je toto téma mezi žáky nejméně oblíbené, nejspíše z toho důvodu, že je pro žáky toto téma velmi těžce představitelné a žáci si jej osvojují učením nazpaměť. Z tohoto důvodu u mnoha žáků mohou vznikat mylné, či naprosto špatné představy, které se označují pojmem miskoncepce. V rámci bakalářské práce jsem se také zaměřila na analýzu učebnic přírodopisu pro základní školy od nakladatelství SPN – pedagogické nakladatelství, ve kterých jsem hledala téma fotosyntézy.



## **2 Literární přehled**

### **2.1 Biomasa**

Biomasa je charakterizována jako veškerý organický materiál, který se vyskytuje na Zemi (Vobořil, 2017). Zahrnuje všechnu suchozemskou a vodní vegetaci, chov živočichů a organické odpady z potravinářské, zemědělské a lesní výroby, také odpady z komunálního hospodářství a z údržby krajiny a péči o ni (Pastorek et al., 2004). Biomasu můžeme tedy dělit podle jejího původu nebo způsobu vzniku na fytomasu – rostlinnou biomasu, zoomasu – živočišný odpad v podobě exkrementů a uhynulých zvířat či dendromasu – dřeviny nebo odpady z dřevozpracujícího průmyslu v podobě pilin (Weger, 2009).

#### **2.1.1 Fytomasa – rostlinná biomasa**

Největším producentem biomasy jsou zelené rostliny, které využívají sluneční energii, oxid uhličitý a vodu k produkci sacharidů a dalších odvozených organických látek (McKendry, 2002). Rostlinná biomasa ve formě dřeva je lidmi dlouho využívána pro energetické účely, výrobu celulózy a papíru, textilií a mnoho dalšího. V poslední době je rostlinná biomasa považována také za významný obnovitelný zdroj biopaliv. Ty se vyrábějí v současné době převážně ze škrobu, sacharózy a cukrové třtiny. Většina biomasy pochází ale z buněčných stěn, které se zdají být nejhojnějším obnovitelným zdrojem biopaliv. Výtěžnost rostlinné biomasy je dána řadou faktorů, jako je účinnost zachycování sluneční energie a přeměna zachycené sluneční energie ve vegetační pletiva, která tvoří většinu rostlinné biomasy (Demura & Ye, 2010).

#### **2.1.2 Cíle trvale udržitelného rozvoje**

Biomasa je také definována jako zdroj energie, který má obnovitelný charakter. Využívá se zejména k energetickým a potravinářským účelům nebo k výrobě biopaliv (Pastorek et al., 2004). Pokud ale budeme rostlinnou biomasu pěstovat na polích ve velkém množství, může docházet k erozi půdy a snižuje se schopnost krajiny zadržovat vodu,

čímž roste riziko povodní, proto je velmi důležité biomasu využívat v souladu s cíli trvale udržitelného rozvoje (Anonym a, 2013).

Cíle trvale udržitelného rozvoje byly přijaty všemi členskými státy OSN v roce 2015. Těchto cílů bylo stanoveno 17 a jsou součástí patnáctiletého plánu na dosažení agendy Rozvojových cílů tisíciletí. Mezi těchto 17 cílů řadíme konec chudoby, konec hladu, zdraví a kvalitní život, kvalitní vzdělání, rovnost mužů a žen, pitnou vodu a kanalizaci, dostupné a čisté energie, důstojnou práci a ekonomický růst, průmysl a infrastrukturu, méně nerovností, udržitelná města a obce, odpovědnou výrobu a spotřebu, klimatická opatření, život ve vodě, život na souši, mír a spravedlnost a silné instituce, partnerství ke splnění cílů (Anonym b, 2022). Cíle trvale udržitelného rozvoje slouží jako komplexní rámec pro řízení opatření ve všech odvětvích lidské činnosti a ztělesňují poselství, které bylo před více než 30 lety vyjádřeno v dokumentu Naše společná budoucnost. Cíle udržitelného rozvoje se vztahují na všechny země bez ohledu na jejich ekonomické postavení a slouží jako základní kámen pro národní strategie udržitelného rozvoje (Blair et al., 2021).

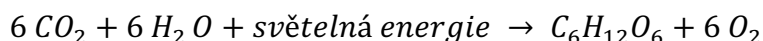
## **2.2 Fotosyntetická produkce biomasy**

Biomasa je rostlinný materiál získaný prostřednictvím procesu fotosyntézy, kdy probíhá reakce mezi oxidem uhličitým, vodou a slunečním zářením za vzniku sacharidů, které tvoří základní stavební kameny biomasy. Při fotosyntéze se přeměňuje méně než 1 % dostupného slunečního světla na uloženou chemickou energii. Sluneční energie pohánějící fotosyntézu je uložena v chemických vazbách strukturních složek biomasy (McKendry, 2002).

Základem produktivity kulturních rostlin je tvorba, distribuce a akumulace produktů fotosyntézy. Výnos plodin je determinován slunečním zářením, které dopadá na porost a následuje fotosyntéza. V časovém horizontu se uplatňuje absorpce záření porostem s následnou účinností využití absorbovaného záření ve fotosyntéze. O množství hospodářského výnosu rozhoduje způsob transportu a distribuce asimilátů v rostlinách (Nátr, 2002).

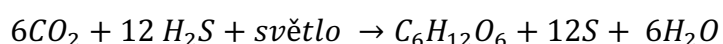
## 2.3 Definice fotosyntézy

Fotosyntéza je biochemický proces, při kterém rostliny přeměňují světelnou energii na energii chemickou (Klouda, 2000). Mezi fotosyntetizující organismy patří řasy, rostliny a sinice (Alberts et al., 1998). Tyto organismy ukládají světelnou energii do chemických vazeb a přeměňují při tom anorganické látky vodu a oxid uhličitý na organické sloučeniny sacharidy. Rostliny, ale i organismy, které se živí rostlinami, využívají jako zdroj energie sacharidy (Klouda, 2000). Při štěpení molekuly vody, vzniká jako odpadní produkt kyslík, jenž je velmi důležitý pro buněčné dýchání živočichů, bakterií a rostlin (Alberts et al., 1998). Souhrnně lze rovnici fotosyntézy vyjádřit ve tvaru (Závodská, 2006):



### 2.3.1 Význam fotosyntézy z historického hlediska

Vývoj planety Země byl velmi ovlivněn vznikem fotosyntézy. Před třemi miliardami let se objevily na Zemi první organismy, které byly schopné využívat energii ze světla. Před vznikem fotoautotrofních organismů byly na planetě pouze prokaryotické organismy, zejména anaerobní fotoautotrofní bakterie, které neprodukovaly kyslík. Tyto bakterie jako donor elektronů využívaly například sirovodík (Ryplová, 2014).



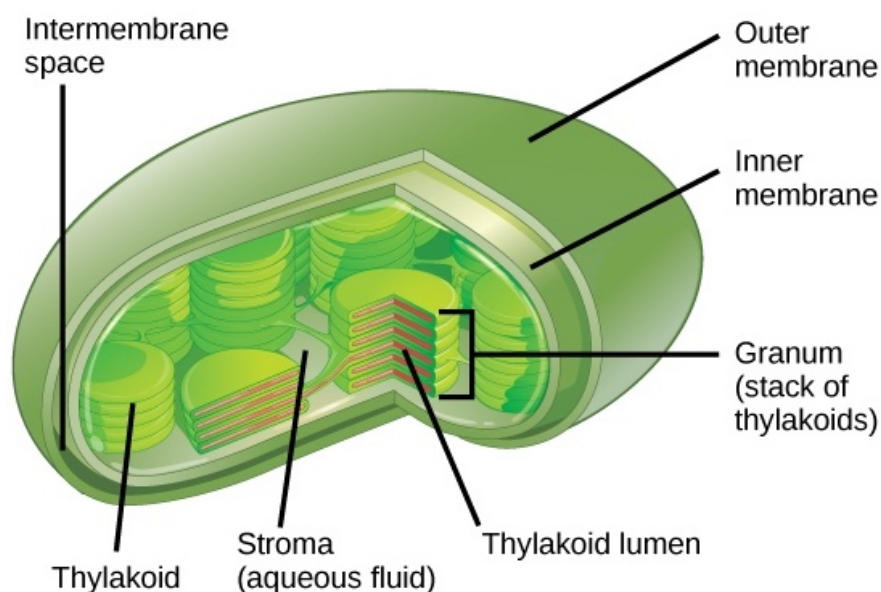
V atmosféře se díky fotoautotrofním organismům objevil kyslík, který umožnil vývoj složitějších živých organismů na Zemi. V horních vrstvách atmosféry se začala vytvářet ochranná vrstva země – ozonová vrstva, která vznikla vlivem formování molekul kyslíku (Ryplová, 2014).

## 2.3.2 Fotosyntetické struktury

### 2.3.2.1 List

List je struktura zcela adaptovaná na provádění fotosyntézy. Je to rostlinný orgán, který je velmi tenký a plochý, přizpůsobený k maximální absorpci světelného záření a k výměně plynů mezi vnitřkem listu a okolní atmosférou (Procházka, 1998).

### 2.3.2.2 Chloroplast



Obrázek č.1: Struktura chloroplastu (Molnar & Pokorný, 2015)

Chloroplast je buněčná organela, ve které se uskutečňuje fotosyntéza. V průměru má 5-10 mikrometrů a je zelené barvy. Na povrchu chloroplastu jsou dvě membrány, vnější je propustná, vnitřní pouze selektivně. Základní plasmatickou hmotou plastidu je stroma, obsahující enzymy Calvinova cyklu, ribosomy, kapénky lipidů a plastidovou mRNA a DNA (Luštinec & Žárský, 2003). Uvnitř chloroplastu jsou umístěny thylakoidy - ploché váčky, které jsou na sebe naskládány a vytváří sloupečky, zvané grana (Závodská, 2006).

V membráně thylakoidu je přítomno několik různých pigmentů. Nejvíce zastoupené jsou zelené chlorofyly – chlorofyl a a chlorofyl b, dále xanthofyly a karotenoidy, které jsou zbarveny žlutě až oranžově (Luštinec & Žárský, 2003). Světelných reakcí, při nichž se přeměňuje světelná energie v chemickou, se přímo účastní chlorofyl a. Pomocná barviva jsou karotenoidy a chlorofyl b, které předávají absorbovanou světelnou energii chlorofylu a (Závodská, 2006).

### **2.3.3 Průběh fotosyntézy**

Průběh fotosyntézy je tvořen fotochemickými procesy, které vyžadují světlo a také temnostními enzymatickými procesy, které probíhají bez světla (Walter & Larcher, 1988).

#### **2.3.3.1 Světelná fáze**

První fází fotosyntézy jsou světelné reakce odehrávající se v membráně thylakoidů chloroplastů (Klouda, 2000). Molekuly chlorofylu dokáží zachytit energii ze slunečního záření. V membráně thylakoidů je zabudovaný elektron – transportní řetězec, kterým prochází uvolněné elektrony s vysokým obsahem energie. Elektrony uvolňují energii, která je využita k tvorbě ATP a NADPH. Molekula chlorofylu, která je spojena s dalšími molekulami bílkovin, karotenoidů vytváří dva fotosystémy zachycující světelnou energii. Fotosystém I se nazývá také P 700 a pohlcuje nejlépe světlo o vlnové délce 700 nm. Fotosystém II neboli P 680 a absorbuje záření o vlnové délce 680 nm (Závodská, 2006). Absorpcí světla se chlorofyly obou systémů dostávají do excitovaného stavu (Kincl & Faustus, 1978). Ve fotosystému II se pohlcením světla excituje chlorofyl a a uvolní se jeden elektron, který prochází přes elektron-transportní řetězec a dále uvolňuje energii. Energie je použita na tvorbu ATP a k transportu vodíkových protonů  $H^+$  přes thylakoidní membránu. Protony jsou na vnitřní membráně thylakoidu, kde je jejich vyšší koncentrace. Enzym ATP-syntáza je umístěn v thylakoidní membráně a přes něj proudí po koncentračním spádu vodíkové protony. ATP-syntáza má dostatek energie pro tvorbu ATP z ADP a fosfátu, díky pohybu vodíků po koncentračním spádu (Závodská, 2006).

#### 2.3.3.1.1 Necyklický tok elektronů

Elektron uvolněný z fotosystému II se přenesse do fotosystému I. Jedná se o necyklický tok elektronů a necyklickou fosforylaci tvorby ATP. Elektron z fotosystému I společně s  $H^+$  je využit k tvorbě NADPH. Ve fotosystému II – P 680 je volné místo, protože elektron byl uvolněn do elektron-transportního řetězce. Toto volné místo zaplní elektron pocházející z fotolýzy vody. Výsledkem necyklického toku elektronů je ATP a NADPH (Závodská, 2006).

#### 2.3.3.1.2 Cyklický tok elektronů

Jedná se o alternativní cestu přenosu elektronů, které se účastní pouze fotosystém I (Ryplová, 2014). Excitovaný elektron pocházející z fotosystému I se může podílet na tvorbě ATP, protože prochází jinou cestou přes elektron-transportní řetězec. Výsledkem tohoto toku elektronů je pouze ATP, NADPH nevzniká (Závodská, 2006).

#### 2.3.3.2 Temnostní fáze fotosyntézy

Temnostní fáze fotosyntézy se také nazývá Calvinův cyklus. Název nese po svém objeviteli M. Calvinovi (Klouta, 2000). V této fázi ATP a NADPH, vytvořené ve světelné fázi, slouží jako redukční činidlo a zdroj energie při syntéze sacharidů z oxidu uhličitého. Ve stromatu chloroplastu a následně v cytosolu probíhají reakce, při kterých se váže uhlík. Výsledkem těchto reakcí je mnoho organických molekul a sacharóza, nacházející se v listech rostliny. Sacharóza slouží jako zdroj energie potřebné k růstu a jako zdroj organických molekul (Alberts et al., 1998).

## 2.4 Problémy ve výuce fotosyntézy

Fotosyntéza, která se vyučuje na vyšším stupni základních škol, je pro žáky velmi těžké a neoblíbené téma, protože je velmi abstraktní (Vágnerová et al., 2019). V této kapitole jsou popsána kritická místa ve výuce přírodopisu, mezi jedno z nich řadíme i fotosyntézu, dále miskoncepce neboli mylné představy, které u žáků při výuce fotosyntézy velmi často vznikají.

### 2.4.1 Kritická místa ve výuce přírodopisu

Kritická místa ve výuce přírodopisu jsou oblasti vyučovaného kurikula, které žákům dělají obecně problémy, v těchto tématech či pojmech dělají často chyby, selhávají, vznikají u nich miskoncepce a dochází k nepochopení učiva (Vágnerová et al., 2019). Kritická místa vznikají podle (Vágnerové et al., 2018) ze tří základních hledisek. První možná příčina vzniku kritických míst je charakter (náročnost) učiva, které velmi souvisí s rozvojem abstraktního myšlení. Abstraktní myšlení se rozvíjí mezi 11–15. rokem života, a proto u žáků šestého ročníku, kterým se schopnost abstraktně myslet teprve utváří, činí témata probíraná v prvním pololetí problémy. Žáci si těžce představují vznik Země, strukturu buňky a mikroorganismy. Druhou možnou příčinou je množství odborných pojmů a termínů vyžadovaných po žákovi. Velmi obtížně zapamatovatelné a pochopitelné jsou pro děti v šesté třídě pojmy anorganická a organická látka, mitochondrie, fotosyntéza. Poslední možnou příčinou vzniku kritického místa ve výuce přírodopisu je využití výukových metod, zejména deduktivní metody. (Pasch, 1998 in Vágnerová 2018) říká, že deduktivní metody jsou vhodné pro matematiku. Pro přírodopis, kde je nutné pochopit přírodní děj, je vhodná induktivní výuka, která se soustředí na příklady a ukázky vedoucí k objevování pojmů a zákonitostí daného tématu. Vágnerová et al., (2019) ve své práci rozpracovala pět kritických míst ve výuce přírodopisu. Jsou to Buňky a jejich funkce, Obecně mikroorganismy, Vznik života, Systematika bezobratlých a Fotosyntéza. Fotosyntéza patří mezi kritická místa, protože pro žáky šestého ročníku je tento biochemický proces velmi obtížně představitelný a pochopitelný, kvůli neznalosti chemie. Tento děj je ve výuce spíše jen zmiňován a stručně vysvětlen, žáci ho zpravidla příliš dobře nechápou. Je ale velmi důležité ve výuce zmínit, že rostliny rostou a slouží pak jako potrava pro další organismy, díky procesu fotosyntézy. Na prvním stupni základní školy fotosyntéza zmiňována není, žáci se ale učí, že rostliny potřebují ke svému životu slunce. Učitelé pro lepší pochopení fotosyntézy doporučují volně dostupná videa a animace z internetu a bylo by podle nich vhodné, aby fotosyntéza byla kvůli obtížné představivosti a chemické povaze tohoto děje vyučovaná v pozdějším ročníku (Vágnerová et al., 2019).

### 2.4.2 Miskoncepce

Fotosyntéza je nejdůležitější biochemický proces na Zemi a pro jeho správné pochopení je potřeba mít znalosti v biologii rostlin, také znát buněčné organely, ve kterých fotosyntéza probíhá, důležitá je i přeměna energie a znalost chemie. Celkově je pro žáky fotosyntéza velmi abstraktním tématem a z tohoto důvodu si žáci vytvářejí mylné představy o procesu fotosyntézy (Svandova, 2014; Mustafa 2018; Vágnerová et al., 2019). Haverlíková (2013) definuje pojem miskoncepce jako nejasné, mlhavé a navzájem nepropojené nebo mylné poznatky. Také jsou to deformované myšlenky, které vedou ke špatným interpretacím, vysvětlením, předpovědím nebo řešením problémů v oblasti vědy. Miskoncepce mohou vznikat zobecňováním, často se na jejich vzniku podílí i školní vyučování, pokud učitel předkládá žákům hotové poznatky bez ohledu na jejich aktuální představy. (Badenhorst et al., 2014 in Čipková, 2017) uvádí, že miskoncepce je mylná představa, která žákovi zůstává i po probrání učiva a není to nedostatek informací. Podle (Tekkaya, 2002 in Čipková, 2017) miskoncepce vznikají i ze zkušeností, které si žáci mezi sebou předávají. Dále vznikají i tehdy, když žáci kombinují své primitivnější představy, například: rostliny získávají potravu z půdy, s nově naučenými znalostmi – rostliny si tvoří vlastní výživu. Karakakaya et al., (2021) uvádí vysvětlení pojmu miskoncepce jako nesoulad mezi existující vědeckou definicí pojmů a definicí, kterou si žáci vytvořili ve své mysli.

### 2.4.3 Miskoncepce o fotosyntéze a dýchání

Rostliny jsou po celé Zemi velmi rozšířeny a vyskytují se ve všech ekosystémech, ale jejich biologie je často velmi špatně pochopena a panují nepřesné představy o tom, jak rostliny rostou a fungují. Rostliny jsou pro nás zdrojem potravy, dřeva, využíváme je ve farmacii, ale přesto je pro spoustu lidí jejich fungování velká neznámá. Vývoj a růst živočichů se značně liší od vývoje, růstu a funkce rostlin, ale děti si to velmi často neuvědomují a vytváří si velmi nepřesné představy o struktuře a funkci rostlin. Tyto nepřesné či nesprávné představy přetrvávají často až do dospělosti a byly zjištěny jak u žáků základních škol, tak i u vysokoškolských studentů připravujících se na povolání učitele (Wynn et al., 2017).



#### 2.4.3.1 Výzkum podle Čipkové et al., (2017)

Fotosyntéza a dýchání rostlin jsou abstraktní pojmy, které jsou obtížně pochopitelné pro dospělé, natož pro žáky vyššího stupně základních škol. Dýchání a fotosyntéza rostlin jsou související, vzájemně propojené fyziologické funkce (Svandova, 2014). Podle Browna & Schwartze (2009) jsou velmi často fotosyntéza a buněčné dýchání popisovány jako opačné biochemické procesy. Čipková et al., (2017) ve svém výzkumu zjistili, že velké množství žáků vnímá tyto dva procesy pouze na úrovni výměny plynů, a ne jako komplexní procesy, které probíhají na buněčné úrovni. Žáci chápou dýchání rostlin podobně jako lidské dýchání, tedy pouze jako proces výměny dýchacích plynů mezi prostředím a organismem, protože jedna z nejčastějších miskonceptů v tomto výzkumu byla, že dýchání probíhá pouze přes průduchy listů. Tato miskoncepce často vzniká v průběhu výuky, protože se učitelé přírodopisu velmi soustředí na vstupní látky a produkty mezi rostlinou a prostředím. Další mylnou představou žáků je jako nejdůležitější přínos fotosyntézy odstranění oxidu uhličitého ze vzduchu. V této studii zjistili ještě mnoho miskonceptů, které se vyskytovali u žáků a byly to:

- Dýchání je reakce oxidu uhličitého za vzniku glukózy, kyslíku a energie
- Dýchání rostlin je chemický proces, díky kterému si rostliny tvoří živiny z vody a z oxidu uhličitého a při dýchání uvolňují kyslík
- Největším přínosem fotosyntézy u zelených rostlin je produkce energie a žáci si neuvědomovali kolik energie přináší fotosyntéza pro růst rostlin
- Fotosyntéza probíhá nepřetržitě v zelených rostlinách a využívá se při ní kyslík, který rostliny přijímají za přítomnosti sluneční energie
- Rostliny nejvíce přijímají kyslík za přítomnosti sluneční energie
- Rostliny, na které působí sluneční paprsky nejvíce, uvolňují oxid uhličitý
- Rostliny za nepřítomnosti světla uvolňují nejvíce kyslík
- Fotosyntéza je proces, kdy se zelené barvivo chlorofyl sloučí s oxidem uhličitým za přítomnosti světelné energie a produktem je glukóza a voda
- Zelené rostliny při dýchání využívají oxid uhličitý a vodu na tvorbu energie a odpadními produkty jsou kyslík a glukóza

#### 2.4.3.2 Výzkum podle Svandove (2014)

Svandova (2014) ve svém výzkumu zjistila další mylné představy žáků na nižších stupních gymnázia. Tyto miskoncepce vznikají, protože žáci mají velmi nízkou úroveň porozumění tématu fotosyntézy a fyziologie rostlin, dále mají i vytvořené takzvané naivní teorie neboli předem vytvořené představy. Také studenti získávají specifické znalosti odděleně v několika předmětech, různých ročnících studia a od různých učitelů. Pojmy, které se vyskytují ve fotosyntéze a biologii rostlin, jsou spíše abstraktní, obtížně srozumitelné a žáci si je osvojují převážně učením nazpaměť. Možnost ovlivnění vzniku miskonceptů mimo školní prostředí je vzhledem k obtížnosti tématu velmi malá, většina veřejnosti a rodičů žáků má stejné mylné představy o fotosyntéze a dýchání rostlin, což předurčuje žáky k prekonceptům a miskonceptům. Nejvíce se mezi žáky vyskytovala představa – fotosyntéza a dýchání rostlin jsou stejné procesy, které se liší pouze tím, že fotosyntéza probíhá ve dne a dýchání v noci. Domnívají se, že dýchání probíhá v jiné oblasti rostliny a organele než fotosyntéza, ale neuvědomují si podstatu rostlinného dýchání, které probíhá v každé buňce rostlinného organismu. Nezbytnou podmínkou života je neustálé a nepřetržité dýchání rostliny, tuto skutečnost žáci také často nevědí. Další častou miskonceptí je neustálá výroba kyslíku ve dne i v noci, a také že uvolňovaný kyslík je hlavní podstatou fotosyntézy. Pátá zjištěná mylná představa v této studii je – rostliny spotřebovávají kyslík na výrobu oxidu uhličitého. Podle žáků nižšího stupně gymnázia je nejdůležitějším zdrojem živin pro rostlinu voda s rozpuštěnými látkami, které jsou přijímány z půdy kořenovým systémem, tato informace je také miskonceptí.

#### 2.4.3.3 Výzkum podle Galvina et al., (2015)

Zjišťováním mylných představ se zabýval také Galvin et al., (2015). Podle něj vznikají miskoncepce u žáků v důsledku špatné komunikace s učiteli přírodních věd, interakcí ve skupině vrstevníků na sociálních sítích a nekritického používání učebnic. Podle (Güler & Yağbsan, 2008 in Galvin et al., 2015) jsou chybné koncepty v literatuře – učebnicích velkým zdrojem mylných představ u studentů i jejich učitelů. Tyto chybné koncepty jsou identifikovány řadou různých problémů, například přílišným zjednodušením, přílišným zobecněním, nejasností ohledně hlavních pojmů a nesprávnými schématy. Galvin et al.,

(2015) ve svém výzkumu zjistili spoustu mylných představ, z nichž jedna z nejčastějších o fotosyntéze mezi studenty byla: Výsledným produktem fotosyntézy jsou organické sloučeniny, které vznikají z organických molekul pomocí světelné energie a chlorofylu. Druhé nepřesné pojetí znělo: Rostliny absorbují všechny barvy bílého světla kromě zeleného, zelené světlo rostliny odrážejí a nevyužívají ho k fotosyntéze. Další mylné představy v této studii byly: Kyslík a voda se uvolňují pomocí buněčného transportu zvaného osmóza; Energií si rostlina při fotosyntéze vyrábí proto, aby mohla růst a sílit; Živiny si rostlina obstarává přijímáním kořeny z půdy a ty pak putují do všech částí rostliny.

#### 2.4.3.4 Výzkum podle Kelese & Kefeliho (2010)

Keles & Kefeli (2010) zjišťovali chybné představy u žáků šestého a sedmého ročníku pomocí rozhovorů a kartiček s otázkami. Za účelem odstranění miskonceptů byly vytvořeny animované obrázky na kartičkách s otázkami. Mylné představy dětí o fotosyntéze a dýchání rostlin, zjištěné v tomto výzkumu, jsou velmi podobné miskonceptům ze studií zmíněných výše. Byly to zejména tyto: Rostliny nemohou dýchat; Rostliny dýchají pouze v noci; Pokles hmotnosti rostliny je způsoben úbytkem vody nebo chloroplastů; V důsledku fotosyntézy nedojde k žádným změnám v hmotnosti rostlin; Nepřítomnost oxidu uhličitého nezpůsobí rostlinám žádné potíže; Rostliny neprovádějí fotosyntézu; Díky slunečnímu záření jsou rostliny zdravější, silnější a mají krásnější barvu; Slunce je zdrojem potravy pro rostliny; Zdrojem výživy pro rostliny je voda a minerální látky získané ze země; Oxid uhličitý je pro rostliny škodlivý a jeho zvýšené množství je pro rostliny škodlivé.

#### 2.4.3.5 Výzkum podle Ekiciho et al., (2007)

Ekici et al., (2007) zkoumal miskoncepte o fotosyntéze u žáků pomocí kreslených pojmů. Kreslené pojmy – pojmové karikatury byly vyvinuty, aby vysvětlily vztah mezi epistemologií, konstruktivistickým přístupem a aplikací ve třídě. Karikatury kombinují vizuální prvky s texty psanými formou dialogů, nejedná se pouze o humorné a satirické pojetí (Keogh & Naylor, 1999 in Ekici et al., 2007). Obsahují určitý přírodovědný předmět nebo pojem.

Pojmová karikatura je definovaná jako zobrazení dialogů, zapojeni jsou do ní tři a více žáků. Každá postava v karikatuře má své dialogové okno, ve kterém jsou výroky, z nichž jeden je vědecky pravdivý a ostatní jsou vědecky nepravdivé, ale studenti si mohou myslet pravý opak. Tato situace je definovaná jako miskoncepce (Ekici et al., 2007). Pojmové komiksy pomáhají ve výuce a v učení odhalovat v krátkém čase mylné představy, zajišťují účast všech žáků v diskuzích ve třídě, motivují a podněcují žáky k obhajobě a podpoře vlastních názorů a v důsledku odstraňují mylné představy (Saka et al., 2006 in Ekici et al., 2007). (Kabapinar, 2005 in Ekici et al., 2007) uvádí, že pojmové karikatury mohou zmírnit negativní dopady úzkosti studentů, pokud uvedou nesprávnou odpověď, protože ten, kdo první vnese chybnou myšlenku je postava v karikatuře a ne student. Mylné představy, které byly zjištěny v tomto výzkumu: Listy stromů a rostlin usychají a opadávají v zimě, protože nemají dostatek slunečního světla; Rostliny nepotřebují žádnou výživu, protože se nehýbou a kořeny jsou vázány na půdu, půda je pro ně nezbytná; Fotosyntéza je výměna plynů a pomocí vody rostliny přeměňují oxid uhličitý na kyslík; Fotosyntéza je výměna kyslíku a oxidu uhličitého, kterou provádí pouze zelené rostliny.

#### 2.4.3.6 Výzkum podle Koseho et al., (2009)

Kose et al., (2009) se ve svém výzkumu zaměřili na učebnice, zjišťovali, zda se v nich vyskytují miskoncepce. Učebnice slouží jako výukový materiál a pro učitele jsou zdrojem témat a poskytují způsoby, jak tato témata vyučovat. Učební osnovy jsou velmi často koncipovány podle struktury učebnice. (Blystone, 1987 in Kose et al., 2009) udává, že učebnice je nejvýznamnějším nástrojem, který má vyučující při výuce biologie k dispozici a je hlavním prostředkem, jehož prostřednictvím se veřejnost dozvídá o pokroku, myšlenkách v oboru biologie. Podle Kose et al., (2009), mohou být chybné představy umocněny učebnicemi, protože se v nich objevují miskoncepce. Miskoncepce, které se vyskytují v učebnicích jsou:

- Anaerobní dýchání je stejné jako fermentace
- NAD je enzym, který nese vodíkový kation a kyslík – NAD kvůli chemické struktuře nemůže nést kyslík, může nést pouze elektrony a protony

- Fotosyntéza je složená ze dvou fází – světelná a temnostní – správně by mělo být uvedeno: Fotosyntéza probíhá ve dvou samostatných, ale na sobě závislých krocích: fáze závislá na světle + fáze redukce uhlíku
- Jednou z nezbytných látek pro fotosyntézu jsou minerály – Správně by mělo být uvedeno: nezbytný pro fotosyntézu je oxid uhličitý, minerály dodávají prvky, které rostliny potřebují
- Živé organismy využívají energii pomocí svých orgánových soustav – Správně by mělo být: Buňky zachycují a využívají energii. Živé organismy využívají energii ze svých buněčných drah. Jakákoli přeměna energie probíhá na buněčné úrovni, a ne na úrovni orgánů.

## **2.5 Fotosyntetická tvorba biomasy v RVP ZV**

Výuka fotosyntetické tvorby biomasy se řídí rámcově vzdělávacím programem pro základní vzdělávání.

### **2.5.1 Rámcově vzdělávací program – RVP**

Vzdělávání v České republice se řídí kurikulárními dokumenty, které jsou dané zákonem č.561/2004 Sb.. Tyto dokumenty jsou určeny pro předškolní, základní, školní a vyšší odborné vzdělávání a vydává je Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy. Je vydán samostatný RVP pro každý obor vzdělávání. Rámcově vzdělávací plán stanovuje, jakých vědomostí, pracovních návyků a dovedností mají žáci v konkrétním oboru dosáhnout, minimální počet vyučovacích hodin daného předmětu. Na základě RVP si každá škola vytváří svůj vlastní ŠVP – školní vzdělávací program, který s ním musí být v souladu. RVP i ŠVP jsou veřejné, volně přístupné dokumenty (Anonym c, 2022).

### 2.5.2 Rámcově vzdělávací program pro základní vzdělávání – RVP ZV

Obsah RVP ZV je roztržiděn do devíti vzdělávacích oblastí, jež jsou tvořeny pouze jedním vzdělávacím oborem nebo obory, které jsou si obsahově podobné (Jeřábek et.al., 2021).

Jeřábek et.al., (2021) rozděluje devět vzdělávacích oblastí takto:

- Jazyk a jazyková komunikace (Český jazyk a literatura, Cizí jazyk, Další cizí jazyk)
- Matematika a její aplikace (Matematika a její aplikace)
- Informatika (Informatika)
- Člověk a jeho svět (Člověk a jeho svět)
- Člověk a společnost (Dějepis, Výchova k občanství)
- Člověk a příroda (Fyzika, Chemie, Přírodopis, Zeměpis)
- Umění a kultura (Hudební výchova, Výtvarná výchova)
- Člověk a zdraví (Výchova ke zdraví, Tělesná výchova)
- Člověk a svět práce (Člověk a svět práce)

Podle Jerábka et.al., (2021) je povinností základní školy ve vzdělávací oblasti biologie dodržet toto učivo:

- Anatomie a morfologie rostlin – Žák by měl zvládnout popsat uspořádání rostlinného těla, význam jeho částí jako je kořen, stonek, list, květ, semeno a plod.
- Fyziologie rostlin – Žák by měl být schopen vysvětlit fungování základních rostlinných fyziologických procesů – fotosyntéza, dýchání, růst a rozmnožování rostlin.
- Systém rostlin – Žák by měl rozlišovat základní systematické skupiny rostlin, jejich důležité zástupce z řad mechorostů, řas, kaprad'orostů, nahosemenných a krytosemenných rostlin a jejich hospodářské využití.
- Význam rostlin a jejich ochrana

Tematika fotosyntézy se vyskytuje v rámcově vzdělávacím programu v kapitole Člověk a příroda, který je určen pro druhý stupeň základní školy. Do této oblasti patří vzdělávací

obory fyzika, chemie, přírodopis a zeměpis. Výuka by měla být badatelsky zaměřená, žáci by měli porozumět zákonitostem přírodních procesů a uvědomit si užitečnost přírodovědných poznatků a měli by je aplikovat v praktickém životě. V rámci vzdělávacího oboru chemie, konkrétně v tematickém celku chemické reakce, by žáci měli být schopní zapsat rovnici výchozí látky a produkty reakce fotosyntézy. V tematickém celku biologie rostlin předmětu biologie se žáci učí o fotosyntéze. O jejích základních principech, kde tento děj probíhá, jaké látky se účastní chemické reakce a jaké jsou její výsledné produkty. V předmětech fyzika a zeměpis fotosyntéza zmíněná není (Jeřábek et.al., 2021).

## 2.6 Téma fotosyntéza v didaktických učebnicích

V rámci této bakalářské práce byly prostudovány učebnice přírodopisu pro základní školy, ve kterých bylo hledáno téma fotosyntézy. Podle Koseho et al., (2009) učebnice často slouží jako jediný výukový materiál, kterým se učitelé na základní škole řídí.

Analýza učebnic byla provedena s učebnicemi pro šestý a sedmý ročník základní školy (prima, sekunda nižšího gymnázia) od SPN – pedagogického nakladatelství, vydání z roku 2002 a vydání z roku 2016. Téma fotosyntézy spadá podle rámcově vzdělávacího programu do kapitoly Člověk a příroda.

### 2.6.1 Učebnice I

Název: Přírodopis 1 – pro 6.ročník základní škol

Nakladatelství: SPN – pedagogické nakladatelství

Autoři: Vladimír Černík, Vítězslav Bičík, Zdeněk Martinec

Rok vydání: 2002

V této učebnici má fotosyntéza a dýchání svou vlastní kapitolu, která je rozložena na dvou stranách a doplněna pěti obrázky. V úvodu učebnice vyzývá žáky, aby si zopakovali své znalosti ze čtvrté třídy o dýchání rostlin. Rostliny dýchají především průduchy, poté následuje výrok – *rostliny i živočichové dýchají stejně, vdechují kyslík a vydechují oxid uhličitý, dýchání probíhá stále, ve dne i v noci.* Fotosyntéza

je vysvětlena jako přeměna anorganických látek v látky organické a do ovzduší se uvolňuje kyslík. Aby fotosyntéza mohla proběhnout, musí být k dispozici chlorofyl a světelná energie. Nechybí ani rovnice fotosyntézy, jejíž vstupní a výstupní produkty nejsou zapísány chemicky. Při fotosyntéze vzniká glukóza, tedy jednoduchý cukr, dalšími složitými ději vznikají v rostlině složité cukry – škrob, také tuky a bílkoviny. V závěru kapitoly je zmíněno, že energie slunečního záření se převádí na energii organických látek. Tuto energii čerpá rostlina jako producent (ta tyto látky vytváří), ale i organismy, které se rostlinami přímo či nepřímo živí (tj. konzumenti – spotřebitelé). Na konci strany nalezneme ještě dva pokusy, které mají žákům dokázat, že fotosyntézou vzniká složitý cukr – škrob, který se barví jodem modrofialově.

V této učebnici biomasa zmíněná vůbec není, ani ve vztahu s fotosyntézou.

## 2.6.2 Učebnice II

Název: Přírodopis 6

Nakladatelství: SPN – pedagogické nakladatelství

Autoři: Vladimír Černík, Marta Hamerská, Zdeněk Martinec, Jan Vaněk

Rok vydání: 2016

Tato učebnice je zpracována podle Rámcově vzdělávacího programu pro základní vzdělávání. Kapitola fotosyntézy je zpracována na dvou stranách a doplněná čtyřmi obrázky. Oproti staršímu vydání od Černíka et al., (2002) je tato publikace přehledněji zpracovaná, rozčleněná do jednotlivých nadpisů, ale obsahově jsou si učebnice velmi podobné. Nechybí schéma fotosyntézy ani úkoly, které jsou stejné jako v předchozím vydání. Dále je v této publikaci zmíněno, že by žáci neměli zaměňovat fotosyntézu a dýchání, jedná se o dva rozdílné procesy. Dýchání rostlin je popsáno tak, že živočichové, tak i rostliny dýchají. Rostliny dýchají všemi částmi svého těla, největší podíl mají ale listy, a v jejich pokožce jsou umístěny průduchy, které jsou viditelné pouze mikroskopem. Fotosyntéza je ještě krátce zmíněna v kapitole *Zelené organismy nejsou jenom rostliny – sinice*, a to tak, že sinice jsou zvláštní skupinou bakterií, mají modrozelenou barvu, obsahují



zelené barvivo chlorofyl, také modré a červené barvivo. V sinicích probíhá také fotosyntéza.

Ani v této publikaci není biomasa vůbec zmíněna.

### 3 Metodika

Těžištěm bakalářské práce bylo dotazníkové šetření mezi žáky a učiteli základních škol a nižších gymnázií. Cílem dotazníkového šetření bylo najít odpovědi na výzkumné otázky „Jaké mají žáci znalosti o fotosyntéze a fotosyntetické tvorbě biomasy?“ a „Jaké jsou postoje učitelů k výuce fotosyntézy?“

Dotazníkové šetření probíhalo celkem na pěti školách v České republice. Na Jindřichohradecku bylo dotazníkové šetření provedeno na třech základních školách a jednom gymnáziu a na jedné základní škole v Pelhřimově. Kvůli pandemii Covid-19 bylo toto šetření ztíženo, dotazník pro učitele byl elektronický, zpracovaný online formou. Po domluvě s učiteli přírodopisu došlo k dotazování žáků v červnu 2021, kdy už žáci byli zpět ve školních lavicích. Provádění výzkumu bylo domluveno s řediteli daných základních škol či víceletých gymnázií.

Dotazníky byly celkem dva, jeden pro žáky, druhý pro učitele základních škol či víceletých gymnázií. Autorkou otázek byla má vedoucí práce a dotazník byl vytvořen v rámci řešení projektu TL 05000150. Dotazníkové šetření bylo anonymní, žáci zaznamenali pouze své pohlaví a svůj věk. Dotazník pro žáky obsahoval 15 otázek, které byly jak otevřené, tak uzavřené. V první části dotazníku se zjišťovaly demografické údaje, pohlaví a věk. Druhá část dotazníku byla zaměřena na znalosti žáků o biomase a fotosyntéze, tato část byla složena z 10 otázek. Třetí část dotazníku se skládala z 5 otázek, které byly zaměřeny na formu výuky o rostlinách. Dotazník pro učitele byl složen ze 7 otázek, který byl, kromě demografických otázek, zaměřený na problematiku, náročnost a způsob výuky fotosyntézy.

Celkem se výzkumu zúčastnilo 10 učitelů a 151 žáků. Průměrný věk žáků byl 14,52. Výsledky byly statisticky zpracovány v programu Excel, byly vytvořeny grafy a tabulky.

## 4 Výsledky

### 4.1 Dotazníkové šetření – učitelé

Dotazníkové šetření mezi učiteli základních škol ukázalo, že učitelé jako největší problém při výuce fotosyntézy vidí problém v neznalosti chemie. Většina učitelů (90 %) má k výuce tématu fotosyntézy neutrální vztah a fotosyntéza je pro žáky náročné téma. Všichni dotázaní učitelé využívají ve své výuce digitální výukové zdroje, nejvíce ve formě výukových videí či videí na Youtube.

#### Otázka číslo jedna

**Jaká je délka Vaší pedagogické praxe?**

- Méně než 5 let
- 5 – 10 let
- 10 – 20 let
- Více než 20 let

Nejvíce respondentů (50 %) učí 10–20 let. Více než 20 let má pedagogickou praxi 20 % respondentů. 20 % respondentů uvedlo odpověď 5–10 let. Méně než 5 let má pedagogickou praxi 10 % respondentů.

#### Otázka číslo dvě

**Pokud si vzpomenete na vlastní vysokoškolská studia, jak obtížné bylo téma fotosyntéza pro Vás během Vašeho vysokoškolského studia? Ohodnot'te na stupnici od 1 do 5, kde 1= nebylo vůbec obtížné, 5 = bylo velmi obtížné.**

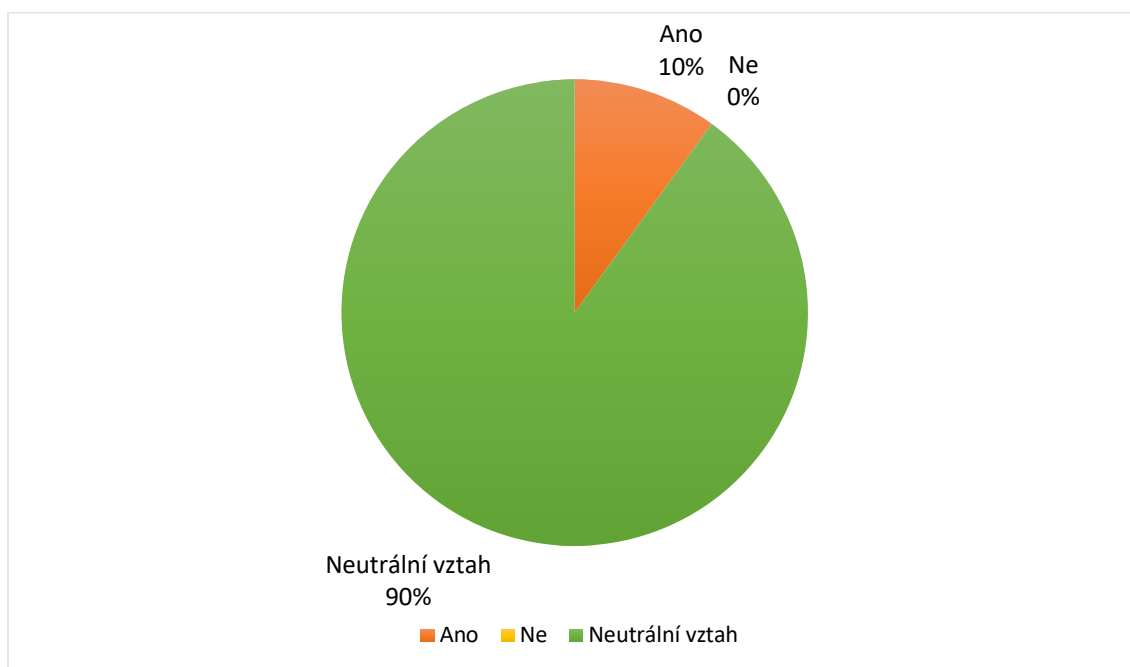
Tato otázka byla zaměřená na vlastní studium respondentů, průměrně respondenti hodnotili obtížnost tématu  $3,5 \pm 1,26$ .

### Otázka číslo tři

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

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

90 % respondentů má k výuce fotosyntézy neutrální vztah, pouze 10 % respondentů učí o fotosyntéze rádo. Nikdo (0 %) z dotazovaných neuvedl odpověď ne.



Obr. č.2: Analýza odpovědí na otázku č.3, N= 10

#### Otázka číslo čtyři

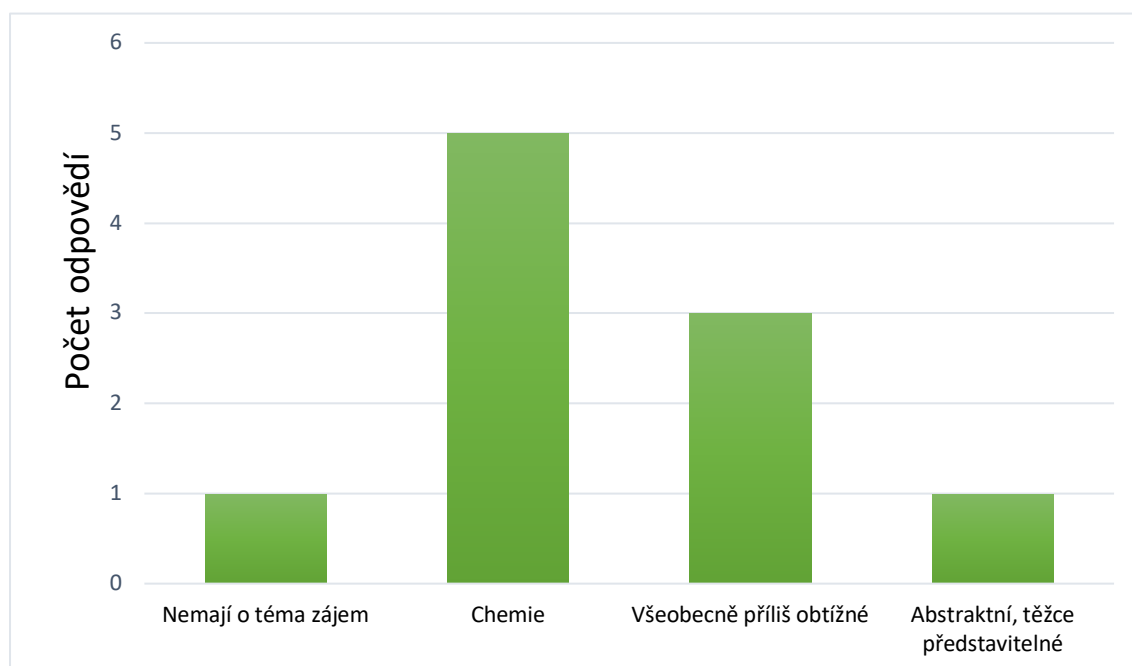
**Jaká je dle vašeho názoru náročnost tématu fotosyntéza pro vaše žáky? Svůj názor vyjádřete hodnocením na škále od 1 do 5, stupeň 1 = téma je nenáročné, stupeň 5 = téma je velmi náročné.**

V této uzavřené otázce měli učitelé určit náročnost fotosyntézy pro své žáky a průměrně hodnotili obtížnost tématu jako náročné, s průměrnou hodnotou  $3,9 \pm 0,99$ .

#### Otázka číslo pět

**Co považujete za největší problém při výuce tématu fotosyntéza?**

Druhá otázka byla otevřená a respondenti měli možnost napsat co nejvíce problémů, které se vyskytují při výuce fotosyntézy. Respondenti nejvíce (50 %) uváděli, že při výuce fotosyntézy byl největší problém neznalost chemie, protože v šesté třídě, kdy se fotosyntéza na základní škole vyučuje, žáci předmět chemie ještě nemají. 30 % respondentů uvedlo, že téma je všeobecně příliš obtížné. Podle 10 % respondentů o toto téma nemají žáci zájem. Posledních 10 % respondentů uvedlo, že téma je velmi abstraktní a těžce představitelné.

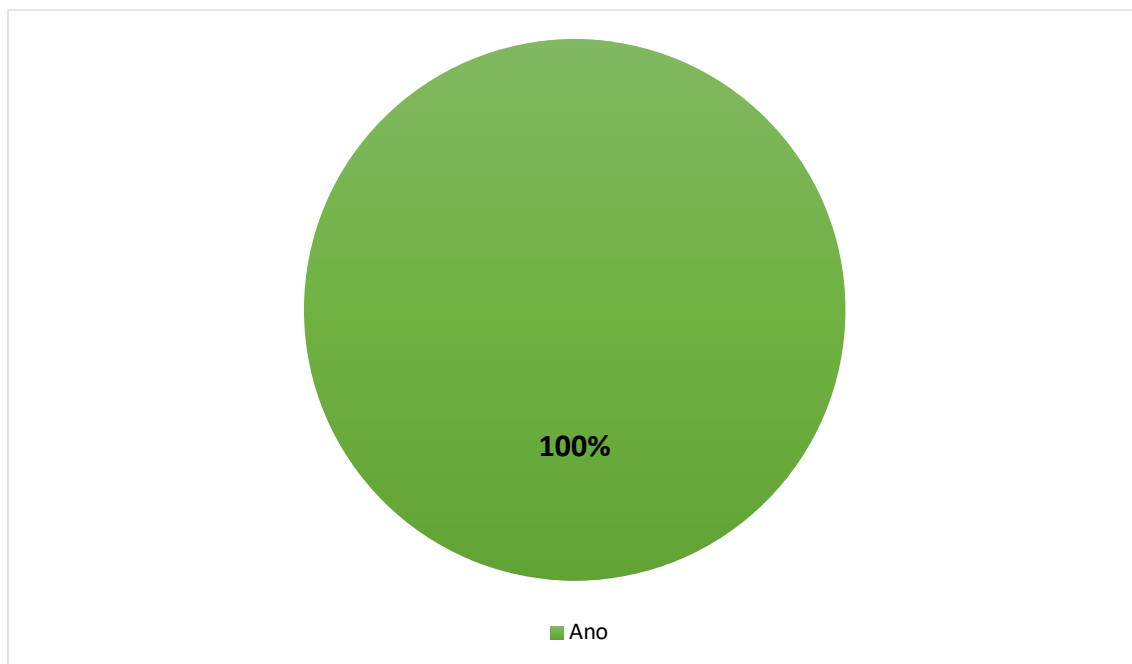


Obr. č.3: Analýza odpovědí na otázku č.5, N= 10

**Otázka číslo šest**

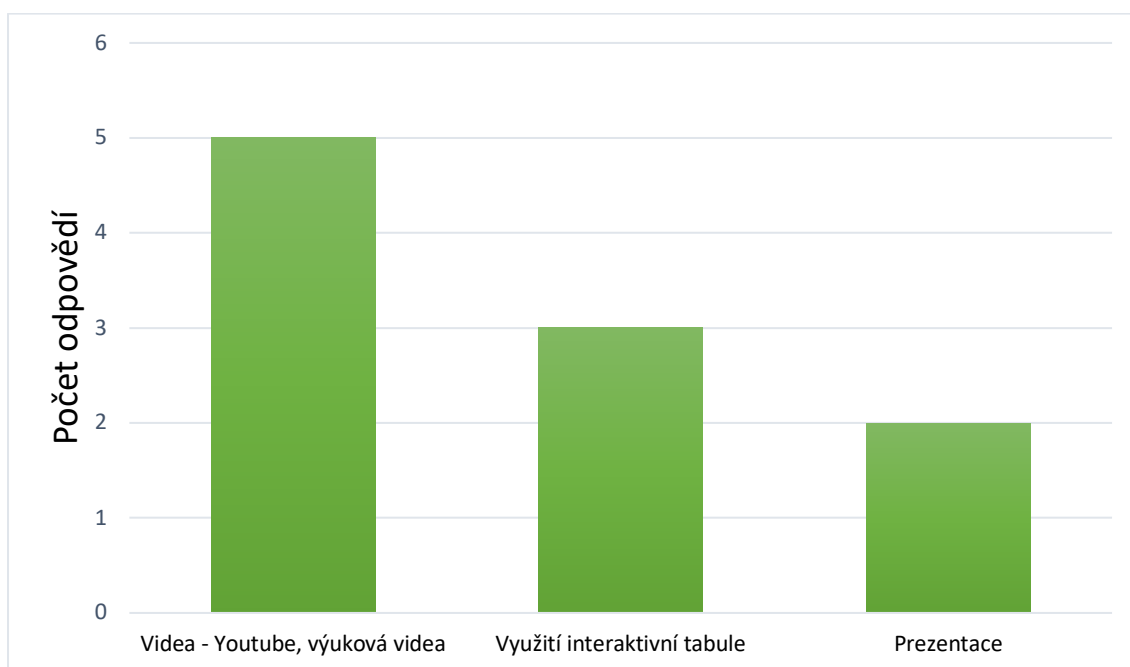
**Používáte při výuce tématu fotosyntéza digitální výukové zdroje? Pokud ano, uveďte prosím jaké.**

100 % dotazovaných respondentů využívá ve své výuce digitální výukové zdroje.



Obr. č.4: Analýza odpovědí na otázku č.6, N= 10

V druhé části této otázky odpovědělo 50 % respondentů, že ve své výuce využívají výuková videa a videa na Youtube. Interaktivní tabule využívá 30 % dotázaných. 20 % respondentů uvedlo, že využívají prezentace ve výuce.

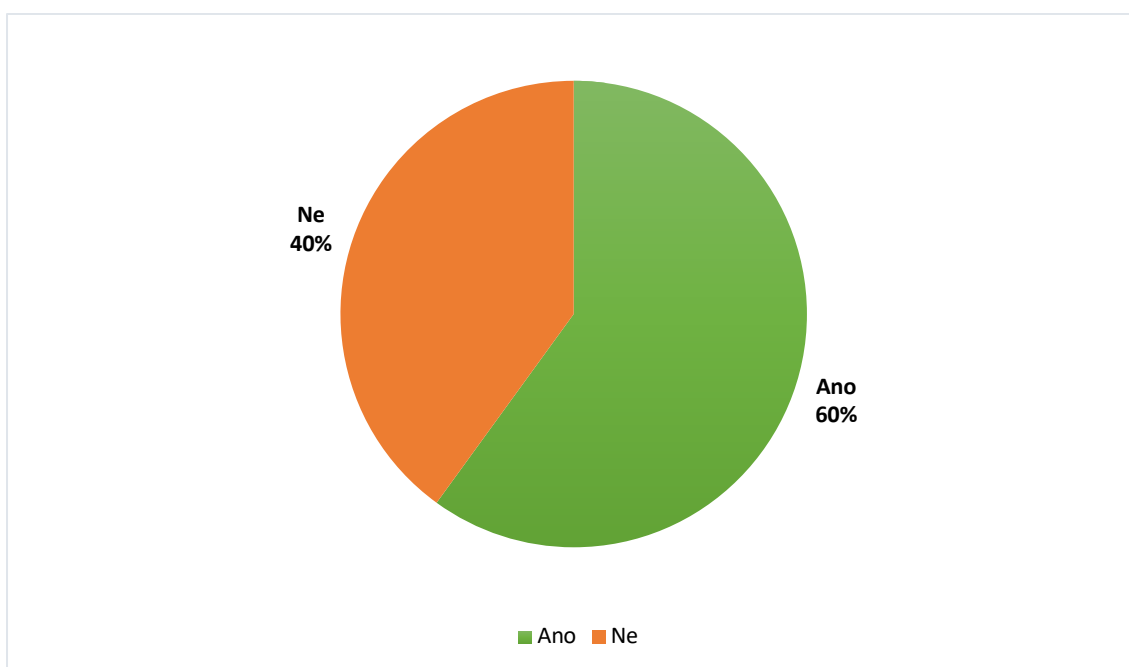


Obr. č.5: Analýza odpovědí na otázku č.6, N= 10

### Otázka číslo sedm

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

- ANO
- NE
- Nevím



Obr. č.6: Analýza odpovědí na otázku č.7, N= 10

Zájem o poznání významu rostlin v krajině pozoruje 60 % respondentů. 40 % respondentů bohužel zájem u svých žáků nepozoruje.



## 4.2 Dotazníkové šetření – žáci

Dotazníkové šetření mezi žáky osmých a devátých tříd ukázalo, že žáci mají povědomí o tom, co to je rostlinná biomasa, ale nevědí, jaké jsou vztahy mezi fotosyntézou a tvorbou biomasy. Z dotazníkového šetření také vyplývá, že žáci mají mnoho mylných představ o tom, odkud rostlina získává živiny, nejčastější odpovědi byly, že rostlina získává živiny z půdy. Žáci také mají mnoho miskonceptů o dýchání rostlin. Žáci by rádi měli výuku, při které by viděli reálné příklady z krajiny.

### Demografické údaje

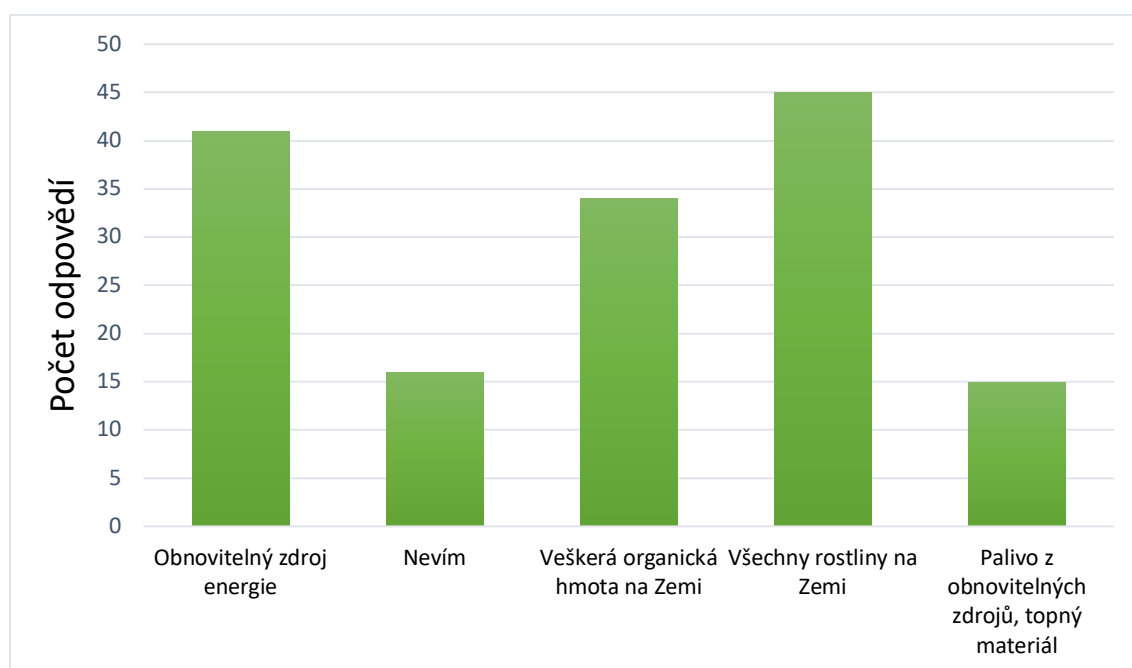
Dotazníkového šetření se zúčastnilo celkem 151 respondentů. Žen se zúčastnilo 81 a mužů 70. Průměrný věk byl 14,52.

<b>Počet respondentů</b>		151
	Z toho mužů	70
	Z toho žen	81
<b>Průměrný věk</b>		14,52

## Otázka číslo jedna

### Co to je rostlinná biomasa?

Tato otázka byla otevřená a respondenti měli vlastními slovy popsat co to je rostlinná biomasa. Nejčastější odpověď na tuto otázku byla, že jsou to všechny rostliny na Zemi – 45 respondentů (29,8 %). Pod rostlinnou biomasou si 41 respondentů (27,15 %) představuje obnovitelný zdroj energie. 16 respondentů (10,6 %) uvedlo odpověď nevím. Třetí nejčastější odpověď byla, že je to veškerá organická hmota na Zemi a uvedlo ji 34 respondentů (22,5 %). Pod pojmem rostlinná biomasa si 15 respondentů (9,95 %) představuje palivo z obnovitelných zdrojů, topný materiál.

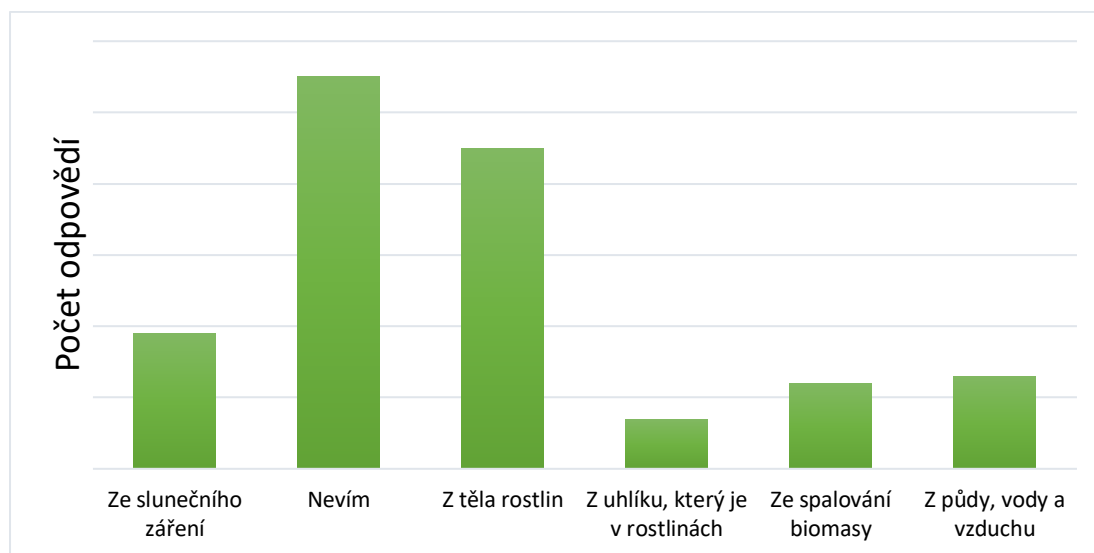


Obr. č.7: Analýza odpovědí na otázku č.1, N= 151

## Otázka číslo dvě

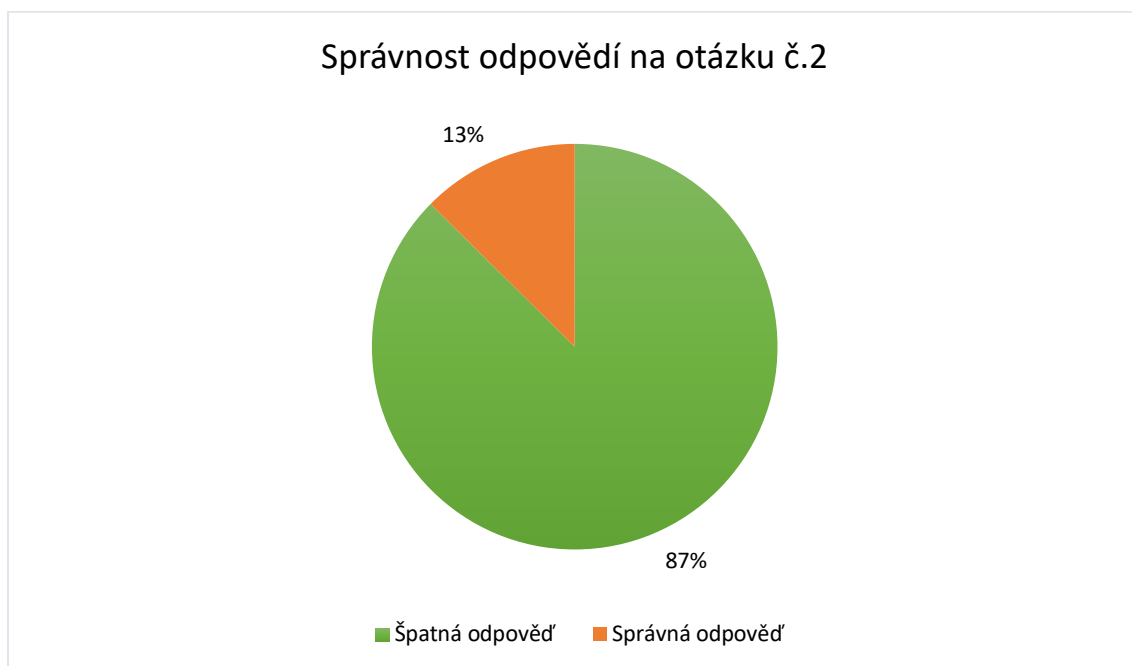
**Biomasa je považována za obnovitelný zdroj energie. Odkud pochází energie, která je v biomase skryta?**

V této otevřené otázce měli respondenti vyjádřit správnou odpověď na otázku, odkud pochází energie, která je skrytá v biomase. Nejvíce respondentů 55 (36,5 %) odpovídalo na tuto otázku neví. Druhá nejčastější odpověď byla, že pochází z těla rostlin (29,8 %). Odpověď, že pochází ze slunečního záření, uvedlo pouze 19 respondentů (12,58 %). 7 respondentů (4,62 %) se domnívalo, že energie je z uhlíku, který se nachází v rostlinách. Tato energie pochází ze spalování biomasy uvedlo 12 respondentů (7,9 %). 13 respondentů (8,6 %) si myslelo, že energie ukrytá v biomase pochází z půdy, vody, vzduchu.



Obr. č.8: Analýza odpovědí na otázku č.2, N= 151

V této otázce byla pouze jedna správná odpověď a to, že energie, která se nachází v bio-  
mase, pochází ze slunečního záření. Tuto správnou odpověď uvedlo pouze 19 respon-  
dentů (13 %). 132 respondentů (87 %) uvedlo špatnou odpověď.



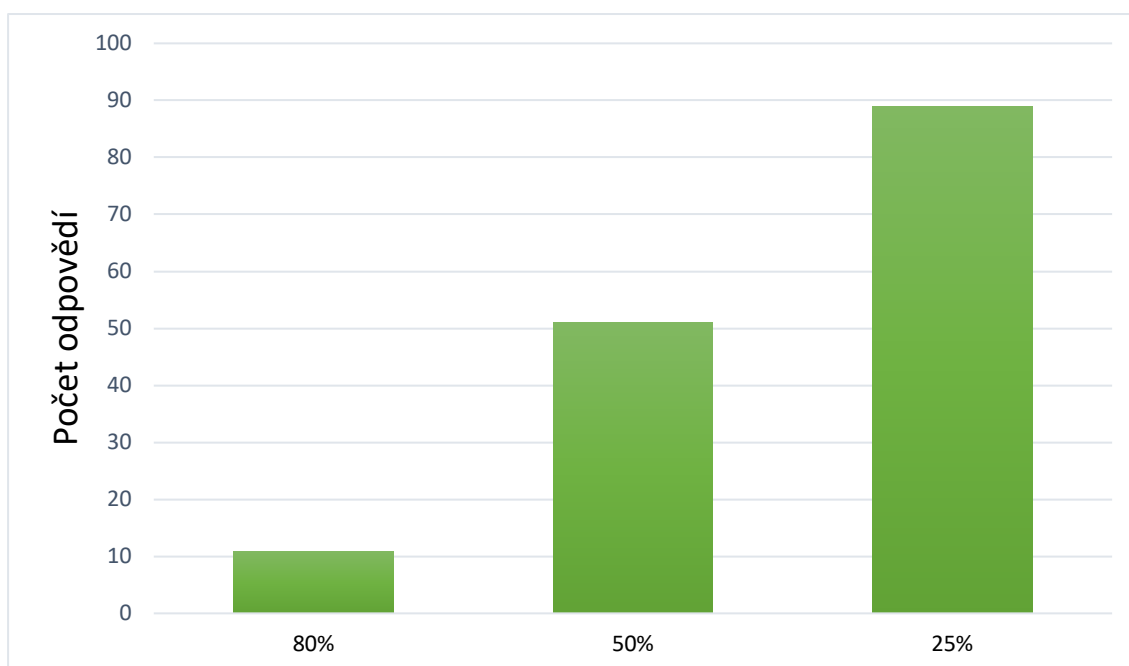
Obrázek č.9: Analýza odpovědí na otázku č.2, N= 151

### Otázka číslo tři

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

- 25 %
- 50 %
- 80 %

Jako podíl biomasy na obnovitelných zdrojích uvedlo 89 respondentů (58,95 %) jako správnou odpověď 25 %. 51 respondentů (33,77 %) se domnívalo, že správná odpověď je 50 %. Odpověď 80 % uvedlo 11 respondentů (7,28 %).

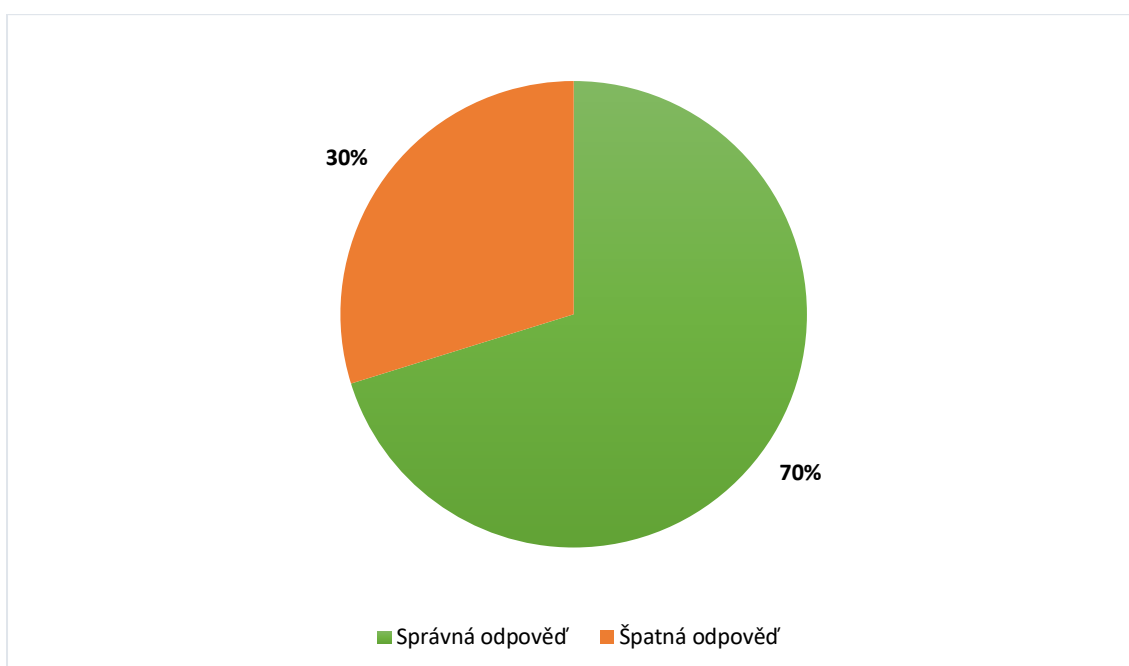


Obr.č.10: Analýza odpovědí na otázku č.3, N= 151

#### Otázka číslo čtyři

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

Čtvrtá otázka byla otevřená a správná odpověď na tuto otázku byla fotosyntéza. Správnou odpověď uvedlo 106 respondentů (70 %). Nesprávnou odpověď uvedlo 45 respondentů (30 %).



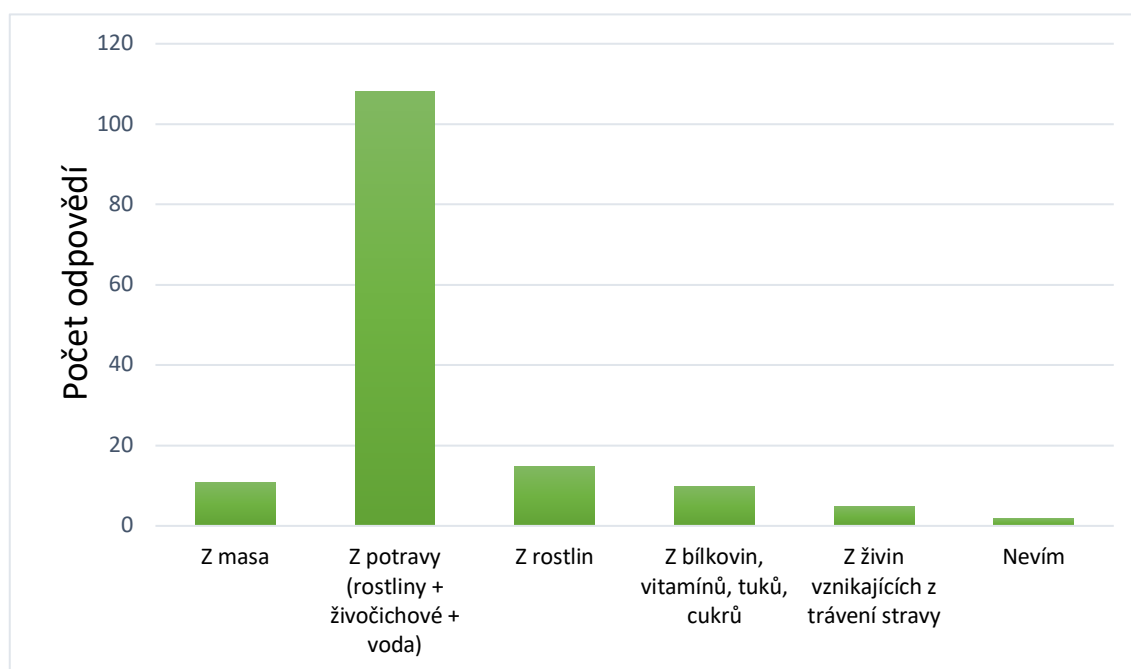
Obr. č.11: Analýza odpovědí na otázku č.4, N= 151

## Otázka číslo pět

### Srovnaj výživu rostlin a výživu živočichů – doplň následující věty

#### A) Živočichové získávají živiny

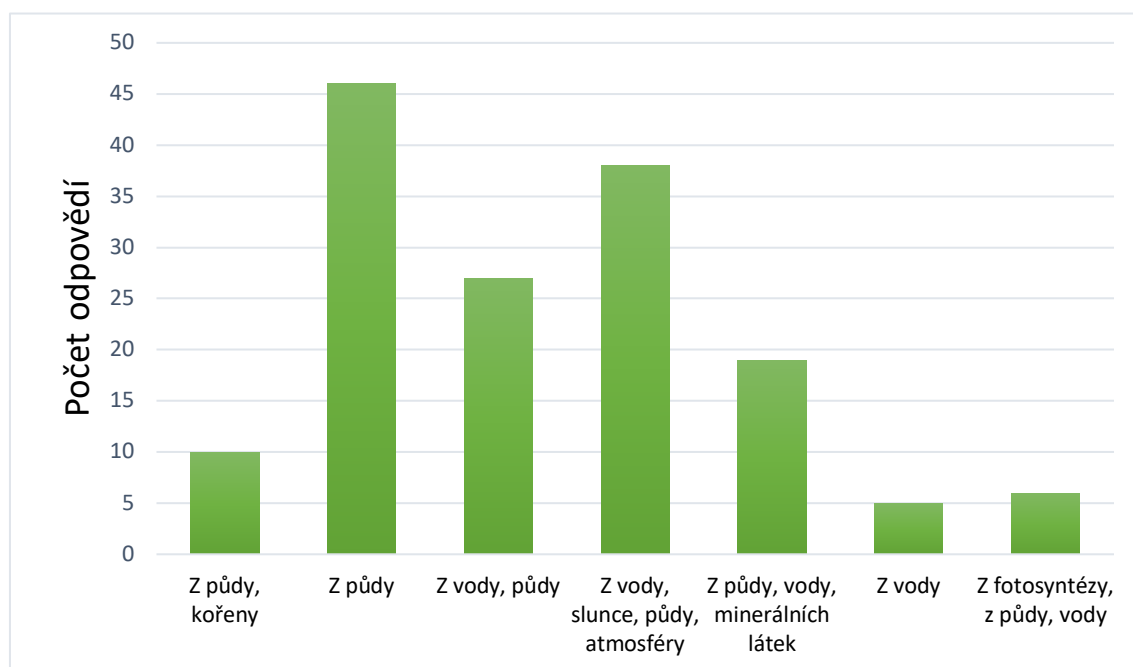
V této otevřené otázce měli respondenti zhodnotit odkud získávají živiny živočichové. Nejčastější odpověď u 108 respondentů (71, 55 %) byla z potravy (rostliny + živočichové + voda). Druhá nejčastěji uváděná odpověď byla z rostlin u 15 respondentů (9,9 %). 11 respondentů (7,3 %) uvedlo že živiny získávají živočichové z masa. Odpověď z bílkovin, vitamínů, tuků a cukrů uvedlo 10 respondentů (6,65 %). 2 respondenti (1,3 %) uvedli odpověď nevím. 5 respondentů (3,3 %) odpovědělo, že živočichové získávají živiny z trávení stravy.



Obr. č.12: Analýza odpovědí na otázku č.5, N= 151

## B) Rostliny získávají živiny

Na tuto otázku zodpovědělo 46 respondentů (30,5 %) z půdy. Podle 38 respondentů (25,2 %) rostliny získávají živiny z vody, slunce, půdy a atmosféry. Odpověď z vody a půdy napsalo 27 respondentů (17,9 %). 19 respondentů (12,5 %) se domnívá, že rostliny získávají živiny z půdy, vody, minerálních látek. Odpověď z vody uvedlo 5 respondentů (3,3 %). Rostlina získává živiny z půdy a z kořenů si myslí 10 respondentů (6,6 %). Nejméně zastoupená odpověď byla, že rostliny získávají živiny z fotosyntézy, půdy a vody (4 %).



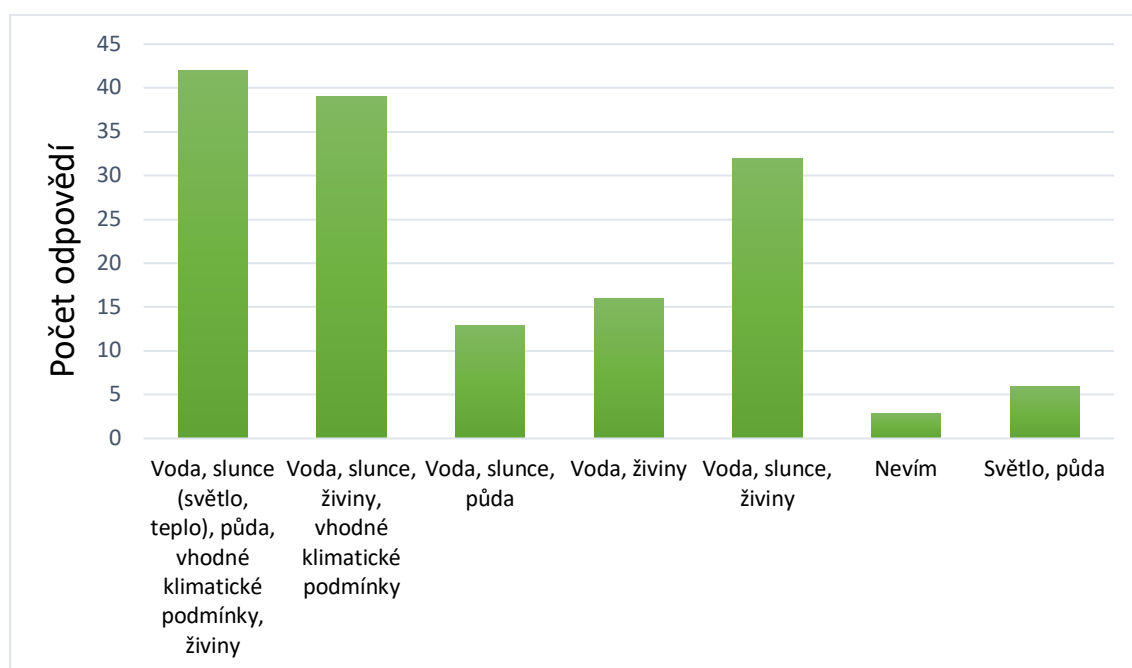
Obr. č.13: Analýza odpovědí na otázku č.5, N= 151



## Otázka číslo šest

### Co všechno rostlina potřebuje ke svému růstu?

Nejvíce vyskytovaná odpověď (27,8 %) na tuto otázku byla voda, slunce (světlo, teplo), půda, vhodné klimatické podmínky, živiny. 39 respondentů (25,8 %) uvedlo jako svou odpověď voda, slunce, živiny, vhodné klimatické podmínky. Voda, slunce a půda byla zastoupena v 8,6 %. 16 respondentů (10,6 %) si myslí, že rostlina ke svému růstu potřebuje pouze vodu a živiny. Odpověď voda, slunce, živiny byla zodpovězena 32 respondenty (21,2 %). 6 respondentů (4 %) se domnívá, že rostlina potřebuje ke svému růstu světlo a půdu. Pouze 3 respondenti (2 %) uvedli odpověď nevím.

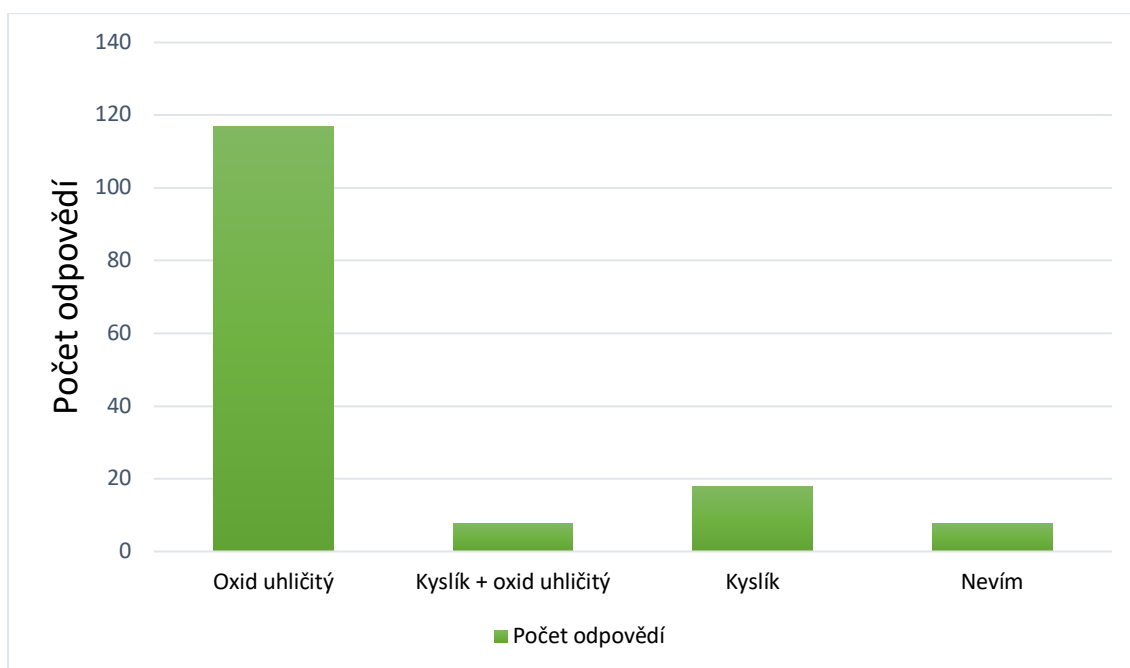


Obr. č.14: Analýza odpovědí na otázku č.6, N= 151

## Otázka číslo sedm

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

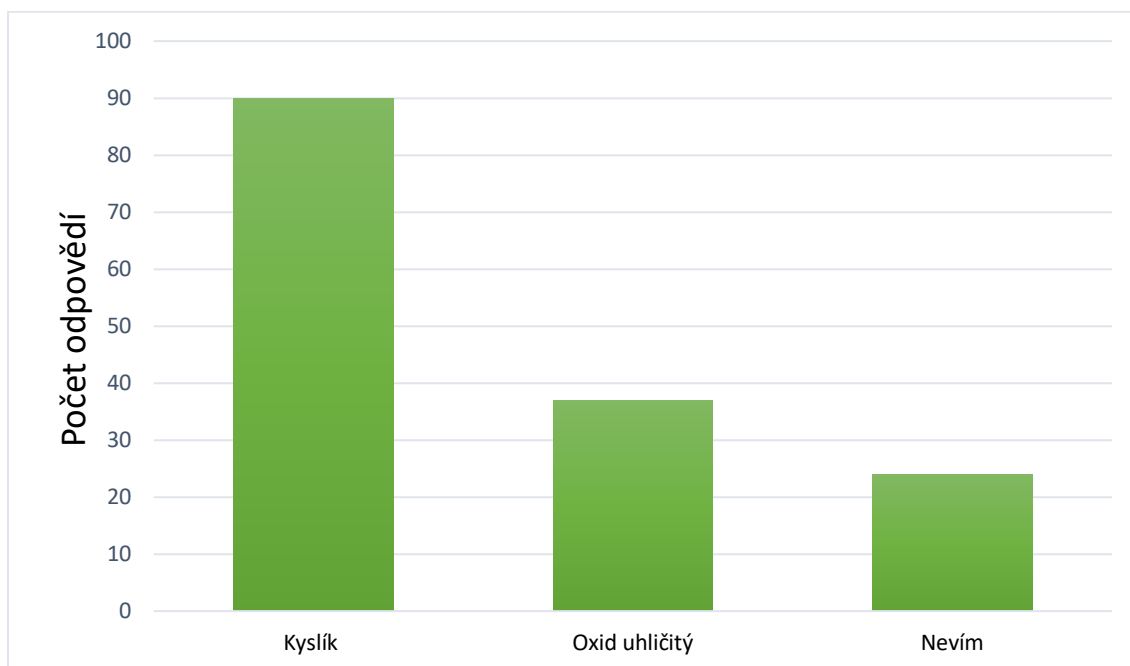
117 respondentů (77,5 %) se mylně domnívalo, že rostliny z atmosféry ve dne přijímají oxid uhličitý. Pouze 8 respondentů (5,3 %) odpovědělo na tuto otázku správně, tedy kyslík + oxid uhličitý. 18 respondentů (11,9 %) uvedlo další nesprávnou odpověď – kyslík. Na tuto otázku nevědělo odpověď 8 respondentů (5,3 %).



Obr. č.15: Analýza odpovědí na otázku č.7 A, N= 151

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

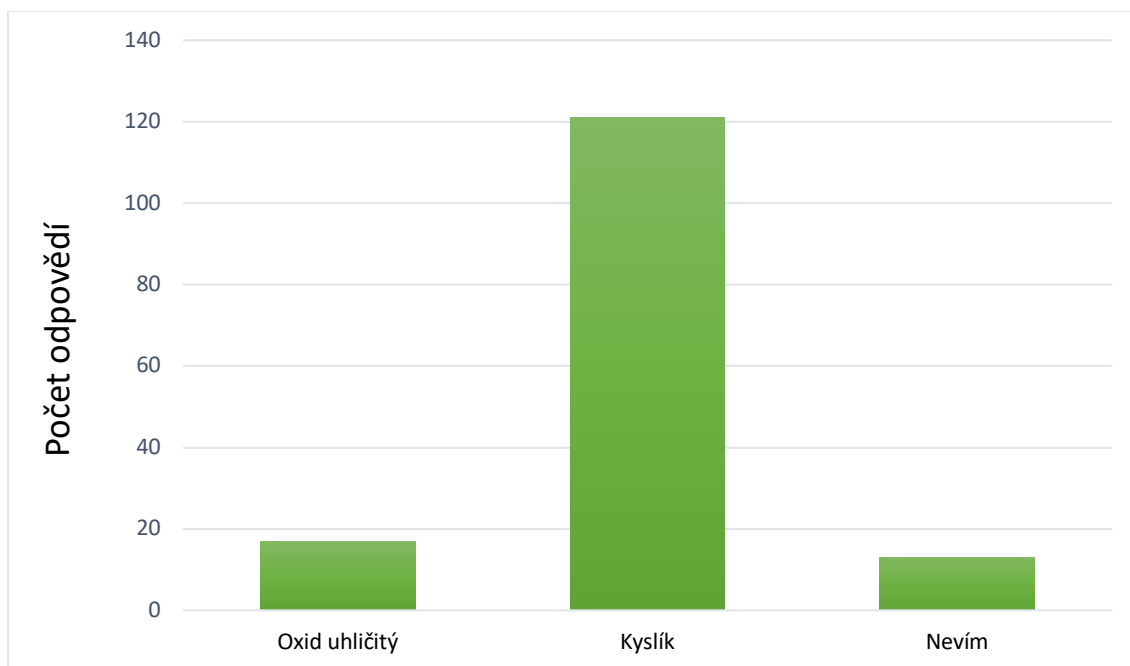
V této otevřené otázce uvedlo správnou odpověď kyslík nejvíce respondentů 90 (59,6 %). 37 respondentů (24,5 %) se nesprávně domnívalo, že rostliny přijímají v noci z atmosféry oxid uhličitý. 24 respondentů (15,9 %) napsalo odpověď nevím.



Obr. č.16: Analýza odpovědí na otázku č.7 B, N= 151

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

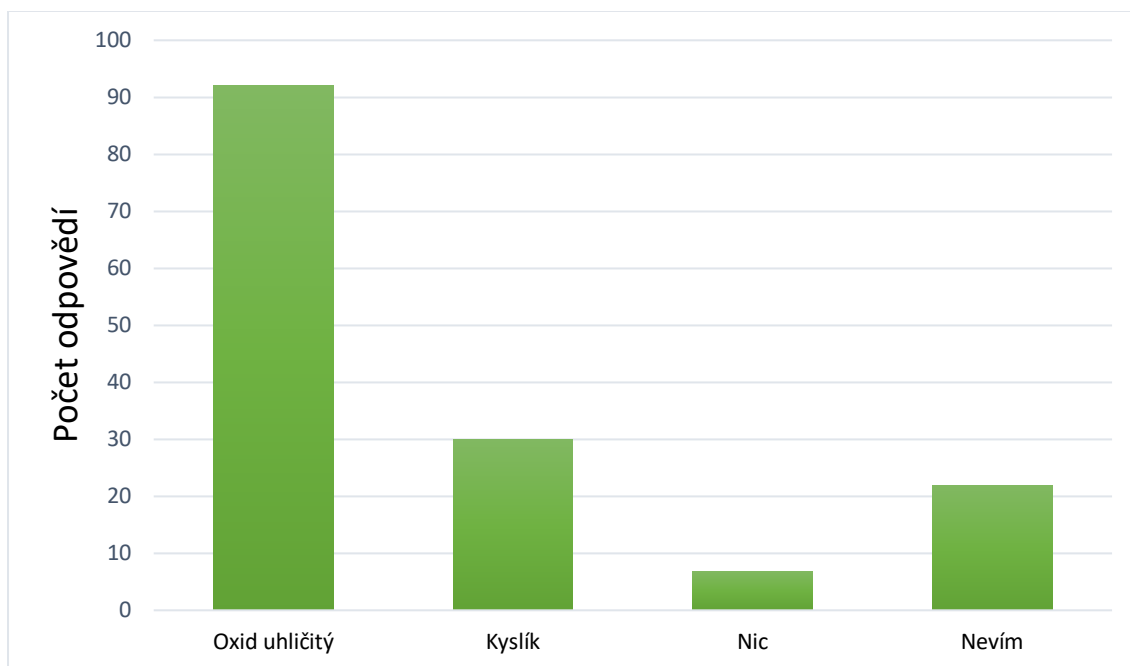
Nejvíce zastoupenou odpovědí byl kyslík, který uvedlo 121 respondentů (80,1 %). 17 respondentů (11,3 %) uvedlo jako odpověď na tuto otázku oxid uhličitý. 13 respondentů (8,6 %) napsalo odpověď nevím. Ve dne rostliny vydávají do atmosféry i vodní páru, tuto odpověď neuvedl žádný respondent.



Obr. č.17: Analýza odpovědí na otázku č.7 C, N= 151

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

Správně na tuto otevřenou otázku odpovědělo 92 respondentů (60,9 %) a jejich odpověď byla oxid uhličitý. 30 respondentů (19,9 %) se nesprávně domnívalo, že rostliny v noci vydávají do atmosféry kyslík. Na tuto otázku nevědělo odpověď 22 respondentů (14,6 %). Rostliny do atmosféry v noci podle 7 respondentů (4,6 %) nevydávají nic.



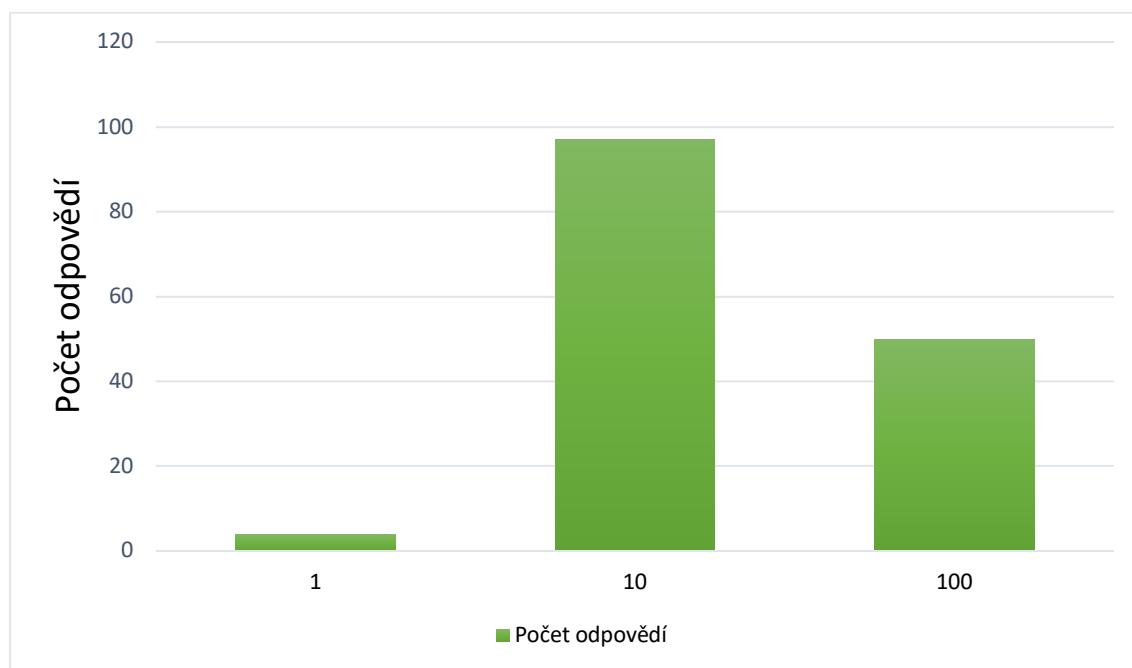
Obr. č.18: Analýza odpovědí na otázku č.7 D, N= 151

### Otázka číslo osm

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

- Přibližně 1 kg dřeva
- Přibližně 10 kg dřeva
- Přibližně 100 kg dřeva

97 respondentů (64,3 %) zodpovědělo tuto otázku správně, zvolili možnost 10 kg dřeva. 100 kg dřeva vybralo 50 respondentů (33,1 %). Pouze 4 respondenti (2,6 %) vybrali možnost 1 kg dřeva.



Obr. č.19: Analýza odpovědí na otázku č.8, N= 151

### Otázka číslo devět

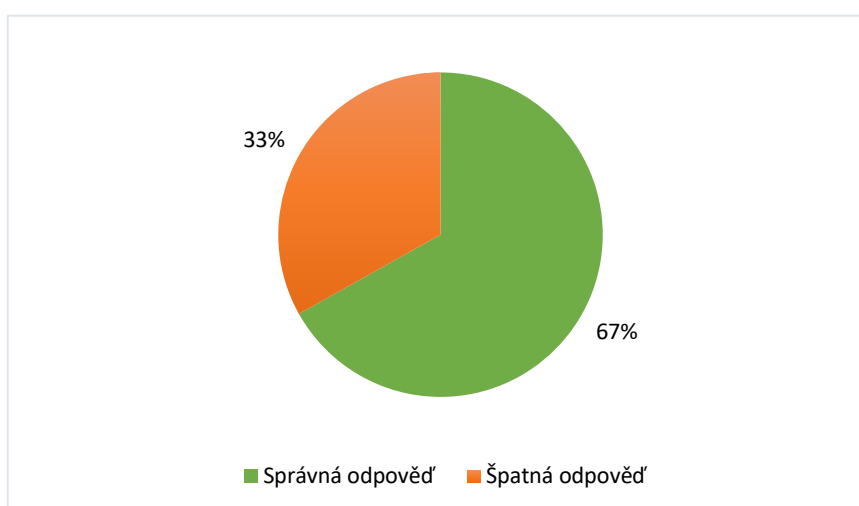
Vyberte z následujících tvrzení jedno pravdivé a následně vyberte jeden z důvodů, proč jste toto tvrzení vybrali:

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

Toto tvrzení považuji za pravdivé, protože:

- **Rostliny, hlavně lesy, vypařují mnoho vody a způsobují tak sucho**
- **Se sníží množství oxidu uhličitého v atmosféře a sníží se globální oteplování**
- **Se oteplí okolní vzduch, v krajině ubude voda a způsobí to erozi půdy**

101 respondentů zvolilo správnou odpověď na tuto otázku – Odstraníme – li živou biomasu (např. les) z velké plochy, má to negativní vliv na naše životní prostředí, protože se oteplí okolní vzduch, v krajině ubude voda a způsobí to erozi půdy. Nesprávnou odpověď vybralo 50 respondentů.

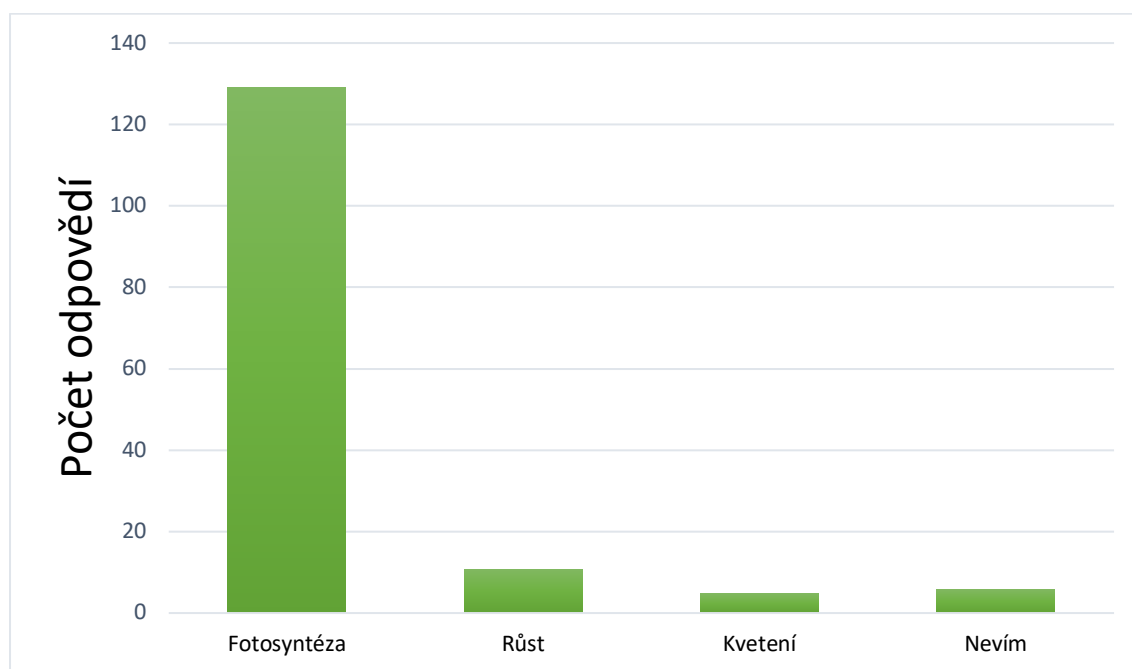


Obr. č.20: Analýza odpovědí na otázku č.9, N= 151

### Otázka číslo deset

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

Nejvíce respondentů 129 (85,4 %) se mylně domnívalo, že největší část sluneční energie rostlina spotřebovává na fotosyntézu. Odpověď růst napsalo 11 respondentů (7,3 %). 5 respondentů (3,3 %) uvedlo kvetení. 6 respondentů (4 %) nevědělo odpověď na tuto otázku. Rostlina spotřebovává největší část sluneční energie na výpar z listů, tato odpověď se neobjevila ani jednou.



Obr. č.21: Analýza odpovědí na otázku č.10, N= 151



### **Otázka číslo jedenáct**

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

- **Klasická výuka s výkladem učitele ve škole**

Klasická výuka s výkladem učitele se žákům líbí průměrně na známku  $2,84 \pm 1,09$ .

- **Pomocí interaktivní výukové aplikace v mobilu nebo tabletu**

Známku  $2,52 \pm 1,16$  průměrně hodnotili respondenti výuku o rostlinách pomocí interaktivní výukové aplikace.

- **Pomocí interaktivní výukové aplikace v počítači**

Tuto otázku hodnotili respondenti průměrně známkou  $2,47 \pm 1,15$ .

- **Terénní úlohy, kde bychom měřili s chytrými přístroji**

Terénní úlohy, které by se měřily pomocí chytrých přístrojů hodnotili žáci v průměrně známkou  $2,12 \pm 1,18$ .

- **Laboratorní úlohy, kde bychom měřili s chytrými přístroji**

Respondenti hodnotili tuto otázku průměrně známkou  $2 \pm 1,16$ .

- **Výukové video**

Výukové video ohodnotili respondenti průměrně známkou  $2,61 \pm 1,17$ .

- **Kvízy na PC, tabletu, mobilu**

Respondenti hodnotili kvízy na PC, tabletu a mobilu průměrně známkou  $2,16 \pm 1,17$ .

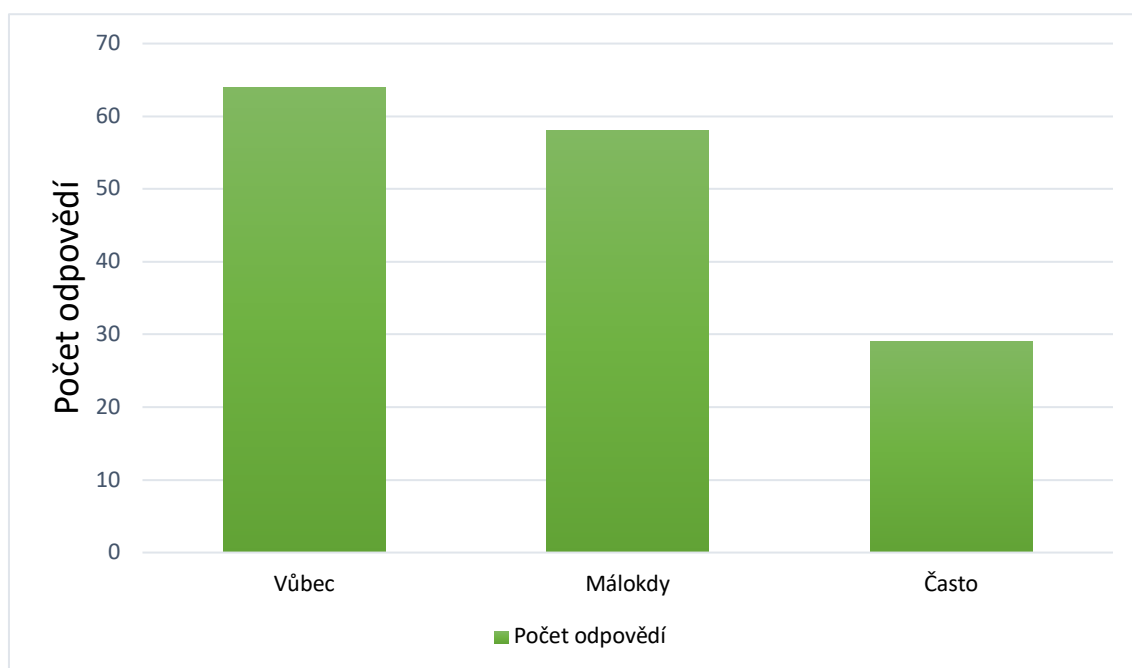
- **Výuka, při které bychom viděli reálné příklady z krajiny**

Respondenti hodnotili nejlépe tuto otázku, kdy by při výuce mohli vidět příklady z reálné krajiny, a to průměrně známkou  $1,87 \pm 1,13$ .

### Otázka číslo dvanáct

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

- **Často**
- **Málokdy**
- **Vůbec**



Obrázek č.22: Analýza odpovědí na otázku č.12, N= 151

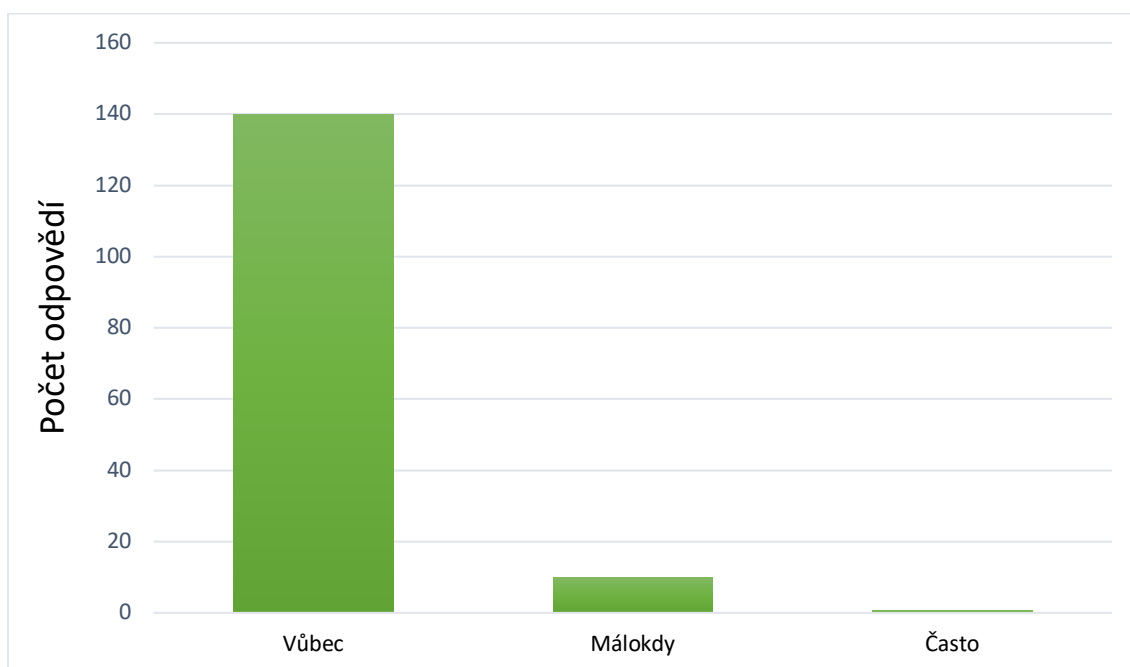
Nejvíce respondentů 64 (42,4 %) uvedlo na tuto otázku odpověď vůbec. Pomocí počítače se málokdy učí 58 (38,4 %) respondentů. Pouze 29 (19,2 %) respondentů se učí často pomocí počítače.

### Otázka číslo třináct

#### Ve škole se v hodinách přírodopisu učíme s pomocí tabletů

- Často
- Málokdy
- Vůbec

Pomocí tabletů se při hodinách přírodopisu vůbec neučí 140 respondentů (93 %). 10 respondentů (6,4 %) uvedlo možnost málokdy. Pouze 1 (0,6 %) respondent uvedl, že se často učí pomocí tabletu na hodině přírodopisu ve škole.



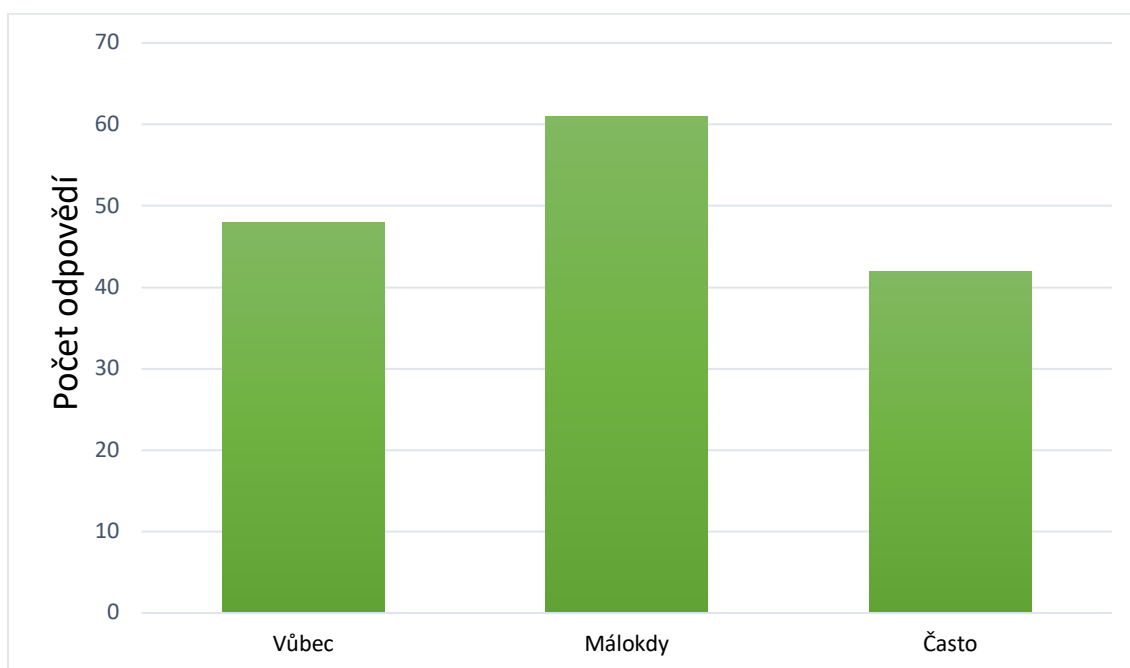
Obr. č.23: Analýza odpovědí na otázku č.13, N= 151

### Otázka číslo čtrnáct

#### Když se doma učím na přírodopis, používám k tomu počítač

- Často
- Málokdy
- Vůbec

Nejvíce respondentů 61 (40,4 %) uvedlo, že když se doma učí na přírodopis, málokdy k tomu použije počítač. Vůbec k učení počítač nepoužívá 48 respondentů (31,8 %). 42 respondentů (27,8 %) uvedlo odpověď často.



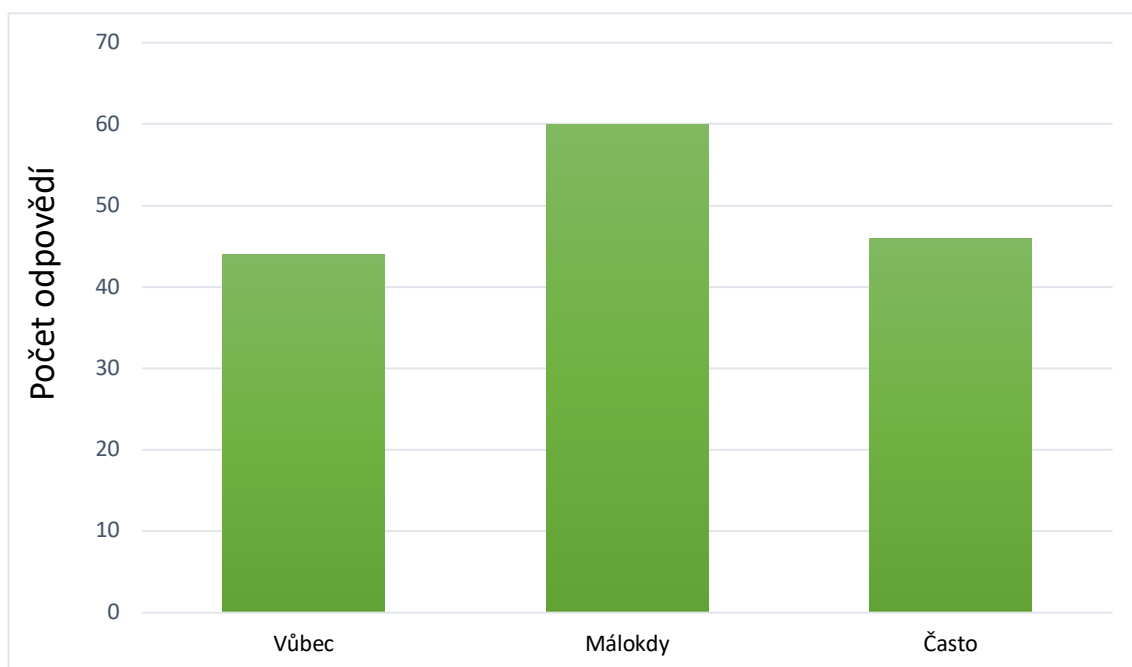
Obr. č.24: Analýza odpovědí na otázku č.14, N= 151

### Otázka číslo patnáct

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

- Často
- Málokdy
- Vůbec

60 respondentů (39,7 %) uvedlo, že málokdy používá při učení na přírodopis mobil nebo tablet. Často používá tablet nebo mobil 47 respondentů (31,1 %). 44 respondentů (29,2 %) nevyužívá mobil nebo tablet vůbec při učení na přírodopis.



Obr. č.25: Analýza odpovědí na otázku č.15, N= 151

## 5 Diskuze

Cílem dotazníkového šetření u žáků bylo zjistit jejich znalosti o tvorbě rostlinné biomasy a fotosyntéze. Z výsledků dotazníkového šetření vyplývá, že žáci mají povědomí, co to je rostlinná biomasa, ale už nevědí, jaké jsou vztahy mezi fotosyntézou a tvorbou biomasy. V první otázce měli respondenti možnost napsat, co si představují pod pojmem rostlinná biomasa. Většina respondentů si představuje rostlinnou biomasu správně jako obnovitelný zdroj energie (27,15 %), nebo jako všechny rostliny na Zemi (29,8 %) či jako palivo z obnovitelných zdrojů; topný materiál (9,95 %). 22,5 % respondentů uvedlo odpověď, že je to veškerá organická hmota na Zemi, což představuje správnou odpověď na otázku, co je biomasa a domnívám se, že si žáci pouze nepřčetli slovo *rostlinná*, jinak by odpověděli správně. Pouze 10,6 % dotázaných uvedlo odpověď nevim.

V otázce číslo dvě, odkud pochází energie, která je v biomase skryta, už většina žáků nedokázala správně odpovědět. 36,5 % respondentů uvedlo odpověď nevim, 29,8 % odpovědělo, že z těla rostlin. Z uhlíku, který se nachází v rostlinách uvedlo 4,62 %, další odpovědi byly spalováním biomasy (7,9 %) a dále z půdy, vody a vzduchu (8,6 %). Jen 19 respondentů (12,58 %) uvedlo správnou odpověď, že energie, která je skryta v biomase, pochází ze slunečního záření. V této otázce je velmi patrné to, že žáci vědí, co to je rostlinná biomasa, na což odkazuje odpověď, že energie pochází z těla rostliny, ale už si nedokáží spojit vztahy, které se během výuky na základní škole naučili, nebo je i zapomněli, protože fotosyntéza se probírá v šestém nebo sedmém ročníku.

V otázce číslo 4 měli respondenti uvést odpověď na otázku, jaký proces je v rostlinném těle nejdůležitější pro tvorbu biomasy. Většina respondentů (70 %) uvedla správnou odpověď, že pro tvorbu biomasy je nejdůležitější proces fotosyntézy. 30 % respondentů uvedlo nesprávnou odpověď. Tato otázka odkazuje na to, že pro žáky na základní škole, kteří mají probranou výuku fotosyntézy, je logické, napsat jako odpověď fotosyntéza. Žáci vědí, že rostlinná biomasa jsou zelené rostliny, a aby vzniklo velké množství rostlinné biomasy, potřebuje rostlina vyrůst a fotosyntetizovat.

Otázka číslo pět byla zaměřená na výživu rostlin a živočichů. Z odpovědí dotázaných respondentů vyplývá, že živočichové získávají živiny z potravy - (rostliny, živočichové, voda) (71,55 %), z masa (7,3 %) či rostlin (9,9 %). Doslovná odpověď jednoho žáka byla, že „živočichové získávají živiny z masa zvířete, které si sami uloví“. Rostliny podle žáků získávají živiny z půdy (30,5 %), či z vody, slunce, půdy a atmosféry (25,2 %). Dále si myslí, že živiny získávají pouze z vody (3 %). 12,5 % respondentů mají mylné představy a to takové, že rostlina získává živiny z půdy, vody a minerálních látek. Tyto odpovědi jsou miskoncepcemi, žáci si totiž vůbec neuvědomují, že rostlina získává živiny z fotosyntézy, že jsou to asimiláty a ty si musí rostlina rozložit a z nich si vybuduje živiny pro své fungování. Výsledky respondentů v této otázce potvrzují výzkumy, které byly prováděné téměř po celém světě. Například potvrzují výzkum Ekiciho et al., (2007), který uvádí, že žáci interpretují své životní zkušenosti do znalostí, které získají ve škole a dospívají k mylným představám, že rostliny získávají výživu z prostředí, ve kterém žijí, stejně jako zvířata. Dále se shodují i s výzkumem Svandové (2014), která ve své studii uvádí, že podle žáků je nejdůležitějším zdrojem živin pro rostlinu voda s rozpuštěnými látkami, které jsou přijímány z půdy kořenovým systémem.

V šesté otázce měli žáci napsat co nejvíce věcí, které rostlina potřebuje ke svému růstu. Rostlina podle 27,8 % respondentů potřebuje vodu, slunce, ze kterého získává světlo a teplo, vhodné klimatické podmínky a živiny. 25,8 % respondentů uvedlo odpověď vodu, slunce, živiny a vhodné klimatické podmínky. U 8,6 % respondentů chybělo v odpovědi půda, vhodné klimatické podmínky a slunce, které je velmi důležité jako spouštěč fotosyntézy, která je potřebná k růstu, protože uvedli odpověď, že rostlina potřebuje pouze vodu a živiny. 6 respondentům (4 %) chyběly odpovědi voda, vhodné klimatické podmínky, živiny, uvedli totiž pouze světlo a půdu. Dále se u 21,2 % vyskytovala odpověď, že rostlina potřebuje ke svému růstu vodu, slunce a živiny.

Sedmá otázka se týkala toho, jaké plynné látky rostliny přijímají z atmosféry a jaké plynné látky do ní uvolňují ve dne a jaké v noci. Ve dne z atmosféry přijímají rostliny oxid uhličitý i kyslík, což odpovědělo pouze 8 respondentů (5,3 %). Naprostá většina respondentů 89,4 % uvedla mylnou představu. Žáci si v 77,5 % myslí, že rostliny ve dne přijímají pouze oxid uhličitý, takže si žáci neuvědomují, že rostlina dýchá nepřetržitě

a že potřebuje i kyslík, aby mohla dýchat. Tato miskoncepce je způsobena u žáků i tím, že v učebnici pro základní školy od Černíka et al., (2016) je uvedeno, že rostliny přijímají ze vzduchu pouze oxid uhličitý. V noci z atmosféry rostliny přijímají kyslík, a tuto odpověď uvedlo správně 90 respondentů (59, 6 %). 24,5 % respondentů uvedlo mylnou představu – rostliny v noci z atmosféry přijímají oxid uhličitý. Další část této otázky byla zaměřena na to, co rostlina vydává do atmosféry ve dne. Ve dne rostliny vydávají do atmosféry kyslík, což správně uvedlo 80, 1 %. Rostliny ale zároveň vydávají ve dne i vodní páru, kterou neuvedl žádný respondent. Žáci tedy nejspíše nemají znalosti o tom, že rostliny vydávají do atmosféry i vodu (vodní páru) a tím zapříčiňují koloběh vody v krajině. V noci vydávají rostliny do atmosféry oxid uhličitý, což správně uvedlo 60,9 %. Téměř 20 % respondentů uvedlo miskoncepce, a to, že v noci rostliny vydávají do atmosféry kyslík. Podobné či stejné miskoncepce byly zjištěny i ve výzkumech Čipkové et al., (2017) – například *Rostliny za nepřítomnosti světla uvolňují nejvíce kyslík*, u Svandové (2014) se vyskytla miskoncepce, že *Rostliny vytváří kyslík nepřetržitě ve dne i v noci*, dále i ve výzkumu Kelese & Kefeliho (2010) – *Rostliny dýchají pouze v noci*.

V desáté otázce měli žáci odpovědět, na jaký proces rostlina spotřebovává největší část sluneční energie, který na ni dopadá. Nejčastější odpovědí na tuto otázku bylo, že rostlina spotřebovává sluneční energii na fotosyntézu – 85,4 %. Další odpovědi na tuto otázku byly na kvetení rostlin a nevím. Správnou odpověď, že rostliny spotřebovávají největší část sluneční energie na výdej vody povrchem listů, neuvedl žádný respondent. Podle Rámcově vzdělávacího plánu pro základní vzdělávání by žáci měli znát stavbu a funkci jednotlivých rostlinných orgánů, jako je list a jeho důležitou funkci výpar vody.

V dotazníkovém šetření pro učitele se z otázek číslo jedna, dvě a tři dal vypozařovat vztah učitelů k výuce fotosyntézy, délkou učitelské praxe a obtížností fotosyntézy pro ně samotné při studiu na vysoké škole. Učitelé, kteří učí na základní škole 5–10 let hodnotili své studium fotosyntézy na vysoké škole jako velmi obtížné. A učitelé, kteří mají odučeno 20 let a více, hodnotili téma fotosyntézy při vlastním studiu průměrně známkou dva, tedy jako vcelku lehké. Většina respondentů má k výuce fotosyntézy neutrální vztah.

V otázce číslo dvě, měli učitelé zhodnotit problémy, které se vyskytují při výuce fotosyntézy. 50 % respondentů uvedlo, že největší problém, který žáci mají, je neznalost chemie.



10 % respondentů uvedlo, že téma je velmi abstraktní a těžce představitelné, což se shoduje i s tvrzením, které uvádí ve svém výzkumu Čipková et al., (2017), ale i Vágnerová et al. (2019). Mezi další problémy ve výuce fotosyntézy podle učitelů na základních školách a víceletých gymnáziích patří, že téma je všeobecně příliš obtížné a že žáci nemají o toto téma zájem.

V dotazníkovém šetření pro učitele i žáky byly obsaženy otázky, které se týkaly využití moderních digitálních technologií ve výuce přírodopisu. Fotosyntéza je pro žáky velmi obtížné téma a využití moderních technologií by výuku mohlo usnadnit, žáci by lépe pochopili abstraktní pojmy a nedocházelo by tolik ke vzniku miskonceptů. Podle Güneho et al., (2011) používání počítačů jako podpůrného materiálu pro výuku zvýšilo u žáků úroveň učení. Karamustafaoglu et al., (2005) in Güne et al., (2011) uvádí, že využití počítačů ve výuce pomáhá učitelům lépe vysvětlit probírané téma, tak i u žáků posiluje motivaci k učení.

V otázce číslo šest měli učitelé uvést, zda používají při výuce digitální výukové zdroje a jaké. 100 % respondentů využívá digitální výukové zdroje, 50 % z nich využívá výuková videa a videa na Youtube a dalších 30 % využívá ve výuce interaktivní tabule.

Žáci v otázce číslo dvanáct měli říci, jak často se učí v hodinách přírodopisu pomocí počítače. Pouze 19,2 % respondentů se při výuce přírodopisu učí na počítači. 42,4 % respondentů se v hodinách přírodopisu neučí vůbec pomocí počítačů.

Čtrnáctá otázka se týkala toho, jak moc žáci používají v domácím prostředí při učení na přírodopis počítač. 27,8 % respondentů používá při učení na přírodopis v domácím prostředí počítač. Vůbec nepoužívá počítač k učení 31,8 % respondentů, což je podle mého názoru škoda, na Youtube je spousta hezkých videí, která by dané téma žákům lépe vysvětlila.

V jedenácté otázce měli žáci známkami jako ve škole zhodnotit, jaká výuka by se jim líbila. Respondenti lépe hodnotili výuku pomocí výukové aplikace v mobilu nebo tabletu, tedy průměrně známkou 2,52 nebo i pomocí výukové aplikace v počítači průměrně známkou 2,47 než klasickou výuku s výkladem učitele, u které uváděli průměrnou známku

2,84. Žáci i velmi kladně hodnotili terénní úlohy, které by se měřily pomocí chytrých přístrojů. Kvízy na PC, tabletu nebo mobilu hodnotili žáci také kladně, průměrně známkou 2,16. Žákům by se nejvíce líbila výuka, ve které by viděli reálné příklady z krajiny, hodnotili ji průměrně známkou 1,87.

## 6 Seznam použité literatury

Alberts, B. (c1998). *Základy buněčné biologie: úvod do molekulární biologie buňky* (2. vyd, přeložil Arnošt KOTYK, přeložil Bohumil BOUZEK, přeložil Pavel HOZÁK). Espero.

Anonym a. (2013). *Spalování biomasy může mít negativní vliv na přírodu, varovala Evropská agentura pro životní prostředí*. Česká krajina. Retrieved March 10, 2022, from <https://www.ceska-krajina.cz/949/spalovani-biomasy-muze-mit-negativni-vliv-na-prirodu-varovala-evropska-agentura-pro-zivotni-prostredi/>

Anonym b. (2022) *Cíle udržitelného rozvoje (SDGs)*. United Nations: Informační centrum OSN v Praze. Retrieved February 24, 2022, from <https://www.osn.cz/osn/hlavni-temata/sdgs/>

Anonym c. (2022) *Co jsou rámcové a školní vzdělávací programy (RVP a ŠVP)*. Informační systém Infoabsolvent. Retrieved February 25, 2022, from <https://www.infoabsolvent.cz/Rady/Clanek/7-0-13>

Badenhorst, E., Mamede, S., Hartman, N., & Schmidt, H. (2014). Exploring lecturers' views of first-year health science students' misconceptions in biomedical domains. *Advances in Health Sciences Education*, 20(2), 403- 420.

Blair, M. J., Gagnon, B., Klain, A., & Kulišić, B. (2021). Contribution of biomass supply chains for bioenergy to sustainable development goals. *Land*, 10(2), 181.

Blystone, R. V. (1987). College introductory biology textbooks: an important communicative tool. *The American Biology Teacher*, 418-425.

Brown, M. H., & Schwartz, R. S. (2009). Connecting photosynthesis and cellular respiration: Preservice teachers' conceptions. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(7), 791. <https://doi.org/10.1002/tea.20287>

Černík, V., Bičík, V., & Martinec, Z. (2002). *Přírodopis 1 pro 6. ročník základní školy a nižší ročníky víceletých gymnázií*. SPN - pedagogické nakladatelství.

Černík, V., Hamerská, M., Martinec, Z., & Vaněk, J. (2016). *Přírodopis 6*. SPN - pedagogické nakladatelství.

Čipková, E., Karolčík, Š., & Vörösová, N. (2017). Korekcia miskoncepcií žiakov o fotosyntéze a dýchaní rastlín prostredníctvom bádateľsky orientovaného vyučovania. *Biologie-Chemie-Zeměpis*, 26(3), 24-34.

Demura, T., & Ye, Z. H. (2010). Regulation of plant biomass production. *Current opinion in plant biology*, 13(3), 298-303.

Ekici, F., Ekici, E., & Aydin, F. (2007). Utility of Concept Cartoons in Diagnosing and Overcoming Misconceptions Related to Photosynthesis. *International Journal of Environmental and Science Education*, 2(4), 111-124.

Galvin, E., Mooney Simmie, G., & O'Grady, A. (2015). Identification of misconceptions in the teaching of biology.

Güler, D., & Yağbsan., R. (2008). The description of problems relating to analogies used in science and technology textbooks. *Journal of the Faculty of Education*, 9(16), 105-122.

Güne, M. H., Güne, O., & Hoplan, M. (2011). The using of computer for elimination of misconceptions about photosynthesis. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 15, 1130-1134.

Haverlíková, V. (2013). *Alternatívne predstavy žiakov vo fyzikálnom poznávaní*. Knižničné a edičné centrum FMFI UK.

Jeřábek, J. *RÁMCOVÝ VZDĚLÁVACÍ PROGRAM PRO ZÁKLADNÍ VZDĚLÁVÁNÍ – 2021*. Národní ústav pro vzdělávání. Retrieved February 25, 2022, from <http://www.nuv.cz/t/rvp-pro-zakladni-vzdelavani>

Kabapınar, F., (2005), Effectiveness of teaching via Concept Cartoons from the Point of View of Constructivist Approach (Yapılandırmacı Öğrenme Sürecine Katkıları Açısından Fen Derslerinde Kullanılabilecek Bir Öğretim Yöntemi Olarak Kavram Karikatürleri), *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri (KUYEB) / Educational Sciences: Theory & Practice*, v5 n1, p.101-146

Karakaya, F., Yılmaz, M., & Aka, E. I. (2021). Examination of Pre-Service Science Teachers' Conceptual Perceptions and Misconceptions about Photosynthesis. *Pedagogical Research*, 6(4).

Karamustafaoglu, O., Aydın, M., & Özmen, H. (2005). Bilgisayar destekli fizik etkinliklerinin öğrenci kazanımlarına etkisi: basit harmonik hareket örneği. *The Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 4(4).

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.

Keogh, B., Naylor, S., (1999), Concept Cartoons, Teaching and Learning in Science: An Evaluation, *International Journal of Science Education*, v21, n4, p.431-46

Kincl, M., & Faustus, L. (1978). *Základy fyziologie rostlin*. SPN - pedagogické nakladatelství.

Klouda, P. (2000). *Základy biochemie*. P. Klouda.

Kose, E. O., Pekel, O., & Hasenekoglu, I. (2009). Misconceptions and Alternative Concepts in Biology Textbooks: Photosynthesis and Respiration. *Online Submission*, 10(2), 91-93.

Luštinec, J., & Žárský, V. (2003). *Úvod do fyziologie vyšších rostlin*. Karolinum.

McKendry, P. (2002). Energy production from biomass (part 1): overview of biomass. *Bioresourcetechnology*, 83(1), 37-46.

Mustafa, U. R. E. Y. (2018). Defining the relationship between the perceptions and the misconceptions about photosynthesis topic of the preservice science teachers. *European Journal of Educational Research*, 7(4), 813-826.

Nátr, L. (2002). *Fotosyntetická produkce a výživa lidstva*. ISV.

Pasch, M. (1998). Od vzdělávacího programu k vyučovací hodině: jak pracovat s kurikulem.

Pastorek, Z., Kára, J., & Jevič, P. (2004). *Biomasa: obnovitelný zdroj energie*. FCC Public.

Procházka, S. (1998). *Fyziologie rostlin*. Academia.

Ryplová, R. (2014). *Fyziologie rostlin*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.

Saka, A., Akdeniz, A. R., Bayrak, R., Asilsoy, Ö., (2006), "Canlılarda Enerji Dönüşümü" Ünitesinde Karşılaşılan Yanılgıların Giderilmesinde Kavram Karikatürlerinin Etkisi, VII. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 6-8 Eylül 2006, ANKARA

Svandova, K. (2014). Secondary school students' misconceptions about photosynthesis and plant respiration: Preliminary results. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 10(1), 59-67.

Tekkaya, C. (2002). Misconceptions as barrier to understanding biology. *Journal of Hacettepe University Education Faculty*, 23, 259-266.

Vágnerová, P., Benediktová, L., & Kout, J. (2018). Kritická místa ve výuce přírodopisu na základní škole.

Vágnerová, P., Benediktová, L., & Kout, J. (2019). Kritická místa ve výuce přírodopisu: jejich identifikace a příčiny.

Vobořil, D. (2017). Biomasa - využití, zpracování, výhody a nevýhody, energetické využití v ČR. *O egergetice.cz*. <https://oenergetice.cz/obnovitelne-zdroje-energie/biomasa-vyuziti-zpracovani-vyhody-a-nevyhody>

Walter, & Larcher. (1988). *Fyziologická ekologie rostlin*. Academia.

Weger, J.(2009). Biomasa jako zdroj energie. *Biom.* <https://biom.cz/cz/odborne-clanky/biomasa-jako-zdroj-energie>

Wynn, A. N., Pan, I. L., Rueschhoff, E. E., Herman, M. A., & Archer, E. K. (2017). Student misconceptions about plants—a first step in building a teaching resource. *Journal of microbiology & biology education*, 18(1), 18-1.

Závodská, R. (2006). *Biologie buněk: základy cytologie, bakteriologie, virologie*. Scientia.

## **Seznam obrázků**

Obr. č.1 – Molnar Ch. & Gair J., OpenStax, CC BY-SA 4.0 <<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0>>, via Wikimedia Commons