



Pedagogická  
fakulta  
Faculty  
of Education

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

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích  
Pedagogická fakulta  
Katedra biologie

Diplomová práce

Sonda úrovně žákovského porozumění  
interdisciplinárním zákonitostem  
v problematice funkce vegetace v krajině

Vypracovala: Bc. Natálie Hotařová  
Vedoucí práce: RNDr. Renata Ryplová, Ph.D.

České Budějovice 2022

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci jsem vypracovala samostatně pod vedením RNDr. Renaty Ryplové, PhD. a výhradně s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

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

.....

podpis studentky

## **Poděkování**

Tímto bych ráda poděkovala paní doktorce RNDr. Renatě Ryplové, PhD. za vedení této diplomové práce, její cenné rady, trpělivost a ochotu během jejího vzniku.

Můj dík patří také všem učitelům, kteří umožnili uskutečnit provedení dotazníkového šetření v rámci hodin přírodopisu a respondentům, kteří dotazník související s touto prací svědomitě vyplnili.

Zapomenout samozřejmě nemohu ani na podporu rodiny a přátele, bez kterých by tato práce nevznikla.

## ABSTRAKT

Předložená diplomová práce se zabývá interdisciplinarnitou ve výuce – tedy mezipředmětovými vztahy přírodopisu s dalšími přírodními vědami – fyzikou, chemií, zeměpisem a matematikou, ve spojitosti s tématem role vegetace v krajině. V souvislosti s tím byla v teoretické části zmíněna role vegetace v krajině, její zakotvení v rámcovém vzdělávacím programu, problematika STEM vzdělávání a definovány další důležité pojmy.

Cílem práce bylo zjistit, jaká je úroveň schopnosti žáků uplatnit mezipředmětové vztahy. V praktické části bylo provedeno dotazníkové šetření zaměřující se právě na tuto problematiku. Zjišťovalo, jak jsou s tímto tématem seznámeni žáci nižšího stupně víceletých gymnázií v paralelní třídě 9. ročníku ZŠ. V závěru práce jsou shrnuty výsledky dotazníkového šetření. K tomu došlo jak slovní, tak grafickou formou a na základě toho byla zhodnocena úroveň porozumění mezipředmětovým vztahům a jejich uplatnění v praxi.

**Klíčová slova:** mezipředmětové vztahy, role vegetace v krajině, plant blindness, transpirace, fotosyntéza

## **ABSTRACT**

Presented thesis focuses on interdisciplinarity in teaching – interdisciplinary relations between biology and other natural sciences – physics, chemistry, geography and maths in correlation with the issue of the role of vegetation in the landscape. In relation, theoretical chapter partially concentrates on the role of vegetation in landscape, its position in Framework Educational Programme, problems of STEM education and the definition of other important terms.

Aim of the thesis was to determine, how are pupils capable of applying of interdisciplinary relations. Practical part sustains of obtaining the data through a survey using questionnaires. The intention was to find out how are the students familiar with the theme. in lower classes of multi-year grammar schools in the year of studies parallel to the ninth grade in primary school. Results of the questionnaire survey are summarized in conclusion part. The survey was led in verbal and graphic form and the results were used to determine the level of comprehension the interdisciplinary relations and their practical applications.

**Key words:** interdisciplinarity relations, role of vegetation in the landscape, transpiration, photosynthesis

# Obsah

1. Úvod .....	1
2. Role vegetace v krajině.....	3
2.1 Význam vegetace v krajině .....	3
2.1.1 Klimatizační role vegetace .....	6
2.1.2 Fotosyntéza.....	7
3. Zastoupení témat v rámcovém vzdělávacím programu .....	9
3.1 Klimatizační role vegetace v RVP .....	10
3.1.1 Fyzika.....	11
3.1.2 Chemie.....	12
3.1.3 Přírodopis.....	12
3.1.4 Zeměpis.....	13
3.1.5 Matematika.....	14
3.2 Fotosyntéza v RVP.....	15
3.2.1 Fyzika.....	15
3.2.2 Chemie.....	15
3.2.3 Přírodopis.....	16
3.2.4 Zeměpis.....	17
4. Plant blindness.....	18
5. Interdisciplinarita přírodopisu s jinými obory .....	22
5.1 Vymezení pojmu interdisciplinarita .....	22
5.2 Interdisciplinarita ve vzdělávání.....	22
5.3 Vymezení pojmu integrace.....	23
5.4 Interdisciplinární souvislosti mezi přírodopisem, fyzikou, chemií a matematikou.....	24
6. Problematika STEM vzdělávání .....	27
6.1 Vznik STEM.....	27
6.2 Možnosti a úskalí výuky STEM.....	29
6.3 STEM v Česku a ve světě.....	30
6.4 Badatelsky orientované vyučování v souvislosti s interdisciplinaritou.....	30
7. Metodika dotazníkového šetření.....	33
8. Výsledky dotazníkového šetření.....	34
8.1 Demografické údaje .....	34
8.2 Vyhodnocení otázek obsažených v dotazníku.....	35
8.2.1 Otázka č. 4.....	36
8.2.2 Otázka č. 5.....	38
8.2.3 Otázka č. 6.....	43
8.2.4 Otázka č. 7.....	45

8.2.5	Otázka č. 8.....	47
8.2.6	Otázka č. 9.....	48
8.2.7	Otázka č. 10.....	51
9	Diskuse .....	53
10	Závěr.....	58
11	Zdroje.....	59
12	Přílohy .....	64

# 1. Úvod

Svět, ve kterém žijeme, je svět, který se „točí“ čím dál rychleji. Dochází k rychlému růst počtu obyvatel, ke zvyšování nároků na prostor, potravu a zdroje všeobecně. Globalizace běží na plné obrátky, vzdálenosti mezi kontinenty se zmenšují, přestože jsou pořád stále stejně dlouhé a technický a vědecký pokrok utíká vzdělávacímu systému mílovými kroky. Na tyto procesy reagují světové trendy, které určují směr přírodovědného vzdělávání. Poukazují na užitečnost integrace témat či jiných výukových předmětů, které by mohly přispět ke zvýšení atraktivity přírodovědných předmětů (Hejnová, 2011). Podroužek (2002) uvádí, že spojení učiva aktuálně izolovaných předmětů či kognitivně blízkých vzdělávacích oblastí může za pomoci mezipředmětových vztahů rozšířit komplexnost a globálnost poznání. Překážkou jsou chybějící znalosti studentů vysokých škol či začínajících učitelů, které pramení z dvouaprobacních specializací, jež jsou nabízeny na českých vysokých školách a v souvislosti s tím s jejich zaměřením pouze na vlastní obory (Hejnová, 2011).

Základním pilířem pro existenci života na Zemi je voda a vzduch. Pokud by tato věta postrádala svůj závěr a byla obsažena v našem dotazníku, byl by zřejmě každý schopen ji dokončit. Otázkou však zůstává, zda i žáci nižšího stupně gymnázií ví, odkud se bere voda, která padá z nebe, jak vzniká kyslík, který dýcháme a kde najít vodu, kterou pijeme. Znalost těchto základních, ale především pak daleko složitějších skutečností a procesů, kterými jsou například fotosyntéza, transpirace a s nimi spojená přeměna sluneční energie či malý a velký koloběh vody, je základem pro výchovu generace, která bude správně hospodařit s krajinou a vodními zdroji. Žijeme v době, která je rychlá nejen z pohledu technického pokroku, ale i z pohledu klimatických změn a výkyvů, se kterými se v posledních letech potýkáme. Nedostatečně zmiňovaným činitelem v průběhu těchto změn je vegetace. V článkách pojednávajících o změnách klimatu a globálním oteplování bývá kladen důraz na snižování emisí CO<sub>2</sub>, ale například na vegetaci a její funkci v koloběhu vody na Zemi, narazíme zřídka (Ryplová & Pokorný, 2020).

Tato práce pojednává o porozumění roli vegetace v krajině u žáků víceletých gymnázií. V teoretické části jsou zmíněny důležité pojmy, hlavní témata zájmu a jejich zastoupení v rámcovém vzdělávacím programu a „plant blindness“ – pojem úzce související s nesprávným hospodařením s vegetací v krajině. Těžištěm praktické části je dotazníkové šetření, zaměřující se na problematiku interdisciplinárních souvislostí mezi přírodopisem, fyzikou, chemií,



zeměpisem a matematikou, která je blízká poměrně mladému trendu tzv. STEM vzdělávání, o jehož začlenění do procesu výuky se snaží velké množství zemí v čele se Spojenými státy americkými, kde tento koncept vznikl. Jeho cílem je propojení sobě blízkých vědních oborů a příprava komplexně smýšlejících odborníků. Otázky obsažené v dotazníku sledují schopnost využití poznatků z výše zmíněných vyučovacích předmětů a jejich aplikaci pro pochopení a zhodnocení botanických environmentálně zaměřených témat. V návaznosti na to budou získaná data statisticky vyhodnocena a výsledky rozvedeny v diskusi.

## 2. Role vegetace v krajině

### 2.1 Význam vegetace v krajině

Má vegetace v krajině vliv na celosvětově se rozšiřující sucho a globální změny klimatu? Odpověď na tuto otázku je jednoznačná, ale ne každý ji zná a zdaleka ne každý by dokázal vysvětlit důvody, proč právě vegetace je jedna z hlavních, ale opomíjených činitelů v cestě těchto změn. Ve většině aktivit, které se zaměřují na zmírnění změny klimatu a globálního oteplování, je kladen důraz především na snižování emisí CO<sub>2</sub>, ale na vegetaci, která hraje důležitou roli v zadržování vody v krajině a ochlazování prostředí, příliš poukazováno není (Ryplová & Pokorný, 2020).

Pro správnou funkci krajiny je důležitý tok energie, vody a látek (ENKI, 2021). Podmínky na Zemi, ve kterých žijeme, se mění a projevy počasí jsou čím dál více nevyzpytatelné. Dochází ke klimatickým změnám, kdy se střídá extrémní sucho a povodně. Vítr často střídá vichřice, pravidelný déšť deště přivalové, ubývají ledovce a pozorujeme nárůst extrémních hodnot teplot, rychlosti větru či srážek. Jde o změny, které souvisí například s rychlým růstem počtu obyvatel či nesprávným hospodařením a nakládáním s půdou. Dochází k odlesňování rozsáhlých ploch, k odvodňování mokřadů v okolí velkých vodních toků a přeměně savan a pralesů na vyprahlé pláně a neúrodné plantáže palmy olejné a jiných kulturních plodin. Některé změny však lze správnými postupy lidské činnosti regulovat (Klimatická změna, 2019). Jedním z důvodů vedoucích ke krokům, které nejsou v souladu s přírodou, je neznalost problematiky funkce rostlin v našem prostředí, jejíž kořeny sahají do školních lavic. V důsledku toho si lidé neuvědomují pozitivní přínos vegetace a nemají dostatek informací ohledně toho, jak fungují fyziologické procesy rostlin (Ryplová & Pokorný, 2020). Jev, který vysvětluje neznalost rostlin a jejich vliv na prostředí kolem nás, v odborné terminologii nazývaný jako „plant blindness“, bude blíže vysvětlen v jedné z dalších podkapitol.

Zdravá krajina se vyznačuje krátkým koloběhem vody, pro jehož fungování je důležité dostatečné zásobení vodou a porosty, jako jsou například lesy či mokřady, mající schopnost vysoké evapotranspirace – evaporace (výpar vody z půdy) a transpirace (výpar vody z rostlin přes průduchy). Z metru čtverečního se za den odpaří až několik litrů vody. Na výpar jednoho litru vody o teplotě 20 °C se spotřebuje 2,45 MJ = 0,68 kWh sluneční energie. Když se odpaří 5 litrů vody, do vodní páry se váže 3,4 kWh, což je více než polovina dopadající sluneční energie. Tato energie se tak váže do vodní páry a ve formě skupenského tepla se uvolňuje na chladných

místech, kde vodní pára kondenzuje. Právě vegetace je tímto schopna snižovat extrémní teplotní rozdíly, se kterými se v posledních letech na mnohých místech naší planety potýkáme, protože je, společně s vodou, podstatou dokonalé přirozené klimatizace (Pokorný a Hesslerová, 2011).

V souvislosti s tím je nutno zmínit vertikální rozložení teplot v porostech a s ním spojený zásadní rozdíl v tom, o jaký porost se jedná. Pokorný a Hesslerová (2011) tuto problematiku přibližují na porostu s patrovitou strukturou a jednoduché monokultuře. Konkrétním příkladem je les, kde se v průběhu jasného slunného dne vytváří inverzní teplotní gradient – v dolních patrech lesa – bylinném a keřovitém, je nižší teplota než v korunách stromů. Chladný a relativně těžký vzduch se drží při zemi a nemá tendence stoupat vzhůru. To zabraňuje vysychání, dlouho se zde drží rosa a půda je stále vlhká. Mluvíme-li o monokulturách, za příklad lze uvést zemědělské plodiny – obiloviny, ale i monokulturální plantáže, vysazované na místech, kde ještě před pár lety, možná snad i měsíci, rostl deštný prales. V takových porostech je vertikální profil teplot opačný. Za slunného počasí je povrchová teplota půdy výrazně vyšší než teplota na povrchu porostu. Na polích jsou ve velkém užívány herbicidy, které cíleně hubí veškerou nežádoucí vegetaci. Tou jsou plevele a drobné rostliny, které by v monokultuře tvořily spodní patro. Jeho absence tak způsobuje nadměrné přehřívání půdy, od níž se ohřívá vzduch a stoupá porostem vzhůru. Tím dochází k vysušování půdy. Plodiny ztrácejí vodu a půda přichází o cenné živiny, které spláchne první prudký liják. Rozdíly povrchových teplot plodin nejsou příliš rozdílné, ale u povrchové teploty půdy to mohou být řádově až desítky (20 °C – 30 °C) stupňů. Hlavní úlohu ekosystémů a vegetace bychom měli vnímat především v její schopnosti utvářet klima. Rostliny přímo přeměňují sluneční záření a snižují teplotní rozdíly (Pokorný a Hesslerová, 2011).

Mimo to má vegetace v krajině celou řadu dalších funkcí, na které nelze zapomenout. Rostliny produkují kyslík, vypouští do vzduchu terpeny – aromatické látky, které mohou pomáhat při léčbě stresu či depresí a mají pozitivní vliv na zdraví člověka. Stromy zabraňují přímému působení ultrafialových paprsků. Vytvářejí přirozené zvukové bariéry, stojí v cestě větru, který by měl bez překážek mnohem větší sílu a zabraňují větrné erozi. V souvislosti s půdou lze zmínit lepší schopnost vsakování povrchové vody, podporu soudržnosti a zamezení půdní erozi, kterou zajišťuje kořenový systém trvalých travních porostů a s tím spojenou lepší kvalitu půdy. Koruny stromů zadržují srážky a v závislosti na hustotě porostu vytvářejí stín, který pomáhá udržet vlhkost. Nezastupitelný význam mají rostliny i při odstraňování polutantů z ovzduší, škodících lidskému zdraví. Jde o plynné, tekuté či pevné chemické látky, které mají v určitých koncentracích a déle působení škodlivý vliv na živé organismy. Tyto škodliviny

dělíme na emise, transmise a imise. V souvislosti s rostlinami, jsou nejčastěji zmiňovány imise – tedy emise, které se již dostaly do prostředí – do půdy, vody či rostlin. Vzduch nebo dešťové kapky jsou nasyceny prachem, popílkem či aerosoly a dostávají se do kontaktu s listy, jejichž povrch je zachytává a částice se zde usazují. Tento jev zlepšuje kvalitu ovzduší, ale na samotné rostliny působí negativně. Imise pokrývající listy, snižují propustnost pro světlo, ucpávají průduchy a mohou vůči rostlině působit agresivně (Hrudová, 2011). Odolnost jednotlivých druhů je specifická. Z časového hlediska jsou nejvhodnější jehličnaté stromy, které jsou oproti opadavým listnatým druhům zelené celý rok. Pokud bychom hovořili o nejvhodnějších zástupcích majících velkoploché listy, byly by to druhy s jemnými chloupky a nerovnostmi, které zvětšují povrch listů (Beckett a kol., 2000). Znalostí v ohledu odolnosti vůči imisím, se využívá při revitalizaci emisemi narušených lokalit a v místech s trvale vyšší koncentrací emisí, jako jsou průmyslové zóny či rozrůstající se městské aglomerace (Hrudová, 2011). Pozastavení se nad touto funkcí vegetace se mnohým z nás jistě spojí i s její esteticou funkcí a utvářením krajinného rázu.

V posledních letech probíhá mnoho výzkumů souvisejících s dalším vážným problémem, kterým je kontaminace půd těžkými kovy či jinými organickými polutanty. Takové plochy nejsou využitelné pro zemědělskou produkci, ale lze je využít pro pěstování biomasy, která je následně spalena a dochází k produkci energie. Metoda ozdravení půdy se nazývá fyto remediací a je k ní využíváno rychle rostoucích dřevin, které mají schopnost zachytit nežádoucí prvky z kontaminovaných půd, čímž je čistí. Jde v podstatě o plantáže takových dřevin. Oproti klasické dekontaminaci je to způsob relativně cenově dostupný, ekologicky šetrný a vůči krajině vstřícný i po estetické stránce (Mrnka, 2015).

V krajině, která má narušené fungování přirozených procesů a teplotní amplitudy jsou vysoké, dochází k růstu turbulentního proudění, vysušování krajiny, snížení výparu vody porostem (tj. evapotranspiraci), poškození ekosystémů a jeho součástí. Z krajiny se tak ve velkém ztrácí živiny a látky, které jsou její nutnou součástí. Pro návrat k trvale udržitelnému hospodářství je nutno integrovat uzavřený koloběh látek, vody a živin v kulturní krajině. Napomocť nám k tomu může obnova přirozené trvalé a rozmanité vegetace, kterou jsou například různorodé lesní porosty, namísto monokulturních hospodářských lesů, mokřady, zaplavované říční nivy či návrat k pěstování na menších polích, rozdělených mezemi a remízky, které by krajině navrátily její přirozenou retenční schopnost (Pokorný a Hesslerová, 2011).

V souvislosti se složitostí jevů, týkajících se právě vegetace a jejího významu v krajině, je na základě studií zdůrazňována nutnost interdisciplinárního přístupu ve výuce přírodních věd. Existuje velké množství témat, včetně toho našeho, která vyžadují znalosti z více vědních oborů. Jako nejefektivnější řešení tohoto problému se jeví propojení sobě blízkých předmětů – fyziky, chemie, biologie, matematiky či geografie (Ryplová & Pokorný, 2020). Právě příčiny rostoucího sucha a globální oteplování jsou témata tak složitá, že vyžadují interdisciplinární přístup. Pro tuto konkrétní diplomovou práci však byly, vzhledem ke svému významu a zařazení do RVP, vybrány tyto dvě hlavní funkce – klimatizační role vegetace a fotosyntéza.

### 2.1.1 Klimatizační role vegetace

Prvním tématem, které bude blíže přiblíženo, je klimatizační role vegetace. V geografii se v rámci tématu vegetačních pásů žáci dozvídají, jaký je průběh denního chodu teplot v tropickém deštivém lese či v pouštích a jaký je mezi nimi rozdíl. Stejně tak je jim známo, že za horkého letního dne nám bude lépe v lese než v centru města. Málom který ze žáků však zná příčiny těchto jevů (Ryplová & Pokorný, 2019; 2018).

Většinu sluneční energie, která dopadá na zemský povrch, využívá všude přítomná vegetace, která má vliv na distribuci sluneční energie a na zásobu vody v krajině. Povrchová teplota Slunce je asi 6000 K a vyzařuje krátkovlnné záření o maximální vlnové délce asi 500  $\mu\text{m}$ . Za jasného slunečního dne přichází na zemský povrch až 1000  $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$  sluneční energie. Asi 20 % slunečního záření se odrazí, méně než 1 % využívají rostliny k fotosyntéze a zbylé záření využívají vodou dobře zásobené rostliny k jejímu odpařování. Na 1  $\text{mm}^2$  rostlinného listu najdeme několik stovek průduchů – pokožkových útvarů, tvořených dvěma buňkami, majícími mezi sebou průduchovou šterbinu (Ryplová, 2014). Průduchy slouží k výměně plynů mezi rostlinou a prostředím. Jejich další funkcí je ochlazování rostlin a jejich prostředí, což znamená, že mají „dvojitý klimatizační efekt“.

Odpařování vody z rostlin je jedním z nejdůležitějších mechanismů odvodu vody z rostliny a je odborně nazýváno transpirace. Rostlina přijímá z půdy prostřednictvím kořenů vodu s živinami, ta poté proudí vzhůru a vyživuje ji. Rostlina ke svému růstu potřebuje  $\text{CO}_2$ , k jehož příjmu je nutné otevřít průduchy, jejichž prostřednictvím však následně z rostliny uniká voda, což je nežádoucí, ale zároveň nevyhnutelné. Je to „daň“ za příjem  $\text{CO}_2$ . Tuto ztrátu vody však musíme chápat pozitivně, protože je zdrojem chladícího efektu. Za pomoci transpirace je přenášeno několik stovek wattů sluneční energie na  $\text{m}^2$ , fázový přechod z kapaliny do páry se pojí se změnami objemu, kdy se z 18 ml kapaliny vytvoří 22 400 ml páry a spotřebovává

se energie (0,68 kWh, 2,45 MJ kg<sup>-1</sup> při 20 °C), což způsobuje ochlazení prostředí (Ryplová & Pokorný, 2020a).

Vegetace dobře zásobená vodou tlumí extrémní teplotní rozdíly a podporuje krátký koloběh vody, který lze chápat jako „recyklaci vody“. Co si představit pod tímto slovním spojením? Malý koloběh vody je uzavřený cyklus, v němž voda, která se vypaří z vegetace na určitém místě, na to samé místo opět spadne v podobě srážek, mlhy či rosy (Pokorný, 2018). Kvůli vysoké teplotě vody je k její přeměně z kapalného na parné skupenství potřeba i výměna energie. Jak je to tedy se změnou teplot během dne? Na místech s nízkou teplotou dochází ke kondenzaci vodní páry – vytváří se mlha či rosa, uvolňuje se energie a prostředí se ohřívá, naopak v horkém prostředí se spotřebovává teplo vodní párou a tak dochází k vyrovnání teplotních rozdílů daného místa mezi dnem a nocí a nebo mezi prostory (Ryplová & Pokorný, 2020b).

Pokud nesprávným hospodařením a chybnými kroky v důsledku neznalosti důležitosti vegetace v krajině tuto vegetaci z krajiny odstraníme a tím ji zároveň odvodníme, může pak za slunečných dnů dosahovat teplota nekrytých povrchů i více než 50 °C. 60 – 70 % sluneční energie, dopadající na zemský povrch se přemění na zjevné teplo a ohřívá své okolí (Pokorný, 2011). Vzduch se pak otepluje a rychle stoupá vzhůru. Při tom nabírá vlhkost z okolí a teplý vzduch s nízkou relativní vlhkostí vytváří mraky vysoko v atmosféře a voda se nevrací zpět na zem. Teplý vzduch brání nasávání vlhkého vzduchu z oceánu či moře a krajina vysychá (Ryplová & Pokorný, 2020).

### **2.1.2 Fotosyntéza**

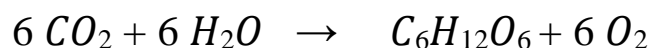
Fotosyntéza (z řeck. phos, photós = světlo) je fyziologický proces, při němž si zelené rostliny z jednoduchých anorganických látek – oxidu uhličitého a vody, které získávají pomocí kořenů či povrchem těla z vody, ze vzduchu a z půdy, za světla, které je zdrojem energie pro chemickou reakci v chloroplastech, vytvářejí energeticky bohaté organické sloučeniny – sacharidy (Kincl, Kincl a Jakrllová, 2006). Počátek potravinových řetězců v ekosystémech patří právě takovým autotrofním organismům, což jsou organismy schopny fotosyntézy. Jde o primární producenty – organismy se schopností vázat sluneční energii a přeměňovat ji na energii chemických vazeb, uloženou ve vytvořené biomase (Ryplová, 2014). Světlo je elektromagnetické vlnění, viditelné v rozmezí vlnové délky od 380 do 750 nm. Energií nesou fotony – tedy částice, ze kterých je světlo tvořeno. Čím větší vlnová délka, tím menší je energie fotonu (Závodská, 2006). Pro fotosyntézu rostliny využívají především červenou a modrou část

viditelného světelného spektra. Hlavním fotosyntetickým barvivem, schopným využít sluneční záření, je chlorofyl a. Ten má své pomocníky v podobě chlorofylu b, chlorofylu c a karotenoidů, které mu předávají zachycenou energii (Kincl, Kincl a Jakrlová, 2006).

Rostliny při fotolýze štěpí vodu na kyslík a vodík a tím dodávají kyslík – odpadní produkt fotosyntézy do atmosféry. Za každou molekulu přijatého oxidu uhličitého tedy strom vyloučí jednu molekulu kyslíku a mezitím se odpaří stovky molekul vody (Pokorný a kol., 2021) Tyto procesy zahrnujeme do primární neboli světelné fáze fotosyntézy. V sekundární neboli temnostní fázi jsou produkty primární fáze – energetické přenašeče ATP a NADPH využívány k fixaci CO<sub>2</sub> a jeho zabudování do organických sloučenin (Ryplová, 2014). Vodík pak za pomoci enzymatických reakcí redukuje oxid uhličitý na cukry (Pokorný a kol., 2021). Glukózu mohou rostliny přeměňovat i na jiné organické látky (tuky, bílkoviny či nukleové kyseliny) (Závodská, 2006). Tyto asimiláty jsou spotřebovány přímo v místě přeměny organických látek – v listu nebo jsou transportovány do ostatních částí rostliny. Část fotosyntetických asimilátů je ukládána jako rezerva energie pro další procesy (Ryplová, 2014). Opačným procesem fotosyntézy je buněčné dýchání neboli respirace, při které kyslík oxiduje cukry a za uvolňování energie vzniká oxid uhličitý a voda.

Zjednodušeně lze fotosyntézu zapsat následující sumární rovnicí:

*SVĚTLO*



*CHLOROFYL*

Fotosyntéza úzce souvisí s transpirací, ta se uskutečňuje prostřednictvím průduchů v listech, které jsou místem, kudy do rostliny vstupuje oxid uhličitý pro fotosyntézu. Pokud je rostlina vystavena stresu z okolí např. v souvislosti s nedostatkem vody, která je pro ni limitující životní podmínkou, uzavře průduchy a snižuje se rychlost fotosyntézy i transpirace (Ryplová a kol., 2021). Dalším faktorem ovlivňujícím fotosyntézu je teplota. Při nízkých teplotách 0 až 10 °C enzymy řídící fotosyntézu nefungují efektivně a rychlost fotosyntézy se snižuje. Při teplotách mezi 10 a 20 °C jsou enzymy na optimální úrovni a rychlost fotosyntézy je vysoká. S rostoucí teplotou a intenzitou slunečního záření stoupá i rychlost fotosyntézy, ale při překročení hodnoty 20 °C dochází opět ke snižování rychlosti (Lamscience.com, 2022).

V souvislosti s významem role vegetace v krajině nutno zmínit i význam fotosyntézy pro krajinu. Je to základní proces a zároveň jediný děj, při kterém se uvolňuje kyslík, jenž zabezpečuje existenci lidstva a veškerých ekosystémů na Zemi. Odpadním, ale pro život nejdůležitějším produktem, je kyslík, kdy na každých šest molekul  $\text{CO}_2$  vznikne stejné množství  $\text{O}_2$ . Odhady říkají, že fotosyntézou se ročně přemění cca  $2 \cdot 10^{11}$  tun (0,2 biliónu) oxidu uhličitého, proto i množství vznikajícího kyslíku je obrovské (Jelínek a Zicháček, 1996). Fotosyntéza zajišťuje potravinové zdroje pro lidstvo, ale zároveň je na ní závislý i dnešní průmysl, který stojí na spalování fosilních paliv – uhlí, ropy či zemního plynu – tedy zbytků rostlinných a živočišných těl, které žily před mnoha miliony lety a bez fotosyntézy by nemohly vzniknout (Wikipedia, 2022). Fotosyntézou vzdušného oxidu uhličitého vzniká téměř veškerá biomasa na Zemi – je rostlinného původu.

Mluví se i o významu fotosyntézy v souvislosti s narůstající hladinou oxidu uhličitého – významného skleníkového plynu. Rostliny uhlík ukládají do rostlinných pletiv, kde ho skladují po celou dobu svého života – z tohoto úhlu pohledu mají význam dlouhověké stromy, které uhlík skladují nejdelší dobu. Rostliny touto fotosyntetickou asimilací  $\text{CO}_2$  pomáhají brzdit narůstající množství  $\text{CO}_2$  v atmosféře. Než koncentrace  $\text{CO}_2$  dosáhne saturační hodnoty, lze v souvislosti se zvyšující se koncentrací  $\text{CO}_2$  předpokládat i nárůst produkce biomasy. K tomu je zapotřebí většího množství vody a minerálních látek, což rychleji vyčerpá půdu. Nárůst koncentrace  $\text{CO}_2$  v atmosféře zákonitě ovlivní i biodiverzitu. Rostliny kterým se daří ve stávající atmosféře, nemusí vyšší koncentraci  $\text{CO}_2$  zvládnout, vyhynou a mohou je nahradit druhy jiné (Ryplová, 2014).

V rámcovém vzdělávacím programu najdeme přírodovědná témata, která vychází pouze z jednoho oboru, ale lze zde narazit i na mnoho mezipředmětových témat, kterým byla například klimatizační role vegetace a je jím i fotosyntéza a transpirace. Stejně jako tomu bylo u předchozího tématu, byla problematika prostudována v souvislosti s jejím obsažením v RVP – ZV.

### **3. Zastoupení témat v rámcovém vzdělávacím programu**

Rámcový vzdělávací program (dále RVP) je jedním z dokumentů, vydávaných Národním ústavem pro vzdělávání. Prochází pravidelnou aktualizací, aby obsah odpovídal nejnovějším poznatkům vědních disciplín a nejnovějším pedagogickým metodám a postupům. Podle této všeobecné předlohy si jednotlivá vzdělávací zařízení vytvářejí konkrétní školní vzdělávací programy (dále ŠVP). Je tedy na konkrétním učiteli, či skupině učitelů každé školy,



jak vypadají jejich učební osnovy. Domlouvají se na nich jednotliví členové předmětových komisí a důležité je především to, aby ŠVP plnilo vzdělávací cíle a očekávané výstupy RVP a obsahovalo hlavní témata, jež RVP zdůrazňuje.

V RVP ZV jsou obsaženy všechny důležité informace o základním vzdělávání. Pokud není určeno jinak, platí vše, co je v RVP ZV stanoveno pro 2. stupeň základního vzdělávání (resp. pro 6.-9. ročník), i pro odpovídající ročníky šestiletých a osmiletých gymnázií (MŠMT, 2021).

V *Části A* se nachází systém kurikulárních dokumentů a principy RVP. *Část B* charakterizuje základní vzdělávání a odkazuje na konkrétní paragrafy školského zákona, týkající se povinné školní docházky, organizace základního vzdělávání, hodnocení žáků a ukončení základního vzdělávání. V *Části C* najdeme pojetí a cíle základního vzdělávání. Definiuje klíčové kompetence – kompetence k učení; řešení problémů; komunikativní; sociální a personální; občanské; pracovní a nově také digitální, na základě kterých jsou v RVP ZV uvedeny očekávané výstupy, které plynou z osvojení učiva jednotlivých vzdělávacích oblastí – těch je 9. Poslední částí je *Část D*, která pojednává o vzdělávání žáků se speciálními vzdělávacími potřebami a o vzdělávání nadaných a mimořádně nadaných žáků. Zároveň určuje materiální, personální, hygienické a organizační podmínky pro uskutečňování RVP ZV a zdůrazňuje zásady pro zpracování, vyhodnocování a úpravy ŠVP (MŠMT, 2021).

### **3.1 Klimatizační role vegetace v RVP**

Jak již bylo zmíněno, k pochopení mnoha procesů a témat z biologie potřebujeme znalosti z více oborů. V případě klimatizačního efektu rostlin tomu není jinak a uplatnění mezipředmětových vztahů je nezbytné. Téma je to zdánlivě jasné, ale málokdo dokáže vysvětlit, jak vlastně chladicí efekt vegetace funguje. To vyžaduje znalosti z biologie, chemie, fyziky, zeměpisu či matematiky.

Výše zmíněné obory, vyjma matematiky, v RVP společně tvoří vzdělávací oblast *Člověk a příroda*. Ta zahrnuje okruh problémů spojených se zkoumáním přírody a poskytuje žákům základ potřebný k lepšímu porozumění přírodním faktům. Lépe se pak dokážou orientovat v běžném životě a využívat moderní technologie, které nás obklopují. Žáci mají možnost hlouběji porozumět zákonitostem přírodních procesů, uvědomují si užitečnost poznatků spojených s přírodou a jejich aplikaci v praktickém životě. Přírodu poznávají jako vzájemně propojený systém, jehož části na sebe navzájem působí a ovlivňují se. S tím se pojí

skutečnost, že pro udržení zdravého prospívání živých soustav i člověka je důležitá přirozená rovnováha. V úvahu musíme brát i ohrožení, které vyplývá z následků lidského počínání, z přírodních procesů či zásahů člověka do přírody, což může ohrožovat životy, zdraví, majetek nebo životní prostředí. Žáci si kromě těchto znalostí osvojují i důležité dovednosti, kterými jsou například soustavné, objektivní a spolehlivé pozorování, experimentování, měření, vytváření a ověřování hypotéz o podstatě pozorovaných jevů a následná analýza výsledků, jejich ověření a vyvození závěrů (MŠMT, 2021).

V chemii se žáci učí o vodní páře, tlaku či kondenzaci. V geografii, se mluví o slunečním záření, distribuci sluneční energie na Zemi, typech vegetace v jednotlivých koutech světa a o globálním hydrologickém cyklu. Dále je tu biologie, která popisuje metabolismus vody u rostlin, průchod plynů a odvod vodní páry z listů rostlin přes průduchy a v neposlední řadě je tu fyzika, z níž uplatníme přenos tepla, teorii týkající se sluneční energie, výměnu energie a změny skupenství, kterými jsou odpařování a kondenzace (Ryplová & Pokorný, 2020).

RVP ZV definuje vzdělávací obsah jednotlivých oborů – učivo, které má být probráno a společně s ním i očekávané výstupy, tedy znalosti, kterými by měl žák po ukončení jednotlivých celků disponovat. RVP ZV bude postupně prostudováno a celky související s tématem klimatizační role vegetace budou zmíněny níže.

### 3.1.1 Fyzika

Ve fyzice se pobírá téma *Látky a tělesa*, které zahrnuje fyzikální veličiny a skupenství látek. Pro naše potřeby jsou stěžejní jednotky objemu, teploty a její změny a čas. Co se týče skupenství látek, zajímá nás stavba částic a difuze, což je proces, při kterém částice jedné látky samovolně pronikají mezi částice druhé látky ve snaze rovnoměrného prostoupení do celého objemu (WikiSkripta, 2018). Žáci by měli umět pracovat s vhodně zvolenými měřidly a s jejich pomocí pozorovat a zaznamenávat fyzikální veličiny, kterými je například teplota měnící se v čase, případně objem vody, která byla dodána a následně se odpaří. Dalším výstupem by měla být schopnost předpovědět, jak se změní délka či objem tělesa při dané změně jeho teploty či porozumění vztahu mezi hustotou, hmotností a objemem při řešení praktických problémů. Dalším blokem, který obsahuje využitelné poznatky, jsou *Mechanické vlastnosti tekutin*, které zahrnují hydrostatický a atmosférický tlak – jeho souvislosti s některými procesy v atmosféře a Archimédův zákon, definující vztlakovou sílu. *Energie* je nezbytně nutným celkem, v rámci kterého se probírají formy energie – pro téma klimatizační role vegetace je důležitá elektrická

energie a výkon pro případné srovnání chladicího efektu elektrického klimatizačního zařízení a přirozeného chlazení zdravé vegetace. Důležité jsou také přeměny skupenství, kterými je vypařování (evaporace) a kapalnění (kondenzace). Žáci jsou schopni na základě těchto vědomostí zhodnotit výhody a nevýhody využívání různých energetických zdrojů z hlediska vlivu na životní prostředí. Posledním celkem jsou *Elektromagnetické a světelné děje*, zahrnující vlastnosti světla, jeho zdroje a rozklad bílého světla hranolem. I tato problematika je pro dané téma důležitá. Lze porovnávat a odhadovat množství slunečního záření, jenž dopadá na povrchy různé barvy či jakými materiály je světlo schopno projít. Získané fyzikální znalosti o změnách skupenství látek, sluneční energii a tlaku vzduchu by měli žáci umět propojit se znalostmi získanými v ostatních oborech vzdělávací oblasti Člověk a příroda.

### 3.1.2 Chemie

V úvodu studia chemie jsou žáci seznámeni s tematickým celkem *Pozorování, pokus a bezpečnost práce*, v rámci kterého se mimo jiné dozví základní informace o vlastnostech látek a také o vlivu atmosféry na vlastnosti a stav látek. Při probírání vlastností látek může být zmíněno, jakou mohou mít látky barvu, zápach, zda jsou rozpustné v jiných látkách či ve vodě, jakou mají hustotu nebo jak se chovají při změnách teplot. *Směsi* nabízejí informace o vodě a vzduchu. To je téma v naší problematice velice důležité. Voda a vzduch jsou jedněmi z hlavních činitelů, které v souvislosti s klimatizační rolí vegetace zmiňujeme. Směsi jsou tříděny na homogenní a heterogenní – stejnorodé a různorodé. A na řadu přichází i chemické počty, kdy se žáci učí spočítat a vyjádřit složení roztoků. Zároveň jsou schopni rozlišit různé druhy a skupenství vody a uvést příklady jejich výskytu a případného využití. V rámci interdisciplinarity se zmiňují i ekologicky zaměřená témata – znečišťování vody a vzduchu a možný vliv na člověka. Žáci se také dozví o existenci, vlastnostech a funkci ozonové vrstvy v atmosféře.

### 3.1.3 Přírodopis

Hlavní předmět našeho zájmu a předmět obsahově nejbližší tématu klimatizační role vegetace je přírodopis. V rámci *Biologie rostlin* se žáci dozvídají základní poznatky o anatomii a morfologii rostlin – jde o stavbu a význam jednotlivých částí těla vyšších rostlin (kořen, stonek, list, květ, semeno, plod). Také o fyziologii rostlin, kde jsou popsány základní principy fotosyntézy, rostlinného dýchání, růstu a rozmnožování. Očekávaným výstupem po probrání tohoto tématu je schopnost žáků vysvětlit princip základních fyziologických procesů a jejich využití při pěstování rostlin. Neméně důležitý je i systém rostlin, kde se od poznávání

a zařazování zástupců řas, přes mechorosty, kaprad'orosty, nahosemenné a krytosemenné (jednoděložné a dvouděložné rostliny) dostaneme k jejich vývoji a případnému hospodářskému využití. V rámci toho je zmíněn význam a ochrana rostlin, kterou žáci umí definovat a za pomoci klíčů či atlasů určit jednotlivé zástupce rostlinné říše. Lze říci, že tato témata jsou jedna z nejdůležitějších. Pro přirozené fungování koloběhů vody v krajině, je nutno s vodou správně hospodařit. Základem toho je zdravá krajina a ekosystémy co nejvíce se podobající těm přirozeným, které se zde vyskytovaly, než na ně člověk začal působit svými zásahy a také výrazně zmenšovat jejich plochy. S rostoucím počtem obyvatel naší planety potřebujeme větší a větší prostor pro pěstování potravy, pro výstavbu, dopravu či těžbu surovin a přirozené ekosystémy těmto činnostem ustupují. Je tedy v zájmu budoucnosti, učit o této problematice a věnovat se jí s dostatečným důrazem. Další kapitolou v RVP je *Neživá příroda*, ve které je zmíněna půda – její vlastnosti a význam. Žáci se dozví, jaké druhy půd rozlišujeme, jak může vlastnosti půdy měnit porost, který v daném místě roste atd. Dále podnebí a počasí ve vztahu k životu – význam vody a teploty prostředí pro život, ochrana a využití přírodních zdrojů, význam jednotlivých vrstev ovzduší pro život, vlivy znečištěného ovzduší a klimatických změn na živé organismy a na člověka. S čímž souvisí události způsobené přírodními vlivy – příčiny vzniku mimořádných událostí, přírodní světové katastrofy, nejčastější mimořádné přírodní události v ČR (povodně, větrné bouře, sněhové kalamity, laviny či náledí) a ochrana před nimi. V *Základech ekologie* se žáci učí o organismech a prostředí – definují vzájemné vztahy mezi organismy a mezi organismy a prostředím. Vysvětlí, co je to populace, společenstvo, jaké máme přirozené a umělé ekosystémy či jak v nich fungují potravní řetězce a rovnováha mezi jednotlivými zástupci. Zabývá se také ochranou přírody a životním prostředím – globálními problémy a jejich řešením. Základy ekologie jsou tedy okruhem, který přináší poznatky nové, ale zároveň využívá těch již získaných v předchozích kapitolách či jiných předmětech. A opět můžeme mluvit o interdisciplinaritě tématu. Posledním oddílem přírodopisu je *Praktické poznávání přírody*, kdy žáci využívají metody poznávání přírody a pozorují mikro i makro svět kolem sebe.

### **3.1.4 Zeměpis**

Všeobecný základ, který žáci potřebují k tomu, aby mohli na učivo nahlížet komplexně, je obsažen i v zeměpise – oboru, kde všechno souvisí se vším a množství závěrů lze vyvodit bez memorování teoretických znalostí, právě díky všeobecnému přehledu. Prvním oddílem, kde najdeme souvislosti s klimatickou schopností vegetace, je *Přírodní obraz Země*. Tato kapitola se zabývá krajinnou sférou a jejími částmi – přírodní, společenskou, hospodářskou a jejich

složkami a prvky, u nichž se následně hodnotí souvislosti a podmíněnost. Kapitola plynule přechází k *Regionům světa*, z všeobecného přehledu se dostává na regionální úroveň a zabývá se přírodními oblastmi světa. V rámci modelových regionů se dostaneme i k hospodářským a environmentálním problémům a možnostem jejich řešení. Žáci jsou schopni zvážit, jaké změny nastaly ve vybraných regionech světa, jaké nastávají a jaké mohou nastat v budoucnu. Mimo jiné se orientují i v tom, co tyto změny zapříčinilo. Tematický celek *Životní prostředí* zahrnuje krajinu a její typy a vztah přírody a společnosti. Zabývá se udržitelným životem a rozvojem, principy a zásadami ochrany přírody a životního prostředí, chráněnými územími či globálními ekologickými a environmentálními problémy lidstva. Očekávaným výstupem je schopnost porovnání různých typů krajín a jejich rozmístění ve světě. Na vybraných příkladech pak žáci uvedou závažné důsledky a rizika přírodních a společenských vlivů na životní prostředí. Dalším celkem je *Česká republika*, kde se přírodní a socioekonomické charakteristiky konkretizují na menší územní celek, kterým je náš stát. V souvislosti s tím jsou zmíněna důležitá specifika umožňující jeho další rozvoj – potenciál x bariéry. Poslední částí je *Terénní geografická výuka, praxe a aplikace*, kde se žáci učí pozorovat a hodnotit krajinu, přírodní jevy a možná rizika a nebezpečí. Tuto část lze pojmout mezioborově a se žáky mluvit o širokém spektru problémů, situací a třeba i o roli vegetace v krajině.

### 3.1.5 Matematika

Vzdělávací oblast Matematika a její aplikace je důležitá především pro práci s číselnými daty, se kterými se v rámci našeho interdisciplinárního tématu setkáváme. Znalosti získané v rámci vzdělávacího obsahu *Závislosti, vztahy a práce s daty* uplatní žáci při čtení hodnot z tabulek, diagramů a grafů nebo v oblasti výpočtů – při práci s naměřenými daty a jejich vyhodnocováním. Např. převody jednotek, výpočet chladícího efektu vegetace, výpočet množství energie, která je potřeba k vypaření určitého objemu vody a spousta jiných matematických slovních úloh, na které v rámci problematiky narazíme. V další fázi žák data samostatně vyhledává/sbírá, čte a třídí a dále s nimi pracuje – sestavuje jednoduché tabulky a diagramy.

## 3.2 Fotosyntéza v RVP

V předchozí kapitole, kapitole 3.1 Klimatizační role vegetace v RVP, již byla zmínka o vzdělávací oblasti Člověk a příroda a oborech, které propojuje. I v případě druhého hlavního tématu – fotosyntézy, bude nahlédnuto do RVP – ZV, abychom byli schopni odhalit a definovat, kde všude a v jakém konkrétním učivu, se s tímto tématem můžeme setkat.

### 3.2.1 Fyzika

Prvním tématem ve fyzice jsou *Látky a tělesa*, které zahrnuje měření fyzikálních veličin a skupenství látek. V rámci zjišťování intenzity fotosyntézy za různé denní doby a v souvislosti s tím, za různých teplot je důležité umět a vědět, jaká zvolit měřidla. *Energie* zahrnují formy energie, k jejichž přeměně a tvorbě dochází v průběhu fotosyntézy. Lze zmínit i přeměny skupenství, které souvisí s okolní teplotou. Ta ovlivňuje vypařování a kapalnění vody a působí tak na vitalitu rostlin, na prostředí, ve kterém se nachází a následně i na průběh fotosyntézy, který závisí na příjmu oxidu uhličitého a vody. *Elektromagnetické a světelné děje* obsahují učivo pojednávající o vlastnostech světla. Jsou zmíněny zdroje světla, což je jeden z vnějších vlivů, které slouží jako faktor k růstu rostlin.

### 3.2.2 Chemie

Fotosyntéza má své zastoupení samozřejmě i v chemii. V rámci *Pozorování, pokusu a bezpečnosti práce* se žáci seznamují s vlastnostmi látek. V širším kontextu je i toto téma související. Mluvíme-li o enzymech či látkách přijímaných a rostlinou vydávaných v průběhu fotosyntézy a jejich závislosti například na teplotě či nasycenosti půdy těmito látkami. Dalším oddílem jsou *Směsi* – různorodé a stejnorodé roztoky, vyjádření jejich koncentrace. Věnujeme se i vodě, která je jednou z hlavních vstupních složek fotosyntézy. Žáci umí rozlišit druhy vody, zhodnotit její čistotu a uvést příklady jejího využití. Co se vzduchu týče, znají jeho složení a zastoupení prvků, které jsou jeho součástí. Dokážou mluvit o čistotě ovzduší, co ji ovlivňuje a jaké částice jsou původci znečištění vzduchu. Zmíněna je i ozonová vrstva, která v závislosti na své tloušťce, ovlivňuje intenzitu ozáření rostlin na rozličných místech naší planety. *Částicové složení látek a chemické prvky* žáky seznámí s pojmy molekula, atomy, protony, neutrony, elektrony a elektronový obal, tedy se základními prvky všech látek. V rámci vybraných základních prvků se učí jejich názvy a značky, vlastnosti a využití a následně je spojují do chemických sloučenin. Určují chemickou vazbu, názvosloví jednoduchých anorganických a organických sloučenin, což je základ pro další kapitolu *Chemické reakce*.

Očekávaným výstupem je schopnost rozlišit a zapsat rovnici chemické reakce – od výchozích látek, po její produkty. Právě sem spadá i výše zmíněná rovnice fotosyntézy, kterou by žáci měli umět zapsat a vyčíslit. V souvislosti s tím mluvíme i o faktorech ovlivňujících rychlost chemických reakcí. *Anorganické* a *Organické sloučeniny* jsou dalšími oddíly, které následují. Očekávanými výstupy je schopnost porovnat vlastnosti a použití vybraných prakticky významných oxidů a jejich vliv na životní prostředí. V rámci kapitoly *Organické sloučeniny* rozliší nejjednodušší uhlovodíky, uvedou jejich zdroje, vlastnosti, použití a dozví se důležité informace o přírodních látkách, kterými jsou tuky, sacharidy, bílkoviny a vitaminy. Definují jejich zdroje, vlastnosti a příklady funkcí těchto látek.

### 3.2.3 Přírodopis

Dle MŠMT by měl žák v přírodopise na nižším stupni gymnázia zvládnout učivo fyziologie rostlin, která zahrnuje základní principy fotosyntézy, dýchání, ale také růst a rozmnožování rostlin. Fyziologie rostlin spadá do tematického celku *Biologie rostlin*, jehož součástí je ještě anatomie a morfologie rostlin, systém rostlin a význam rostlin a jejich ochrana. Anatomie a morfologie rostlin se týká stavby a významu jednotlivých částí těla vyšších rostlin, kterými jsou kořen, stonek, list, květ, semeno a plod. Žák je na základě pozorování schopen uspořádat rostlinné tělo od buňky přes pletiva až k jednotlivým orgánům. Důležitá je i znalost a zařazení jednotlivých zástupců řas, mechorostů, kaprad'orostů, nahosemenných a krytosemenných do systému rostlin. Na nich lze demonstrovat fotosyntézu a další procesy. Očekávaným výstupem je vysvětlení principu základních rostlinných fyziologických procesů, jejich využití při pěstování rostlin a jejich význam (RVP – ZV, 2021). Pro pěstování rostlin je důležité také prostředí a podmínky, ve kterých se nacházejí. Proto lze zmínit i kapitolu *Neživá příroda*, kde je část učiva věnována půdě – jejímu složení, vlastnostem a významu, což společně s počasím a podnebím významně ovlivňuje přírodní zdroje a ekosystémy, jejichž jsou rostliny součástí. Stejně jako v chemii je zde zmíněn vzduch, vlivy působící na jeho znečištění a jeho význam ve vztahu k okolnímu životu. *Základy ekologie* jsou jakýmsi přechodovým a zároveň uzavírajícím tématem, které završí celé studium přírodopisu a propojí znalosti z jednotlivých témat. Jedním z očekávaných výstupů je znalost vztahů mezi organismy a prostředím, vysvětlení podstaty jednoduchých potravních řetězců, na jejichž začátku stojí právě fyziologické děje u rostlin, kdy žáci umí objasnit základní princip existence živých a neživých složek ekosystému.

Téma transpirace a evapotranspirace v RVP – ZV, podle kterého se definují ŠVP na nižších gymnáziích, zahrnuta není. Najdeme ji až v RVP G – rámcovém vzdělávacím programu pro vyšší gymnázia, kde tvoří součást učiva biologie rostlin. Pro pochopení témat, která jsou součástí environmentálního vzdělávání na základní škole, je důležitá znalost učiva transpirace rostlin (Ryplová & Pokorný, 2019). Anatomie a morfologie rostlin se týká stavby a významu jednotlivých částí těla vyšších rostlin, kterými jsou kořen, stonek, list, květ, semeno a plod (RVP – ZV, 2021). Jelikož list je důležitý transpirační orgán, žák nemůže bez znalosti učiva transpirace pochopit témata, která jsou zahrnuta v *Environmentální výchově* (Ryplová & Pokorný, 2019). Vzhledem k výše uvedenému je důležité, aby bylo téma transpirace zahrnuto do učiva na základní škole a tím bylo zvýšeno povědomí studentů o tomto tématu.

### 3.2.4 Zeměpis

Zeměpis a fotosyntéza, téma, které do daného oboru spadá pouze okrajově, ale stejně jako tomu bylo u oborů předchozích, najdeme místa, kde se objevují související poznatky. Již ve druhé kapitole Přírodní obraz Země je probírána krajinná sféra – její složky a prvky a také její systém na planetární úrovni, kde jsou zmiňovány geografické pásy a geografická šířková pásma nebo výškové stupně s nimiž fotosyntéza souvisí, protože obsahem těchto okruhů je mimo jiné i flóra, se kterou se v jednotlivých konkrétních oblastech světa můžeme setkat. Její rozmístění je závislé na struktuře hospodářských aktivit ve světě a na činnosti člověka, kterému musí ve velkém ustupovat, jelikož požadavky na prostor a potravu jsou s rostoucím počtem obyvatel naší planety větší a větší. *Životní prostředí*, oblast vzdělávacího oboru, která je opět na rozhraní a úzce souvisí s Environmentální výchovou uvádí žáky do problematiky určování typů krajiny, jejich specifických znaků a funkce. Charakteristiky přírodního prostředí a prostorové rozmístění hlavních ekosystémů je také důležitou součástí všeobecného přehledu, který pokládá základy správného uvažování nad udržení vody v krajině a přirozeným fungováním ekosystémů.



## 4. Plant blindness

Američtí botanici James Wandersee & Elisabeth Schussler v roce 1999 poprvé vyslovili termín „plant blindness“. Co se skrývá za tímto slovním spojením? Ryplová (2019) uvádí, že jde o ignoraci člověka vůči rostlinám. V neodborné společnosti není tento termín příliš rozšířený. Mezi botaniky a vědci jde však o silně rezonující téma, které souvisí s budoucností nás všech. Lidé nejsou schopni vnímat ekologický význam rostlin ve svém okolí, přehlížení rostlin hraje zásadní roli v otázce probíhající klimatické změny, která může mít vážné negativní důsledky pro život na Zemi (Ryplová, 2019a).

Takovým malým experimentem může být položení otázky, vyzývající Vás, čtenáře, k zamyšlení se nad tím, jaké bylo poslední zvíře, se kterým jste se setkali a jaká naopak poslední rostlina. Pokud jste si vzpomněli, zkuste onu rostlinu a zvíře popsat – jakou mělo barvu, tvar, velikost a čím se liší od ostatních svých příbuzných. Výsledky tohoto malého průzkumu se bohužel nedozvíme. Jistě by byly zajímavé, ovšem v souvislosti s naším tématem zároveň značně znepokojující.

V časopise *Conservation Biology* byla zveřejněna studie, podle které si děti neuvědomují, že nejen zvířata jsou živými tvory. Může za to špatný přístup ve vzdělávání a různé sociální předsudky, ale vedle toho například i nárůst podílu městského života, přispívající k rostlinné slepotě (BioScience, 2003). Od přírody izolovaní jedinci si neuvědomují její důležitost. Její přínos vnímají především z pohledu využití jako místa odpočinku, relaxu či setkávání s přáteli, ale fakt, že rostliny jsou prostředníkem mezi fyzickým a biologickým světem již není z pohledu laika doceněn. Lidé z měst se nepodílí na pěstování, sklizni ani produkci užitkových rostlin a mnohdy si neuvědomují, co z toho, co jedí, má v rostlinách původ (Knapp, 2019). Stejně tak jsou přehlíženy i organismy, které se svou velikostí a vzhledem výrazně liší od člověka a dalších jemu podobných obratlovců. Jmenovat můžeme například šváby, červy, pavouky, opylovače a další bezobratlé, kteří tvoří 99 % rozmanitosti suchozemských živočichů, bez nichž by byla planeta neplodná, stejně jako bez flóry (Knapp, 2019). V roce 2018 Bar-On a kol. provedli odhad množství biomasy různých skupin organismů v mořských a suchozemských biotopech. Uvádějí, že rostliny mají se svými 450 gigatunami jednoznačnou převahu nad všemi ostatními skupinami. Pouhé dvě gigatuny připadají na zvířata, a z toho celou jednu gigatunu zastupují již zmiňovaní, neprávem přehlížení, členovci. Lidé a jimi chovaná zvířata pak tvoří desetkrát více, než všichni ptáci a savci dohromady (in. Knapp, 2019).

Rostliny vytvářejí prostředí vhodné a příjemné pro život, dodávají nám potravu, stavební materiály a svou činností zároveň pohánějí život na Zemi (BioScience, 2003). Jsou také jeho hlavním zdrojem, bez fotosyntézy bychom neměli kyslík, který dýcháme (Knapp, 2019). Za každou molekulu oxidu uhličitého vyloučí jednu molekulu kyslíku. Jsou jedním z hlavních článků distribuce sluneční energie na naší planetě, utvářejí zdravou krajinu, která je důležitá pro nepřeborné množství koloběhů na Zemi, ze kterých lze zmínit například malý a velký koloběh vody. Hrají zásadní roli v udržení vody v krajině. Prostřednictvím průduchů provádějí destilaci (čištění) vody přes průduchy a čistí vodu v půdě za pomoci kořenů a nižších organismů, které žijí v jejich bezprostřední blízkosti. Mimo to plní rostliny funkci dokonalého, ekologického a nenákladného klimatizačního zařízení, které potlačuje globální změny a upravuje klima naší planety (Pokorný, 2011). Neznalost těchto procesů, ovlivňujících existenci všeho živého na Zemi, může vést k nesprávným zásahům do vegetace či k nesprávnému hospodaření v krajině, což způsobuje problémy nejen naší generaci, ale především generacím budoucím. Za alarmující příklad lze uvést rozšiřující se sucho a výkyvy počasí, kterých jsme v posledních letech svědky (Huryna & Pokorný in Ryplová, 2019).

James Wandersee a Elisabeth Schussler, američtí botanici a učitelé, definují slepotu rostlin jako *„neschopnost vidět nebo si všimnou rostlin ve vlastním prostředí, což vede k neschopnosti rozpoznat význam rostlin v biosféře a v lidských záležitostech“*. Vedle toho dle jejich názoru *„rostlinná slepota zahrnuje neschopnost ocenit estetické a jedinečné biologické rysy rostlin a pomýlené antropocentrické hodnocení rostlin jako podřadných vůči zvířatům, což vede k chybnému závěru, že nejsou hodny lidského uvažování“*.

Wandersee a Schussler v jednom ze svých článků tvrdí, že možným z hlavních důvodů rostlinné slepoty, je povaha lidského zpracování vizuální informace. Jen malá část z toho, co vidíme, dosáhne naší vědomé pozornosti a vnímání. Náš mozek se zaměřuje na pohyb, nápadné vzory a barvy, výrazné a známé objekty či potenciální hrozbu. Je rostlinám vlastní některá z těchto charakteristik? Zřejmě se shodneme, že pokud na jaře nerostou nové listy, rostlina zrovna nekvete či nesledujeme zrychlený záznam růstu rostlin, budeme u nich tyto vlastnosti hledat jen stěží. Člověk žije ve srovnání s rostlinami příliš ve spěchu a není dostatečně trpělivý k tomu, každodenní drobné změny sledovat.

Novodobé technologie a přístroje nám však otvírají dveře k dalšímu poznání. Bylo dokázáno, že i rostliny dokážou cítit. Mají specifický způsob signalizace, který zajišťují chemické látky. Rostliny tak komunikují, reagují a ovlivňují své okolí a samy jsou jím

ovlivňovány. Pomocníkem podobných signalizačních schopností mohou být například mykorrhizní vztahy s houbami (Knapp, 2019).

Balding a Williams (2016) řekli, že zvýšit zájem o rostliny by mohla také jejich antropomorfizace neboli „polidštění“ a péče o ně. Lidé mají všeobecně tendenci, zachovávat něco, co je pro ně atraktivní nebo s čím se ztotožňují (Berenguer in Knapp, 2019). Proto je nám při představě, že by vymřely pandy či tygři smutno. Pokud se však zamyslíme nad tím, jaké důsledky by mělo vymření rostlin, proti předchozímu příkladu je to něco nepředstavitelného (Knapp, 2019). V neposlední řadě nelze opomenout, že spolu koexistence rostlin a živočichů přímo souvisí. V médiích se poměrně často setkáváme s informacemi ohledně vymírání živočišných druhů. Proč ale není v první řadě zmiňována důležitost ochrany stanovišť, na kterých se takové druhy vyskytují? Příkladem může být jednoduchá rovnice, která definuje vymírání australského vačnatce, koaly medvídkovitého, který se žíví výhradně listy blahovičnicku. Jeho život tak závisí na eukalyptových lesích, které mu poskytují útočiště a potravu. Likvidace lesů = žádné koaly (Summerell, 2019).

V rámci dotazníkového šetření pro svou bakalářskou práci, jsem došla k závěru, že ¾ dotazovaných učitelů přírodopisu 2. stupně základních škol, raději vyučuje témata spojená se zvířaty. Důvodů byla spousta a byly různé – převažoval faktor, že pro samotné učitele jsou tato témata více zajímavá; domnívali se, že to více zajímá i žáky nebo že mají ke zvířatům bližší vztah, protože chovají nějakého domácího mazlíčka. Už tato skutečnost poukazuje na to, proč má i většina studentů větší zájem o studium témat o zvířatech než o rostlinách.

Domnívám se, že pokud by byli žáci od útlého věku vedeni k pozitivnímu vztahu k flóře, která nás obklopuje, mělo by to jednoznačně pozitivní efekt a snižovaly by se sklony k rostlinné slepotě. Dobrým začátkem by mohl být návrat žáků do školních zahrad a skleníků, zážitkové programy v botanických zahradách či projektové dny v zahradnictvích nebo na farmách u lokálních chovatelů a pěstitelů. Aby byli k takovým aktivitám žáci motivováni, je v první řadě zapotřebí učitelů, kteří budou mít k botanickým tématům kladný vztah a dokážou ho předat svým žákům.

Dle Stuchlíkové (2005) se přesvědčení učitele odrážejí v každé jeho interakci ve vztahu ke škole, kolegům, žákům, ale i vůči sobě samému a sehrávají důležitou roli v jeho chování i prožívání. Soubor znalostí, zkušeností, prožitků a postojů, kterými učitel disponuje, je jedním z hlavních předpokladů profesního přesvědčení, které ovlivňuje jeho činnost a kvality. Je-li o důležitosti rostlin přesvědčen sám učitel, snadněji k tomuto závěru přiměje i žáky.

Ti pak lépe pochopí, proč je tak nezbytná jejich ochrana a péče nejen o ohrožené druhy z říše živočišné, ale i rostlinné.

## 5. Interdisciplinarita přírodopisu s jinými obory

### 5.1 Vymezení pojmu interdisciplinarita

Význam slova interdisciplinární lze vyjádřit synonymem mezioborový. Jde o moderní, v současnosti hojně užívaný pojem. Současná doba si žádá využívání interdisciplinárních přístupů, postupně totiž přicházíme na skutečnost, že množství otázek zodpovíme pouze propojením znalostí z více oborů. Zároveň lze také užíváním těchto přístupů nalézt řadu nečekaných objevů (Kocí, 2021).

### 5.2 Interdisciplinarita ve vzdělávání

Počátky interdisciplinárního přístupu nalezneme již u řeckých filozofů Platóna a jeho žáka Aristotela. Významnými interdisciplinárními mysliteli pozdější doby byli například Jan Amos Komenský, Francois Rabelais nebo Immanuel Kant (Spousta, 1997). Šlo o slavné polyhistory, tedy všestranné učence, kteří vynikali v širokém spektru dovedností a oborů (Slovník cizích slov, 2022).

Již na konci 20. století začalo docházet ke změnám v pedagogickém výzkumu, v pedagogických vědách a jim příbuzných oborech. Zdrojem těchto změn byla změna způsobu uvažování a kladení důrazu na prolínání klasických vědních disciplín (Mestenhauser, Walterová, 1993). V důsledku toho se začal objevovat pojem interdisciplinarita, který se postupně šířil oblastí výzkumu a vzdělání, ve kterém se začal objevovat od 60. let minulého století. Hlavním důvodem byl rostoucí počet nových vědních disciplín, s nímž se pojila obava jejich nadměrné specializace. Ta by mohla způsobit roztříštění, sebestřednost a oddálení jednotlivých vědeckých oborů a v důsledku toho pak i školních předmětů (Kolektiv autorů, 2021).

Mestenhauser a Walterová (1993) charakterizují interdisciplinaritu jako komplexní propojení sobě blízkých disciplín, vyžadující společné definice pojmů a metodologii výzkumu. Ruku v ruce s tím jde potřeba odborných pracovníků vyškolených pro práci v integrovaném týmu, tvořivá atmosféra a dostatečný prostor pro diskusi při objasňování společných problémů.

Současné využití interdisciplinarity nalézáme při zkoumání skutečností, které zasahují do více vědních oborů nebo mezi vyučovacími předměty. Dle Průchy (1998) interdisciplinární přístup obsahuje dvě významové roviny. Jedna se týká vědecké práce, ve které se jedná o „*způsob objasňování spojující poznatky a metody několika vědních disciplín...*“, který je v současné pedagogické vědě a výzkumu důležitým metodologickým principem. Ve vzdělání

jde o „*didaktický přístup prosazující ve výuce mezipředmětové vztahy, zadávání speciálních úloh nutících žáky integrovat poznatky z různých předmětů, týmové vyučování, vytváření tzv. integrovaných vyučovacích předmětů, tvorbu integrovaných učebnic aj.*“ V pedagogické praxi jde především o mezipředmětové vztahy, průřezová témata a s nimi související projekty, které podněcují ke spolupráci jak kolektiv učitelů, tak učitele a jejich žáky.

Podle Y. Lenoira (1999) má interdisciplinarita za úkol zmírnit nedostatky ve výchově a vzdělávání propojením školních předmětů. Tyto předměty je potřeba propojovat a jejich význam stavět na stejnou rovinu, což je důležité pro pochopení společenské a přírodní reality. V souvislosti s tímto porozuměním světa, ve kterém společně žijeme a který nás obklopuje, je snahou rámcových vzdělávacích programů (dále jen RVP) propojovat znalosti, získané v rámci jednotlivých předmětů, a to v části 6 – Průřezová témata. Tento oddíl RVP se zaměřuje na oblast aktuálních problémů dnešního světa, které jsou součástí našeho každodenního života a ovlivňují budoucnost naší, ale především dalších generací.

Lenoir (1999) definuje čtyři hlavní oblasti, ve kterých využíváme interdisciplinaritu: organizace (řízení a vedení), výzkum (bádání a zkoumání), školství (učení) a praxe (aplikace). Současným významným propagátorem interdisciplinaritu je E. Morin (1921), francouzský sociolog, který zdůrazňuje potřebu využívání mezipředmětových vztahů ve výuce, například propojováním biologie, matematiky a fyziky, kdy dojde k využití vědomostí z jednotlivých disciplín a jejich upevnění.

### **5.3 Vymezení pojmu integrace**

V souvislosti se školní praxí a interdisciplinaritou je důležité zmínit i pojem integrace, který s ní poměrně úzce souvisí. Podroužek (2002) charakterizuje integraci třech oblastí: v rámci integrované školy, integrovaného vzdělání a integrované výuky. Pro potřeby této diplomové práce zmíníme pouze definici integrované výuky, která „*je chápána ve smyslu spojení (syntézy) učiva jednotlivých učebních předmětů nebo kognitivně blízkých vzdělávacích oblastí v jeden celek s důrazem na komplexnost a globálnost poznávání, kde se uplatňuje řada mezipředmětových vztahů. Integrovaná výuka tak není založena na vybraných oblastech vzdělání či učebních předmětech, tj. na předmětovém kurikulu, ale vychází z tzv. integrovaného kurikula*“ (Podroužek, 2002).

Integrovaná výuka může podle dalších definic znamenat například propojení teoretické výuky a praktických činností, které uplatňují mezipředmětové vztahy. To lze do výuky zařadit

za pomoci integrovaných předmětů nebo kurzů, témat vyučovaných v rámci více předmětů či různých projektů. V rámci takových projektů si žáci uspořádají znalosti z několika oborů a následně je propojí s praxí a produktivní činností. Další možností jsou integrované (projektové) dny, kdy se celá škola, napříč věkovými kategoriemi a třídami, věnuje realizaci aktivit se společným zastřešujícím tématem (Pedagogický slovník, 2009). V takovém případě má významnou přidanou hodnotu samotná spolupráce žáků napříč ročníky. Přičemž můžeme pozorovat pozitivní vliv na rozvoj komunikace, klima školy či komunikační schopnosti.

#### **5.4 Interdisciplinární souvislosti mezi přírodopisem, fyzikou, chemií a matematikou**

V souvislosti s povahou dnešního moderního světa, který vyžaduje orientaci v různých, raketovou rychlostí se rozvíjejících odvětvích, je nutné, posouvat kupředu i vzdělání, především pak, ubírat se tím správným směrem. Abychom porozuměli moderní vědě a technice, je právě přírodovědná gramotnost jedna z těch stěžejních, které nám pomáhají nalézt odpovědi na každodenní otázky spojené s okolním světem, jenž vyžadují komplexnost a souvislosti, tak jako svět sám. Základem fungování veškerých procesů na planetě Zemi, je spolupráce a princip, že všechno souvisí se vším. Stejně tak je tomu i u skupiny vzdělávacích předmětů, které se zabývají zkoumáním přírody.

Vzdělávací oblast Člověk a příroda poskytuje žákům prostředky a metody, důležité pro porozumění přírodním procesům a jejich zákonitostem. Zároveň získají zkušenosti s využitím technologií, bez kterých se ani dnes, natož pak v budoucnu, neobejdeme. Hluboce související, vzájemně se ovlivňující a na sebe působící systémy, je nutno poznávat komplexně. Důležitým prvkem přírodovědné gramotnosti, která je nezbytná pro každého jedince, je pochopení nutnosti udržování přírodní rovnováhy pro existenci živých soustav i člověka, včetně různých ohrožení, která mohou pramenit čistě z přírodních procesů nebo z lidské činnosti, která tyto přírodní koloběhy narušuje. Den co den se v médiích setkáváme s tématy, která zahrnují přírodní vědy a je v zájmu každého z nás, abychom si na podobné diskuze uměli udělat vlastní názor, který bude založen na logice a zároveň podroben kritickému myšlení.

Přírodovědná gramotnost je důležitá nejen pro potřeby seberealizace, je také nutnou dovedností, která je poptávána na trhu práce. Stále větší procento profesí si žádá velký záběr vědomostí, dovedností a postojů. Jsou kladeny čím dál větší nároky na kreativitu, schopnost se dále vzdělávat, operativně řešit problémy, učit se novým dovednostem, dělat důležitá

rozhodnutí, které je potřeba na odpovídající úrovni také zdůvodnit a být vzdělaný ve více oblastech než jen v jednom konkrétním oboru.

Tato vzdělávací oblast zaštiťuje čtyři spolu související vzdělávací obory, kterými jsou fyzika, chemie, přírodopis a zeměpis. Všechny tyto disciplíny mají badatelský charakter a umožňují žákům porozumět přírodním zákonitostem, přičemž si rovnou uvědomují důležitost a hodnotu přírodovědných poznatků a jejich aplikaci v běžném životě. Dovednosti, které při studiu těchto disciplín žáci získávají, jsou především pozorování, provádění experimentů a měření, tvorba a ověřování hypotéz o pozorovaných jevech, analyzování a komentování výsledků a vyvozování závěrů. Žáci se tak dostávají do kontaktu s množstvím aktivit, které jim pomohou na cestě za poznáním příčin přírodních procesů, vytvářením souvislostí mezi získanými informacemi a danými procesy a na základě toho jsou si schopni klást otázky (Jak? Proč? Co se stane, jestliže?) a hledat na ně odpovědi. Pozorované jevy je jedinec schopen vysvětlovat, ale zároveň umí i hledat a řešit praktické problémy a využívat jednotlivé prvky poznání. Lze říci, že tato vzdělávací oblast je jedním z hlavních klíčů k orientaci v běžném životě (RVP.CZ, 2022).

Žáci postupně poznávají, jak činnost člověka ovlivňuje stav přírody, na které je přímo závislý. Jednou z mnoha nezbytností jsou pro něj např. přírodní zdroje, se kterými se musí naučit správně a co nejefektivněji hospodařit. Především pak ve velké míře využívat obnovitelné zdroje, mezi které patří například sluneční záření, voda, vítr či biomasa. Stále se zrychlující změny v našem okolí, je potřeba dynamicky pozorovat, odhalovat jejich příčiny, vidět následky ovlivňování nenahraditelných místních i globálních ekosystémů a poznání, které o přírodě získáme i prostřednictvím této vzdělávací oblasti, uplatňovat ve prospěch ochrany životního prostředí a principů udržitelného rozvoje. Je v zájmu celé naší rasy, udržet přírodu zdravou, protože ona udržuje ve zdraví a pohodě nás.

Zeměpis má kromě všem společného, přírodovědného charakteru, také charakter společenskovední, díky čemuž můžeme odhalovat souvislosti mezi jednotlivými poznatky a zároveň je vidět nejen všude kolem sebe, ale vyvozovat i různé závěry v rámci dějů týkajících se Evropy či celého globálního světa (RVP.CZ, 2022).

Na propojení biologie s matematikou by se mělo začít pracovat již v začátcích vzdělávacího procesu. Moderní biologie je založena na práci s matematickými modely, výpočetními přístupy, navrhováním experimentů a následné analýze výsledků. Pro zapojení



do vědeckého bádání je stěžejní koordinace znalostí a dovedností z těchto oborů (Osman a kol., 2013).

## 6. Problematika STEM vzdělávání

### 6.1 Vznik STEM

Tvůrci STEM – novodobého vzdělávacího konceptu, který vznikl na začátku 90. let 20. století ve Spojených státech amerických, za účelem udržení ekonomické konkurenceschopnosti země, byli členové stejnojmenného hnutí (Páez, 2019).

STEM je zkratkou čtyř velice si blízkých oborů, které tento koncept zahrnuje – **S**cience (přírodní vědy), **T**echnology (technika), **E**ngineering (technologie) a **M**athematics (matematika). V klasickém školství se výše zmíněné disciplíny vyučují jako samostatné předměty, přičemž STEM jde opačnou cestou. Snaží se tyto, už tak přirozeně blízké předměty propojit a jako součást výuky začlenit praktické problémy, na které je za pomoci komplexních znalostí a schopností možno nalézt ta správná řešení (JeduEdu, 2018). Takový pohled, který na problém nahlíží z více úhlů, může být mnohem cennější než názor člověka, který se pozorování věnuje pouze z jedné stránky, na kterou se specializuje. Cílem tohoto konceptu je získání STEM gramotnosti, na základě které student porozumí fungování světa a dokáže své vědomosti aplikovat ke zlepšení sociálních, ekonomických a environmentálních podmínek ve všech sociálních oblastech (Páez, 2019).

Jednou z hlavních myšlenek je propojení, jindy mnohdy stereotypní výuky s reálným světem a řešení praktických problémů, se kterými se žáci mohou setkat. Sami se tak stávají badateli a za pomoci nových, inovativních postupů, si nacházejí cestu pro zálibu v učení, které si bude moderní doba žádat v průběhu celého jejich života (JeduEdu, 2018).

Komplexní pohled je důležitý stejně jako fakt, že problémy reálného světa nejsou izolované a čelíme nekonzistentnosti, která vychází ze skutečnosti, že většina tradičních vzdělávacích přístupů prezentuje disciplíny odděleně a zapomíná na souvislosti. Učení se skládá z velkého množství fragmentů, které si studenti těžce osvojují a spojují až s nástupem do praxe. Většinou převažuje kvantita nad kvalitou, kdy je takové množství informací mimo akademickou půdu téměř nevyužitelné (Páez, 2019).

V mnoha vyspělých zemích, jako je Austrálie, Kanada, Čína, Velká Británie, Izrael, Singapur či Spojené státy americké, se již rozvíjí tzv. STEAM vzdělávání, které je pokračováním konceptu vzdělávání STEM. Došlo k rozšíření a obohacení čistě technického pojetí STEM o Art (umění), které do tohoto konceptu vnáší tvůrčí složku a aspekt osobního rozvoje (Tarnoff, 2011, Sousa a Pilecki, 2013).

Bylo dokázáno, že i z fyziologického úhlu pohledu je koncept STEAM efektivnější. Levá hemisféra řídící logické operace pomáhá k zapamatování faktů, díky nimž je člověk schopen vyvodit logické závěry. Za myšlení zodpovídá pravá hemisféra, která prostřednictvím přímého vnímání poskytuje kreativní, instinktivně-intuitivní myšlení. Stejně jako je nutná spolupráce obou částí lidského mozku, je důležité i spojení vědeckotechnických a uměleckých směrů. Členové komise pro rozvoj vzdělávání STEAM se shodují na tom, že *„pouze aktivace obou mozkových hemisfér naučí lidi myslet kreativně a inovativně, což bude mít zásadní význam pro růst ekonomiky ve 21. století a vytvoření vysokovýkonných pracovních míst“*. Pro budoucnost se zdá být koncept STEAM perspektivnější. Významná část pracovních procesů již není přímo závislá na činnosti člověka, v průběhu pár let došlo k rozsáhlé automatizaci a s jistotou lze říci, že se tento trend bude rozšiřovat do dalších a dalších odvětví. Zůstává však několik málo dovedností, které náleží především člověku a nebudou nahrazeny umělou inteligencí – mluvíme o empatii a emoční inteligenci (Shatunova a kol, 2019).

Mluvíme-li o konceptu STEAM, ve spojitosti s problematikou funkce vegetace v krajině, přidáváme tomuto tématu nějakou osobní zkušenost a cit v podobě umění. Toho lze využít při zakomponování vegetace do městské zástavby, která zde má své místo z hlediska zlepšení životního prostředí, zvyšování vlhkosti vzduchu, ochlazování prostředí, snížení rychlosti větru či snižování prašnosti a hlučnosti. Mimo to můžeme zmínit i ekosystémovou funkci, kdy je v zastavěné oblasti utvářeno životní prostředí pro další organismy, čímž se zvyšuje biodiverzita. Ovšem ve spojitosti s uměním, je nejdůležitější funkcí funkce estetická, případně esteticko-psychologická (FLD ČZU, 2020). Rostliny musí být do městského prostředí vybírány s ohledem na praktičnost v ohledu údržby, závlahy a péče v průběhu roku. Z estetické stránky si každý prostor zaslouží individuální přístup a přizpůsobení stávajícímu vzhledu okolních budov a prvků, případně provedení revitalizace a modernizace dle požadavků dalšího využití okolních prostranství. Vegetace působí uklidňujícím dojmem, zvyšuje odolnost vůči stresu a naopak snižuje výskyt úzkostí a depresí. Lidem se líbí, nepřímo podporuje fyzickou aktivitu, kdy vybízí k procházkám, sportovním aktivitám či obyčejné relaxaci a setkávání s přáteli, což má pozitivní vliv na celkový zdravotní stav. Je v zájmu udržení vody v krajině a ve městech a s tím spojeného příjemnějšího klimatu, podporovat vznik osázených prostranství, zelených střech či budov a využívat zahradní a krajinářské architektury, která spojuje umění a práci se zelení. Ryplová a Pokorný (2019) v souvislosti s touto problematikou zdůrazňují potřebu mladých zemědělců, lesníků, krajinných architektů, urbanistů, ale i ekonomů a energetiků, kteří disponují znalostmi o fyziologické funkci vegetace v koloběhu

vody a distribuci sluneční energie v krajině a umí je využít ve prospěch zdravě fungujících ekosystémů při práci ve svém oboru.

Motivací a jedním ze základních prvků ve výuce STEM je využití techniky a speciálních učebních pomůcek – tablety, notebooky, programovatelní roboti, výukové stavebnice pro mladší žáky, sondy a různá měřicí zařízení (např. PASCO), 3D tiskárny a mnohé další interaktivní prvky, které jsou pro potřeby moderní výuky nabízeny. Jak bude zmíněno v další podkapitole, i moderní technologie ve výuce mají svá omezení a úskalí.

## **6.2 Možnosti a úskalí výuky STEM**

Všeobecně lze říci, že se školství jen obtížně vyrovnává rychlosti, s jakou se rozvíjejí věda, výzkum a technologie. Existuje však mnoho vzdělávacích oborů, které připravují studenty na profese, které se již zítra stanou nepotřebnými. Tento fakt zdůrazňuje nutnost vytváření nových vzdělávacích modelů, které budou odpovídat měnícímu se paradigmatu průmyslové výroby a celkové poptávky trhu (Aleksankov, 2014 in Shatunova a kol., 2019). Je nutné, aby došlo k následujícím systémovým změnám – digitalizace vzdělání, personalizace školení, projektový přístup, integrace formálního a neformálního vzdělávání, vytváření kreativních prostor a tvorba meziuniverzitních kurzů (Frolov, 2010 in Shatunova a kol., 2019). V souvislosti s jednou z těchto změn a STEM vzděláváním bude v další podkapitole zmíněno badatelsky orientované vyučování.

Proces učení musí být dynamický a zaměřený především na činnost žáka, nikoli učitele. Výzkumy však ukázaly, že výuka biologie v posledních letech nezaznamenává žádné zásadní změny. Většina učitelů stále vyučuje na základě zastaralých a tradičních konceptů frontální výuky, při které studentům sdělují fakta, z nichž jsou poté zkoušeni. Takový přístup nemůže poskytnout adekvátní přípravu k získání kompetencí, řešit složité biologické problémy. Pokroky 21. století si žádají interdisciplinaritu. Dochází k propojení biologie s inženýrstvím, informatikou, fyzikou, chemií a matematikou. Díky tomuto spojení může být dosaženo schopnosti řešení složitých problémů, souvisejících se zdravím, energií, potravinami a životním prostředím, které se stávají akutními problémy doby a žádají si stále větší pozornost. Narůstá počet pracovníků, jsou vyžadovány nové metody, techniky a také nástroje. Od pedagogů se očekává, že začnou využívat nové materiály, přístupy a především, že porozumějí tomu, jaké vazby existují mezi výše zmiňovanými obory a že tyto vazby zároveň dokáží tvořit a vysvětlovat (Osman a kol., 2013).

## 6.3 STEM v Česku a ve světě

Koncept STEM se zrodil ve Spojených státech amerických, kde má stále největší základnu. Počty lidí, pracujících v oborech spojených s technologiemi, inženýrstvím a vědou, jsou čím dál vyšší a rostoucí trend má pokračovat i v následujících letech. Předpokladem je vznik nových profesí, které se postupně dostávají do popředí a je po nich poptávka. Jde například o finanční technology, piloty dronů, 3D tisk, biotechnologie či talentované vědecké pracovníky. S ohledem na tempo pronikání STEM do výuky, je pravděpodobné, že počty absolventů nebudou odpovídat poptávce. Zároveň lze také říci, že Evropa se bude potýkat s výraznějším nedostatkem pracovníků, než Spojené státy (Iberdrola, 2022).

Navzdory faktu, že má tento koncept obrovský potenciál, se zatím v českém školství příliš neuchytil. Objevují se ale různé iniciativy, jejichž zakladatelé jsou si vědomi důležitosti vzdělávání v tomto směru a například na stránkách projektu JeduEdu! můžeme najít nabídku zájmových kroužků pro děti od 3 do 11 let, které se zaměřují na STEM alespoň v mimoškolním prostředí. Zároveň se v budoucnu chystají rozšířit své působení a věnovat se širšímu věkovému rozmezí účastníků, kteří budou moct navštěvovat tyto kurzy (JeduEdu, 2018).

## 6.4 Badatelsky orientované vyučování v souvislosti s interdisciplinarností

Badatelsky orientované vyučování (BOV) – v originálním překladu inquiry based education, je jednou z moderních výukových metod, patřící do skupiny metod, při jejichž využití pracují žáci aktivně a maximálně samostatně (Maňák, 1990). Papáček (2010a) uvádí, že učitel nemá za úkol, předávat žákům kvantum učiva formou výkladu. Jeho úkolem je vést žáky k samostatnosti, správnému uvažování a probudit v nich schopnost bádání, klást si otázky a nalézat konstruktivní řešení. Takový koncept vyučovacích hodin, jenž kromě klasických výukových metod obsahuje i metody aktivizující, má pro žáky obrovský přínos. Jsou lépe motivováni a proces, kterým se musejí dobrat výsledku, vede k lepšímu zapamatování a upevnění učiva.

Ač je v BOV hlavní podíl práce na straně žáků, neznamená to pro učitele, že by se snad svojí prací vyhnul. U aktivizujících metod je hlavní díl učitelovy přípravy vykonán za dveřmi sborovny, kde musí celou hodinu nachystat. Mluvíme například o textových podkladech, pomůckách, které budou v rámci probírání daného tématu žáci potřebovat, pracovních listech či laboratorním materiálu. V průběhu hodiny pak učitel působí jako průvodce a rádce a do činností žáků bez jejich vyzvání nezasahuje. Od začátku až do konce řešení problému

je žákům nápomocen. V úvodu vysvětlí podstatu úkolu a poté se žáky diskutuje o návrzích řešení, postupu a na závěr vyslechne výsledky, ke kterým se žáci dobrali.

Čtyři kroky badatelského postupu podle Votápkové (2013):

1. krokem je motivace – žáci získávají informace, kladou si otázky a z nich poté vybírají výzkumné otázky.

*Co chci řešit? Kde se dozvím víc? Co chci ještě vědět?*

2. krokem je formulace hypotézy – při níž přichází na řadu diskuse s vyučujícím, který žákům poradí s její správnou formou.

*Mám názor, přicházím s domněnkou!*

3. krokem je plánování a příprava pokusu, výběr správných pomůcek (učitel může nachystat pouze pomůcky, které musejí být v rámci pokusu využity, ale pro jeho ztížení lze zároveň přimíchat i nějaké navíc), poté samotné provedení pokusu, jeho zaznamenání a vyhodnocení získaných dat.

*Pokus hotov. Povedlo se? Mám pravdu?*

4. krokem je formulace závěrů, návrat k hypotéze, hledání souvislostí, prezentace závěrů a kladení si nových otázek.

*Bravo! Co jsem zjistil? K čemu mi to bude? Jak si vedli ostatní? Jak jim sdělím své výsledky?*

Limitujícím faktorem BOV je časová náročnost. Jednak ze strany učitele, kdy příprava takového projektu zabere množství času a poté i v rámci samotného vyučovacího procesu, kdy je z praktické stránky lepší volit delší časové úseky – např. dvě a více vyučovacích hodin. Přínosem je naopak skutečnost, že se žáci učí pracovat ve skupině, plánovat, komunikovat s ostatními a spolupracovat. Dle povahy a náročnosti práce si ji žáci musejí rozvrhnout – kdo bude mít jaký úkol, čímž si zlepšují své organizační schopnosti. Motivací jsou pro ně výsledky, ke kterým sami dojdou a o které se následně mohou podělit se svými spolužáky. V průběhu samotné práce je žákům důležité připomínat, aby dodržovali základní pravidla – neskákali si do řeči, na úkolu pracovali společně, vzájemně se motivovali a při chybném řešení se i s touto variantou naučili pracovat (Votápková, 2013).

Proč v rámci interdisciplinarity zmiňujeme právě badatelsky orientovanou výuku? Jak již bylo řečeno, jde o metodu, kdy žák bádá a objevuje. Za vnějšího řízení učitelem žák aktivní činností samostatně poznává dosud neobjasněné skutečnosti (Dostál, 2015). Postup se podobá krokům, které musí v cestě za výsledkem absolvovat vědec při své práci. Žáci tak

uplatňují své znalosti, prohlubují praktické dovednosti a učí se obhájit si vlastní názor či výsledek bádání.

Profesor Papáček (2010a) odkazuje ve svém článku na zprávu společnosti White Wolf Consulting z roku 2009, která dokládá snižující se zájem o přírodovědné a technické obory. Žáci se s přibývajícím věkem staví k těmto oborům jako k obtížným, striktně daným a náročným. Navzdory tomu, že jsou tyto předměty zajímavé a především perspektivní, jsou ve velké míře odmítány. Až třetina dotázaných hodnotí matematiku a fyziku jako obtížné, 15 % takto hodnotí celý soubor přírodovědných předmětů a dívky odmítají přírodovědné předměty ve větší míře než chlapci. Právě tento problém může být důvodem k zavádění BOV do výuky, jehož prostřednictvím lze přispět k popularizaci těchto oborů. I ve výše zmiňovaném RVP je v oborech přírodovědného charakteru – tedy ve vzdělávací oblasti Člověk a příroda, zahrnující Fyziku, Chemii, Přírodopis a Zeměpis, kladen důraz na badatelský charakter výuky (Národní ústav pro vzdělávání, 2021). V této konkrétní práci již byla definována místa, kde se ve zkoumaném tématu nacházejí mezipředmětové vazby. Průcha, Walterová a Mareš (2003) definují tyto vztahy jako „*vzájemné souvislosti mezi jednotlivými předměty, chápání příčin a vztahů přesahující předmětový rámec, prostředek mezipředmětové integrace*.“ S tím koresponduje i myšlenka BOV, která je s přírodovědnými předměty velice úzce spojena. Dle Papáčka (2010b) jde o „*souvislostmi propojený proces diagnózy problémů, kriticky vedených experimentů, rozlišování alternativ, plánování výzkumů, ověřování domněnek, hledání informací, proces vytvářející modely, proces diskusí s žáky a formování promyšlených argumentů*.“ Je tedy důležité dívat se na problém komplexně a zapojit znalosti a dovednosti z více vědních oborů a přistupovat k nim interdisciplinárně – tedy tak, jako v běžném životě, kde znalosti a zkušenosti nejsou izolovány, ale získáváme je souběžně v závislosti na konkrétním problému či řešené situaci (Taber & Akpan, 2017). Obrovský přínos má využití experimentů a laboratorních prací a pokusů, ale i skupinová práce, která bývá v BOV uplatňována ve znatelně větší míře než při klasických výukových metodách.

## 7. Metodika dotazníkového šetření

Cílem dotazníkového šetření, které je těžištěm této diplomové práce, bylo zjištění úrovně porozumění role vegetace v problematice distribuce sluneční energie a koloběhu vody v krajině. Vzhledem k zasazení problematiky do RVP-ZV byla jako testovací skupina vybrána třída kvarta víceletých gymnázií, odpovídající 9. ročníku ZŠ. Žáci by v této fázi studia měli mít dostatečně velkou základnu vědomostí, na základě kterých se v této problematice mohou poměrně dobře orientovat. Otázky, které byly pro dotazník použity, byly vytvořeny autorským kolektivem projektu TAČR TL01000294 dle publikací Metodika výuky k tématu Sluneční energie - voda v krajině - vegetace pro žáky 9. ročníků ZŠ a víceletých gymnázií od Ryplové, Pokorného, Hesslerové, Jirky a Váchy a publikace Slunce – voda – rostliny – klima: Podklady k poznání a výuce, která je společnou prací stejné skupiny autorů a vydalo ji ENKI, o.p.s. Třeboň v roce 2021.

Jednotlivé části dotazníku jsou zaměřeny na interdisciplinární vztahy a schopnost žáků využít poznatky získané ve fyzice, chemii, přírodopise, zeměpise a matematice a aplikovat je pro pochopení botanické environmentálně zaměřené problematiky. Otázky budou jednotlivě statisticky vyhodnoceny a zpracovány do grafů a tabulek v programu Excel. Zároveň bude zhodnocena úspěšnost každého jednoho respondenta a jeho konkrétního dotazníku.

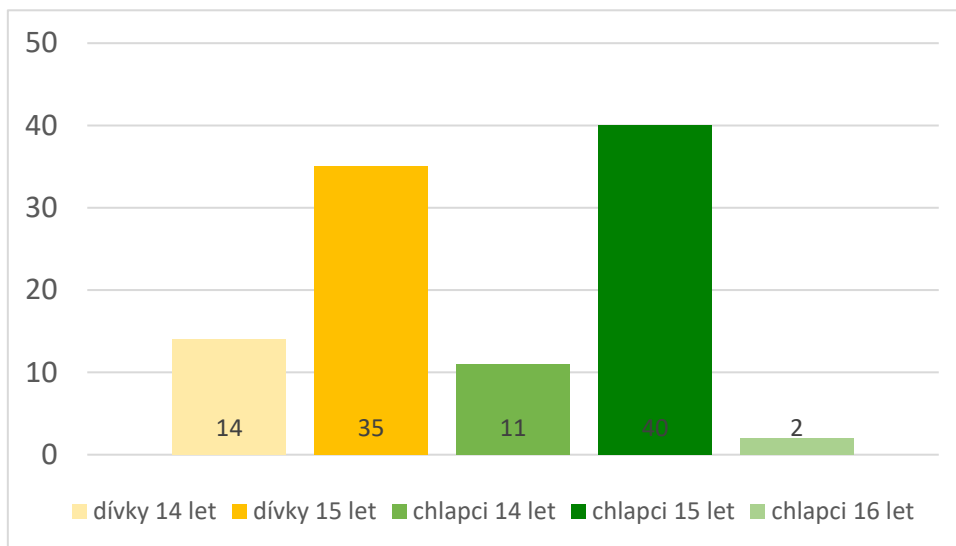
Výběr žáků proběhl náhodně, pouze na základě kritéria, kterým bylo studium příslušného ročníku na víceletém gymnáziu. Podařilo se získat 102 dotazníků od žáků z jednoho gymnázia ve Středočeském kraji a po dvou v kraji Vysočina a v kraji jihočeském. Jelikož se touto cestou nepodařilo dosáhnout dostatečného množství dotazníků, byla vytvořena i jeho elektronická verze, kterou mohli žáci vyplnit samostatně bez další potřeby osobního kontaktu. Stalo se tak při jejich nepřítomnosti ve škole a následně i v souvislosti s doplněním počtu respondentů, kdy byl elektronický dotazník prostřednictvím učitele přírodopisu distribuován mezi žáky náhodně vybraného gymnázia a dobrovolníci ho na základě jednoduchých instrukcí vyplnili na dálku.



## 8. Výsledky dotazníkového šetření

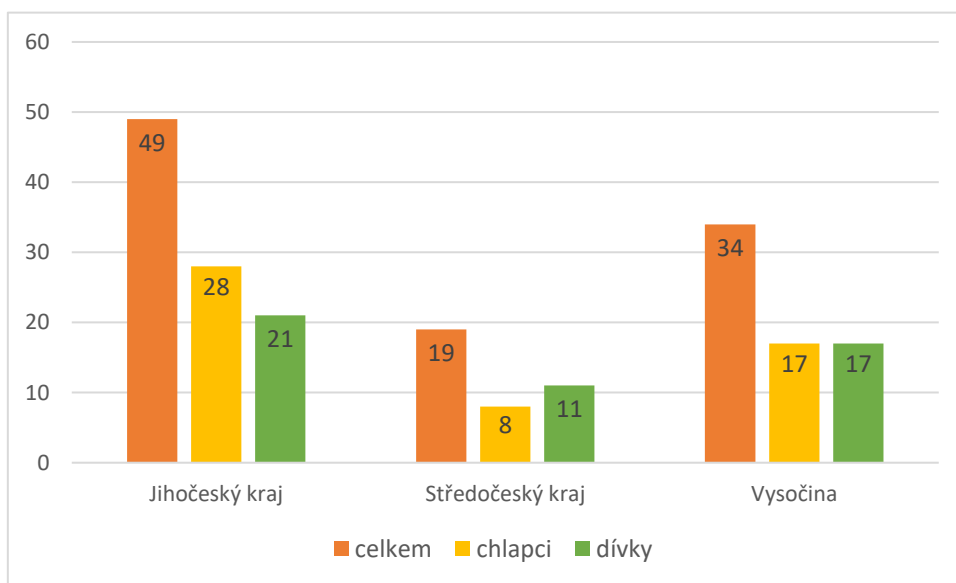
### 8.1 Demografické údaje

První tři otázky zjišťovaly demografické údaje o žácích účastnících se dotazníkového šetření. Zúčastnilo se ho celkem 102 studentů, z toho 53 chlapců a 49 dívek. Následující graf obsahuje přehled zastoupení pohlaví a věku jednotlivých skupin žáků. Průměrný věk dotazovaných byl 14,8 let.



Obr. č. 1 Zastoupení respondentů dle pohlaví a věku, n=102.

Vzhledem k anonymitě respondentů a škol, které navštěvují, byly tyto informace zobecněny a znázorňuje je graf č. 2. Z grafu lze vyčíst, jaké jsou počty zastoupení žáků a žákyň v jednotlivých krajích.



Obr. č. 2 Zastoupení respondentů v jednotlivých krajích, n=102.

## 8.2 Vyhodnocení otázek obsažených v dotazníku

V dalších částech této podkapitoly dojde k seznámení s podrobnými výsledky otázek obsažených v dotazníku a bude vyhodnocena jeho celková úspěšnost či neúspěšnost. Jednotlivé otázky byly v závislosti na své povaze a počtu úkonů, nutných k dosažení správné odpovědi, obodovány a každé z nich bude věnován jednoduchý graf, který bude příslušně okomentován. Systém bodování je jednoduchý. Za správnou odpověď žák získává plný počet bodů, za částečně správnou polovinu a otázky se špatnou či žádnou odpovědí jsou ohodnoceny nula body. Bodování jednotlivých otázek najdeme v příslušných podkapitolách. Celkový počet bodů, který bylo možné získat je 19.

Dotazník obsahuje dva typy otázek – uzavřené a otevřené. Otázky s otevřenými odpověďmi jsou takové, jenž dávají respondentovi možnost se nad otázkou zamyslet a odpovědět na ni bez předchozího ovlivnění. K tomu dochází maximálně při tvorbě otázky, kdy jejím zněním může výzkumník respondenta směřovat správným směrem k tázanému jevu. Nevýhodou otevřených otázek je časová náročnost z pohledu obou zúčastněných stran. Respondent musí vymyslet vhodnou odpověď, správně ji formulovat a poté napsat. Když přijde řada na výzkumníka, je nutno otázky kategorizovat a následně vyhodnotit (Gavora, 2000). Pokud vezmeme v potaz, pro jakou věkovou kategorii je dotazník určen, mohou být právě takové otázky poměrně problematické z pohledu délky samotného zadání či délky odpovědi. Otázky uzavřené dávaly respondentům příležitost zvolit jednu ze dvou možností – takové otázky nazýváme dichromatické. Respondent zde nemá možnost vyjádřit svůj názor, a tak shromažďujeme pouze základní informace o znalosti a neznalosti daného tématu (Gavora, 2000).

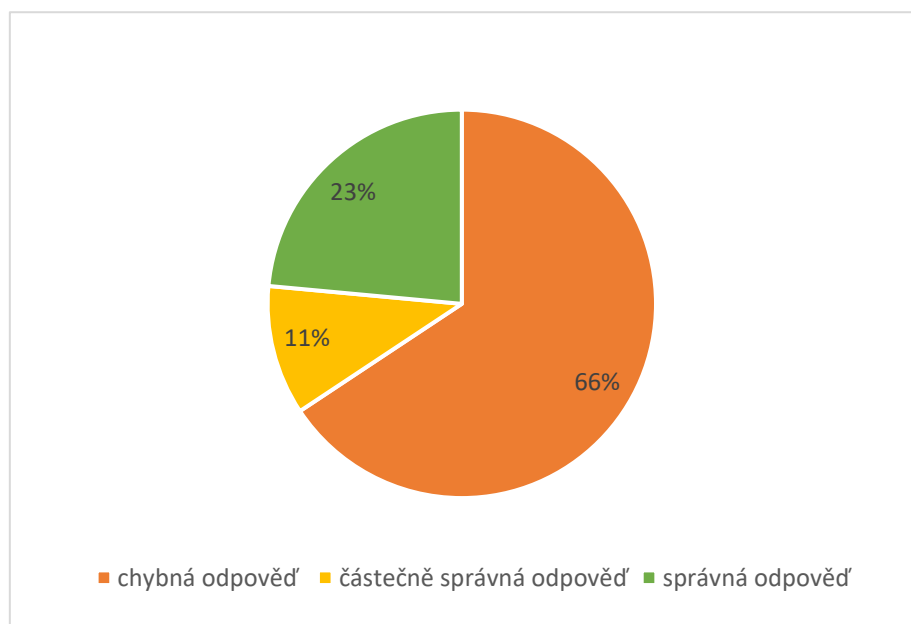
### 8.2.1 Otázka č. 4

*Lidské tělo se v létě chrání před přehřátím pocením prostřednictvím potních žláz v kůži.*

*a) Jakým procesem se mohou v létě ochlazovat rostliny? b) Jak se nazývají útvary na povrchu rostlin, které mají obdobnou funkci jako potní žlázy člověka?*

Tak zní otázka č. 4, která byla rozdělena na dvě podotázky. Úspěšnost studentů ve zodpovězení její první části byla 23 %. Správnou odpovědí je výpar vody z listů neboli transpirace, kdy je tepelná energie vázána do vodní páry. Jde o hlavní proces, kterým rostlina ze svého těla vydává vodu a tím se ochlazuje. Z povrchu listu se přenáší teplo, uvnitř něj se vypařuje vodní pára a následně odchází prostřednictvím průduchů ven (Procházka a kol., 1998). Mezi správnými odpověďmi se nejčastěji vyskytoval „výpar vody“, „rosa“ a „transpirace“. Pokud se konkrétněji podíváme na chybné odpovědi, v 17 % z nich žáci uváděli „nevím“ a nebo otázku ponechali bez odpovědi. Poměrně často (18 % z celkového počtu chybných odpovědí) se vyskytovaly odpovědi, že se rostliny chladí zaléváním, rosením či dešťovou vodou, která dopadá na jejich povrch, případně pouze vodou, bez uvedení dalších souvislostí.

Za první část této otázky mohli žáci získat dva body – správná odpověď, jeden bod – částečně správně a nebo nula bodů, pokud byla odpověď chybná nebo si s ní žáci nevěděli rady. Průměrný počet bodů za tuto otázku byl 0,58 bodu  $\pm$  0,856.

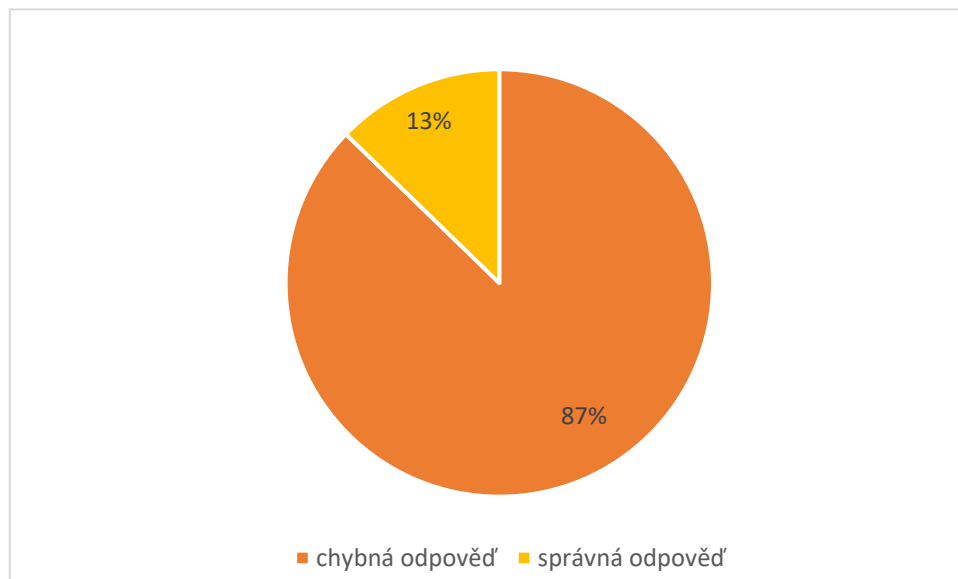


Obr. č. 3 Jakým procesem se mohou rostliny v létě ochlazovat? n=102

Druhá část otázky č. 4 měla pouze 13 % úspěšnost a žáci v ní velice často chybovali. Obrázek č. 4 zobrazuje poměr správných a chybných odpovědí. Tou správnou byly průduchy. Jde o útvary nacházející se na povrchu listů, jenž mají obdobnou funkci jako potní žlázy v lidském těle. Průduchy jsou tvořeny dvojicí svěřacích buněk, které obklopují průduchovou štěrbinu a v závislosti na množství obsažené vody v rostlinném těle jsou schopny regulovat její velikost (Procházka a kol. 1998). Hlavní funkcí průduchů je výměna plynů mezi rostlinou a prostředím. Nejdůležitějším z nich je oxid uhličitý, hlavní vstupní prvek fotosyntézy a kyslík jako její vedlejší produkt. Umožňují zároveň průchod vodní páře, která z rostliny odchází při transpiraci a odvádí z ní skryté (latentní) teplo, které uvolňuje do svého okolí (Ryplová, 2014).

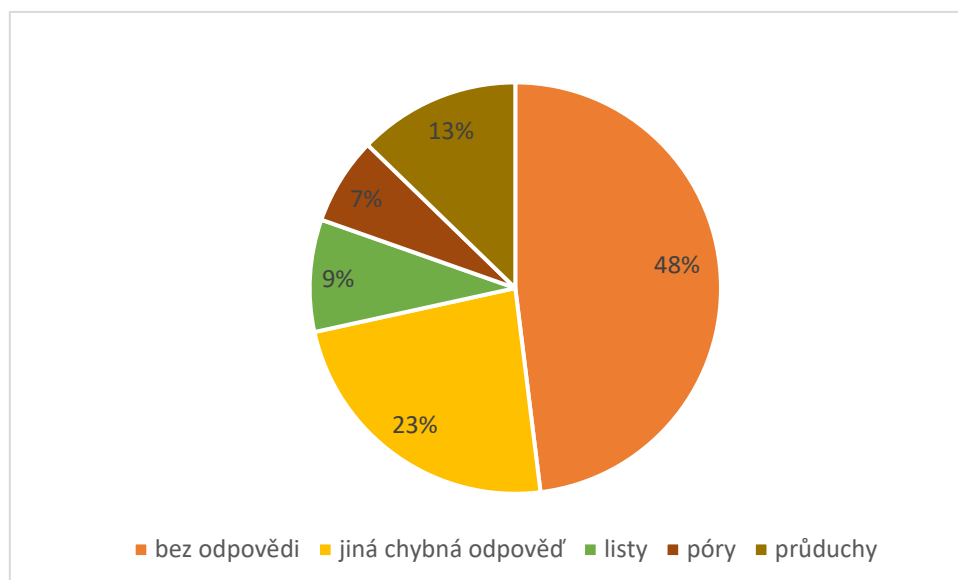
Obrázek č. 5 je konkrétnější a kromě správné odpovědi, kterou byly průduchy a uvedlo ji 13 % žáků, zobrazuje i procentuální zastoupení pojmů, se kterými byly průduchy nejčastěji zaměňovány. Šlo o chybné odpovědi, kterými byly listy či póry. V řádech jednotek odpovědí se objevovaly „pupínky na listech“, „žilky“ nebo „dírký v listech“. Téměř 50 % žáků pak na tuto otázku neodpovědělo vůbec.

Průměrný počet bodů za tuto otázku byl 0,25 bodů  $\pm$  0,667, přičemž otázka byla v tomto případě hodnocena dle správnosti dvěma nebo nula body.



Obr. č. 4 Odpověď na otázku „Jak se nazývají útvary na povrchu rostlin, které mají obdobnou funkci jako potní žlázy člověka?“ n=102

V této otázce najdeme odkaz na znalosti z oblasti přírodopisu, které jsou doplněny o interdisciplinární vazbu s fyzikou, kdy si žáci musejí uvědomit vliv slunečního záření na rostliny, ale i na procesy, které probíhají v rostlinném těle. Dále i to, jaké podmínky jsou ideální pro vypařování a kondenzaci vodní páry a to, jak tyto procesy fungují.



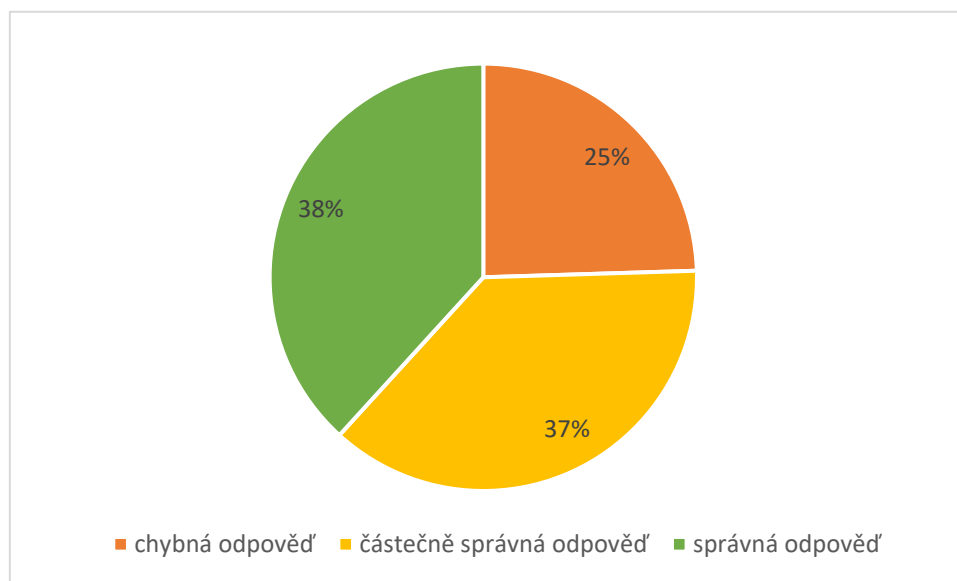
Obr. č. 5 Nejčastější pojmy uváděné v odpovědích na otázku "Jak se nazývají útvary na povrchu rostlin, které mají obdobnou funkci jako potní žlázy člověka?" n=102

### 8.2.2 Otázka č. 5

*V rovníkových oblastech (tedy přibližně ve stejných zeměpisných šířkách) se na Zemi vyskytují tropické deštné lesy i pouště. Jak známo, na poušti je v noci velmi chladno a ve dne jsou teploty naopak velmi vysoké. Naproti tomu v tropickém deštném lese jsou mezi denní a noční teplotou velmi malé rozdíly. Proč tomu tak je?*

Otázka č. 5 se věnuje poměrně atraktivním tématům, kterými jsou pouště a tropické deštné lesy. Na rozdíl od otázek následujících, jenž stejně jako tato vyžadovaly otevřenou odpověď, byly v případě otázky č. 5 odpovědi poměrně košaté a žáci se snažili o daném tématu rozepsat – už to napovídá skutečnosti, že jim je blízké. Když se podíváme na obrázek č. 6, zjistíme, že  $\frac{3}{4}$  odpovědí byly alespoň částečně správné a polovina z nich (tedy 38 % odpovědí z celkového počtu) pak byla ohodnocena dvěma body – tedy plným počtem. Osm žáků ponechalo otázku bez odpovědi nebo psali, že ji neví. Zbytek chybných odpovědí neobsahoval dostatečné množství faktů, které by mohly být hodnoceny jako dostatečné pro zvládnutí této otázky.

Najdeme zde souvislosti v předmětech přírodopis – zeměpis – fyzika. Problematika tropických deštných lesů a pouští bývá zahrnuta v tématu „biomy světa“ a věnuje se mu především zeměpis. Zmiňovány jsou rozdíly, ale i podobnost těchto přírodních oblastí, jež mají přibližně rovníkový průběh a pokrývají planetu Zemi. Svě místo v daném tématu nachází fauna i flóra, rozložení biomů a charakteristické podnebí jednotlivých oblastí. Zapomenout nesmíme ani na stavbu Země, kde je zmiňována atmosféra, její vrstvy, složení a v návaznosti na toto téma lze zmínit i klimatologii v rámci níž lze žáky seznámit s tím, jak se tvoří mraky. Vazba na fyziku je patrná v souvislosti s výparem vody a kondenzací. Přeměnou a přenosem energie a jejím uvolnění při kondenzaci. Přírodopis se podrobněji věnuje fauně a botanickým tématům, kdy naráží i na problematiku biomů, přičemž by bylo vhodné zmínit patrovitost lesa a význam vegetace celkově. Mimo jiné by měla zaznít i zmínka o metabolických funkcích rostlin a transpiraci, ale to je bohužel téma, které nebývá na úrovni základní školy příliš často zmiňováno.



Obr. č. 6 Odpověď na otázku č. 5, n=102.

Pouští rozumíme území s ročním úhrnem srážek menším než 250 mm. Na základě toho je nutno zmínit, že pouště mohou být horké tak, jak je nejčastěji známe, ale tou největší a nejsušší pouští je Antarktida – poušť mrazová. Jak je patrné, nás zajímají pouště horké, tedy ty, nacházející se ve stejných zeměpisných šířkách jako tropické deštné lesy. Hlavním rozdílem, který shledáváme u výše zmíněných biomů je množství vegetace v tropickém deštném lese a její absence v případě pouští. Ač se některé druhy rostlin jejím nehostinným podmínkám přizpůsobily, jde spíše o náhodně rostoucí solitéry, než o souvislé porosty. Najdeme zde i oázy

– místa v oblastech s vysokou hladinou podzemní vody, kde roste bohatá vegetace, ale v poměru s plochou vyprahlých kamenných a štěrkových plání je jejich schopnost zadržovat vodu a následně ji transpirací vrátit zpět do vodního koloběhu, zanedbatelná (Křížek, 2002). Chybějící vegetace, která by přes den chladila své okolí výparem a v noci mu předávala přebytečné teplo, má na svědomí velké teplotní rozdíly. Během dne tak nevzniká oblačnost, která by nasála vzdušnou vlhkost a zabránila odvodu tepla z krajiny. V denním průběhu teplot – tedy mezi dnem a nocí, mohou denní teploty atakovat hodnoty kolem 50 °C a v noci naopak klesat pod bod mrazu (Prach a kol., 2009). Tropický deštný les je pokladnicí světové biodiverzity, čemuž odpovídá nejen množství živočišných druhů, ale i rostlin. Na 6 – 7 % souše zde najdeme 80 % všech současně žijících druhů. Pro tropické deštné lesy je typické patrovité uspořádání a velké množství rostlin. Například v Malajsii na jednom hektaru můžeme zaznamenat až 570 druhů dřevin (Plesník, 2000). Právě stín těchto velikánů a spodních pater, společně s vysokou transpirací pomáhají vyrovnání teplot v tropických oblastech. Rozdíl teplot v denním chodu teplot je oproti pouštím znatelně nižší. Rostliny přes den z listů vypařují velké množství vodní páry, která na sebe váže sluneční energii, v chladnější atmosféře kondenzuje (sráží se) a přitom se uvolňuje teplo. Vytváří se mraky a mlha, ty potom tlumí příkon sluneční energie během dne a vyzařování tepla z povrchu krajiny do oblohy v noci, kdy teploty klesají (Pokorný, 2011). Tento koloběh se v pralese opakuje s každodenní pravidelností.

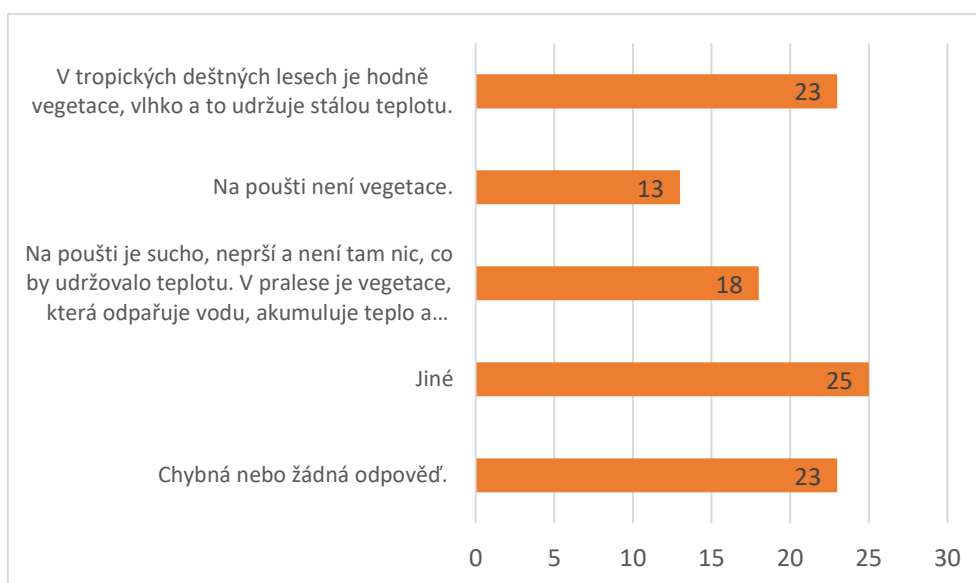
Správnou odpovědí na otázku č. 5 bylo spojení několika vybraných výše zmíněných faktů v jeden celek. Z povahy této otázky a jejího podrobnějšího vyhodnocení u ní muselo dojít ke kategorizaci odpovědí. Bylo stanoveno pět kategorií a jejich zastoupení definuje graf na obrázku č. 7. Pokud začneme neúspěchem, vidíme, že 22 % žáků nevedlo **žádnou nebo chybnou odpověď**. Mezi chybnými odpověďmi se objevila například tato tvrzení: „stromy“; „Záleží na vzdálenosti od moří/oceánů. Okolní reliéf, nadmořská výška, srážkové stíny“; „děšť“; „Protože se každá tato oblast nachází v jiném podnebném pásu a tam se liší teploty v noci a ve dne.“ Třináctkrát byla zaznamenána odpověď ve smyslu, že „**Na poušti není vegetace.**“, což je sice částečně správné tvrzení, ale pro získání dvou bodů za tuto otázku nedostatečné, proto za ní byl udělen bod jeden. 23 respondentů uvedlo odpověď, která mohla být zařazena do kategorie „**V tropických deštných lesech je vlhko, hodně vegetace a to udržuje stálou teplotu.**“ Jejich konkrétní znění uvedeme na následujících pár příkladech – „Vegetace je schopna regulovat teplotu - udržovat klima.“; „Protože vegetace zadržuje vlhkost v krajině a ta pak teploty stabilizuje. Rostliny do sebe vlhkost nasají a poté se z nich vypaří, tím ochladí svoje okolí ve dne.“; „Protože se srážky a celkově teplé ovzduší "má kde ukryt", jelikož je zde

vegetace, která zabraňuje úniku tepla a také ho vstřebává. Tudiž se teplo méně mísí se vzduchem nad pralesy a "neodchází" pryč. "; „Protože v tropických lesech je hodně stromů zvlhčujících vzduch a spotřebovávajících sluneční energii, také tam často prší a tak se teplota moc nemění.“ Tyto a další odpovědi z této kategorie byly ohodnoceny dvěma body, stejně tak, jako 18 % odpovědí, jenž byly považovány za správné a jejich znění byla kategorizována do následujících dvou vět – „**Na poušti je sucho, neprší a není tam nic, co by udržovalo teplotu. V pralese je vegetace, která odpařuje vodu, akumuluje teplo a vyrovnává teploty mezi dnem a nocí.**“ I k této kategorii uvedeme pár příkladů konkrétních odpovědí, které v dotaznících zazněly. „V pralese jsou stromy a celkově je tam dusno, což znamená, že se vlhko udržuje na povrchu a teploty se nemění. Na poušti je to naopak.“; „Na poušti není téměř žádná vegetace ani vodní plocha, která by snižovala teplotní rozdíly. V tropickém deštném pralese jsou např. stromy, které zadržují vlhkost a zpomalují vítr. Pralesy často protéká řeka → snižuje teplotní rozdíl.“; „Kvůli množství vody v půdě a vegetaci. Písek rychle vychladne, také srážky – na poušti neprší. Vegetace vyrovná teplotu.“; „Protože poušť je suchá a není tam nic, co by drželo teplotu, neprší zde. V pralese jsou stromy, rostliny, předměty, které i když je noc akumuluji teplo, které přes noc uvolňuje a tak se zde udržují podobné podmínky jako ve dne. Navíc je zde velmi vlhko, což má velký vliv. Navíc stromy ze sebe vypařují vodu, což taky ovlivňuje teplotu.“; „Na poušti je extrémně suchý vzduch, který nedokáže absorbovat a udržet teplo na rozdíl od vlhkého vzduchu v deštných pralesích. Proto teplota na poušti v noci klesá k bodu mrazu.“ Žáci dokázali nejlépe vysvětlit příčinu rozdílných chodů denních teplot na poušti v a tropických deštných lesech. Poslední a nejobsáhlejší kategorií definovanou pro tuto otázku byly další odpovědi, které nebylo možné zařadit do žádné z výše již zmíněných a byly pojmenovány jako „jiné“. Hodnoceny byly jedním nebo dvěma body na základě faktické správnosti, kterou byli žáci schopni ve svých odpovědích postihnout. Pro představu bude uvedeno pár vzorových odpovědí. Mezi dvoubodové odpovědi byly zařazeny například tyto: „Ovlivňuje to proudění vzduchu v krajině bez vegetace na pouštích. V lesích je vlhko a vysoká teplota.“; „Flóra vytváří jakýsi obal, který udržuje teplotu přibližně stejnou - trop. deštn. les. Na poušti jsou jenom horniny a minerály, místy fauna – není, co by izolovalo teplo.“; „Množství vody ve vzduchu ovlivňuje rozdíly teplot v noci a ve dne, když je vzduch sušší → větší rozdíly teplot, vlhčí → menší rozdíly teplot.“; „Protože vlhkost v lese udržuje stálou teplotu, na poušti bez vody jsou proto výkyvy teplot velmi vysoké.“ Jedním bodem byly ohodnoceny následující odpovědi. „Protože v poušti je mnohem menší vlhkost vzduchu.“; „V poušti není tolik rostlin a organismů, které by přes noc udržely teplo.“; „Protože voda pomáhá udržovat stálou teplotu.“ a „Jelikož v pralese



*se sluneční paprsky nedostanou přes stromy, ale v noci, když slunce nesvítí se teplota udrží. Na poušti ve dne zase svítí Slunce a proto je horko a v noci nesvítí a teplo nemá co udržet.“*

Všeobecně lze říci, že navzdory obsáhlým odpovědím bylam, jejich správnost poměrně nízká – necelých 40 %. Otázkou však zůstává, jak obsáhlou odpověď lze od žáků kvarty očekávat. Průměrný počet bodů za tuto otázku byl 1,18 bodu  $\pm$  0,759. Žáci jsou seznámeni s tím, co zhruba způsobuje rozdílné teploty mezi dnem a nocí na poušti a v tropických deštných lesích, ale ne všichni jsou schopni odpověď propojit se znalostmi z fyziky. V odpovědích se objevovaly hlavně znalosti zmiňované v rámci zeměpisu, které definují především vzhled těchto oblastí, případně jejich zobrazení v mapách, ze kterých lze odvodit, že na pouštích je diametrálně odlišné množství vody než v tropických deštných lesech a přítomná vegetace je schopna zadržovat vlhkost. V mnoha případech byla zaznamenána odpověď částečná, která pojednávala o tom, proč je na pouštích tak velký rozdíl teplot, ale tropické deštné lesy zmíněny nebyly a naopak.

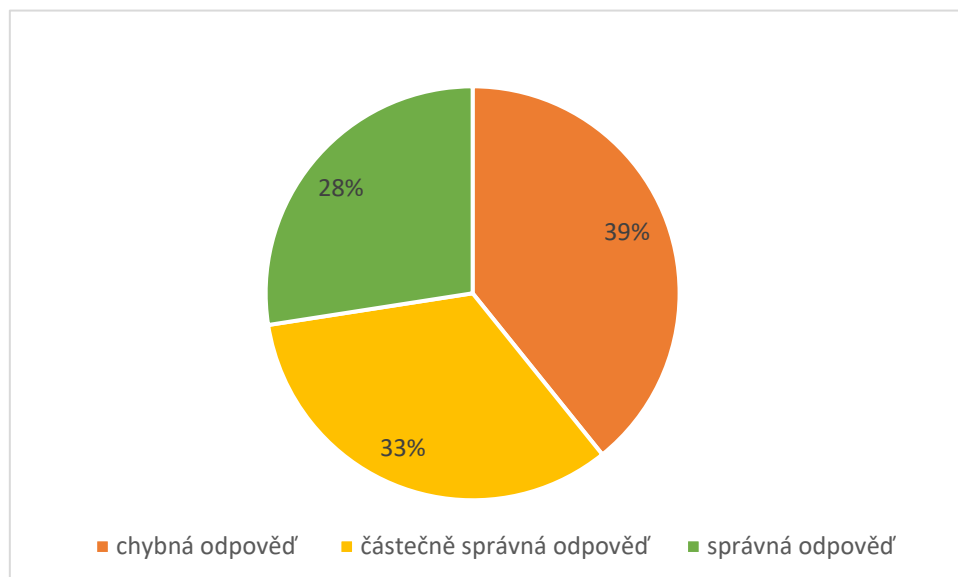


Obr. č. 7 Četnost kategorizovaných odpovědí na otázku č. 5, n=102.

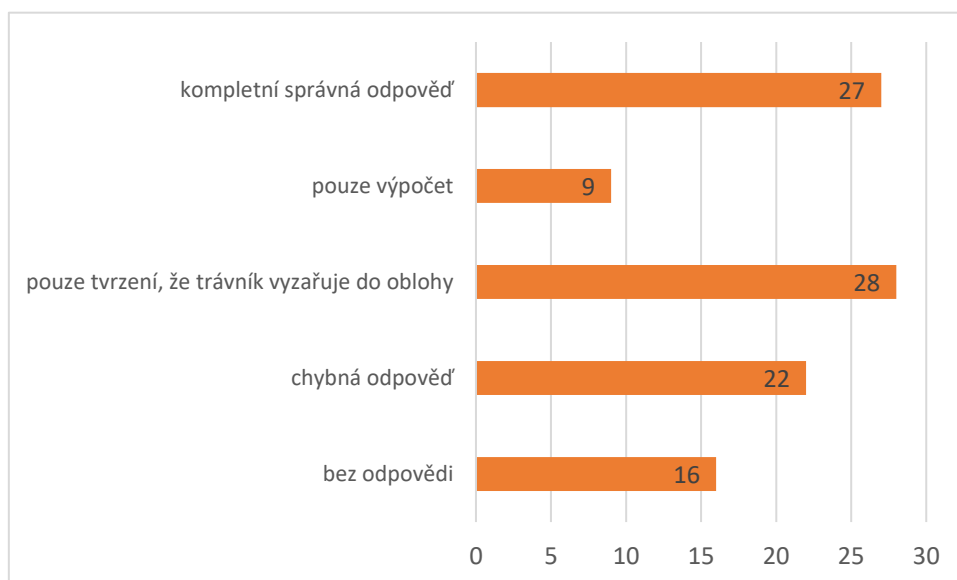
### 8.2.3 Otázka č. 6

*Povrch trávníku má teplotu 10 °C a obloha -15 °C. Vyzařuje energii trávník do oblohy, nebo obloha do trávníku? Jestliže víme, že na 1 °C se vyzáří energie cca 5 W, dokážete odhadnout, o kolik wattů vyzářené energie se jedná?*

Již po prvním přečtení otázky č. 6 jsou zřejmé interdisciplinární vztahy a s nimi spojené vědomosti, které je nutno využít pro její zodpovězení. Kromě přírodopisu je to jistě matematika, kdy za pomoci jednoduchého výpočtu získáme odpověď na početní část této otázky. V zadání je uvedena informace, že na 1 °C se vyzáří energie cca 5 W – a to především proto, že žáci neměli k dispozici žádný podpůrný materiál, kde by tuto informaci získali. Jde o údaj, který vychází ze Stefan-Boltzmannova zákona a není učivem základní školy. Tím se dostáváme k dalšímu předmětu, který je pro zodpovězení otázky č. 6 důležitý a je jím fyzika. K vyslovení tvrzení, zda vyzařuje energii trávník do oblohy nebo obloha do trávníku je nutno znát termodynamické zákony, které říkají, že teplejší těleso vždy vyzařuje energii směrem k chladnějšímu prostředí či tělesu (Bartuška, 2001). V případě našeho příkladu je tedy správnou odpovědí tvrzení, že teplejší trávník vyzařuje energii do oblohy, která má nižší teplotu. Vzhledem k tomu, že je rozdíl těchto ploch 25 °C a víme, že na 1 °C se vyzáří energie cca 5 W, dostaneme vynásobením těchto hodnot výslednou vyzářenou energii, která odpovídá 125 W.



Obr. č. 8 Úspěšnost odpovědí na otázku č. 6, n=102.



Obr. č. 9 Podrobná analýza odpovědí na otázku č. 6, n=102.

Z grafu na obrázku č. 8 vyčteme, že úspěšnost v tomto případě dosahovala necelých 30 %. Následující graf na obrázku č. 8 detailněji zachycuje získané odpovědi. Kompletní správnou odpověď, tedy že trávník vyzařuje energii do oblohy a vyzářená energie odpovídá 125 W, uvedlo 27 žáků a získali za ni dva body. Jedním bodem byly ohodnoceny částečné odpovědi. Šlo o případ, kdy byl uveden pouze výpočet – 9 x a nebo správné tvrzení, že trávník vyzařuje energii do oblohy – takových odpovědí bylo zjištěno 28. Chybně odpovědělo 39 % žáků z čehož 16 respondentů odpovědělo, že neví nebo neodpověděli vůbec a 22 uvádělo chybnou odpověď v podobě záměny vyzařujícího povrchu a nesprávného výpočtu. V tomto případě byl zisk bodů roven nule. Průměrný počet bodů získaných za tuto otázku byl 0,88 bodu  $\pm$  0,808. V případě výsledné hodnoty vyzářené energie byl častým chybně uvedeným výsledkem 50 W, kdy žáci uvažovali 10 °C – tedy teplotu trávniku, který vyzařuje do oblohy a násobili ji 5 W, jak napovídalo zadání otázky. Pokud šlo o chybnou odpověď v souvislosti s vyzařujícím povrchem, lze říci, že si žáci předložená fakta nedokázali spojit s termodynamickými zákony a skutečností, že teplejší těleso předává energii chladnějšímu.

#### 8.2.4 Otázka č. 7

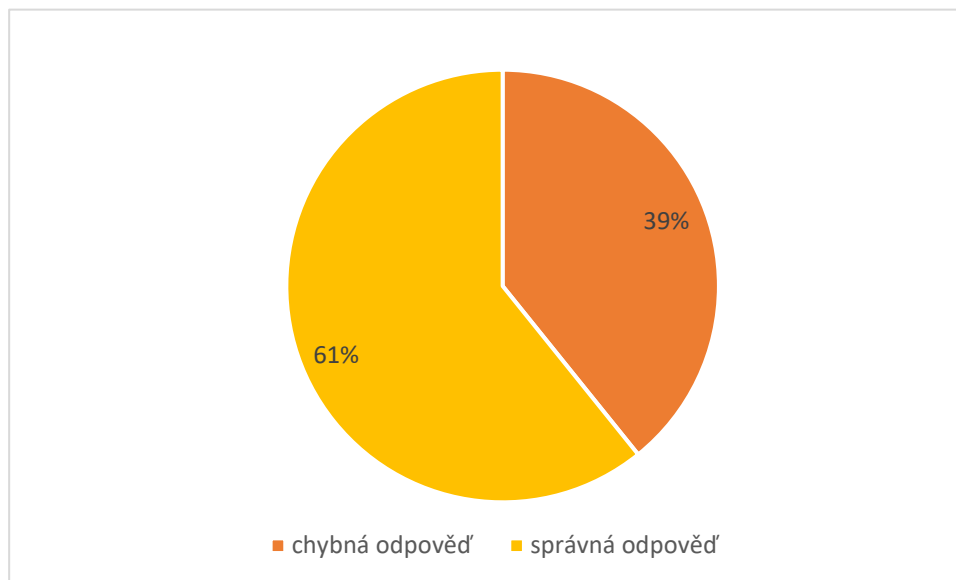
*Před okny třídy 9.A jedné základní školy stojí strom. V letním dnu vypaří 100 litrů vody a ochladí tak své okolí o 68kWh (na výpar 1 litru vody strom spotřebuje 0,68 kWh sluneční energie, která by se jinak přeměnila na teplo). Opodál před okny třídy 9.B. stál stejný strom, který byl však poražen, ustoupil parkovišti, aby rodiče mohli své děti přivést blíže ke škole. Škola musela pořídit do přehřívající se třídy 9.B. klimatizační zařízení o výkonu 3kW, které během výuky potřebuje přibližně 20kWh energie. Za 1 kWh platí škola 4 Kč. Kolik Kč ušetří škola na provozních nákladech ve třídě 9.A za měsíc červen s dvaceti dny výuky, kde klimatizační zařízení není potřeba?*

Otázka č. 7 byla v podstatě matematickou slovní úlohou s přesahem do přírodopisu a fyziky. Úlohou této otázky je pomoc žákům uvědomit si, jak obrovský význam a přínos pro nás má „obyčejný strom“, na který se o přestávkách dívají z okna. Pokud se podíváme, jak fungují běžná klimatizační zařízení, lze tento proces přirovnat k chladničce, která uvnitř chladí, ale do okolí uvolňuje teplo (Pokorný, 2011). Stejně je tomu i u klimatizace, která sice dokáže vychladit třídu 9.B, ale zařízení na druhé straně produkuje teplo a předává ho svému okolí. Jak žáci po vypočtení této úlohy zjistili, zároveň jde o poměrně nákladné zařízení, jehož provoz stojí školu další nemalé peníze.

V případě stromu a jeho chladicí funkce jde o předávání energie v prostoru a čase. Většina sluneční energie, která dopadne na jeho povrch se spotřebuje na výpar vody. Vodní pára, která se při tomto procesu odpaří v sobě váže sluneční energii ve formě skrytého (latentního) tepla. Vodní pára se poté sráží na chladných místech a dochází k uvolňování tepla vázaném při výparu (Pokorný, 2011). Tímto procesem se vyrovnávají teplotní rozdíly a jsou přirozeně tlumeny teplotní extrém – i v této otázce narážíme na termodynamiku – k předávání tepla a ochlazování prostředí dochází tak, aby bylo dosaženo rovnováhy (Pokorný a Hesslerová, 2011).

61 % žáků na tuto otázku odpovědělo správně a získali za ní dva body. Správné řešení spočívalo ve výběru důležitých informací a výpočtu částky, kterou škola ušetří za třídu, kterou i nadále chladí strom a ne klimatizační zařízení. Vybrat z poměrně dlouhého zadání důležité informace, však dle komentářů v dotaznících, činilo žákům potíže. V pár případech došlo i k tomu, že respondent po zhlédnutí zadání tuto otázku rovnou přeskočil.

Bereme-li v úvahu, že za 1 kWh škola zaplatí 4 Kč, je to při odběru 20 kWh za jeden den výuky 80 Kč, které násobíme 20 výukovými dny v měsíci červnu a vyjde nám 1600 Kč, které škola ušetří za třídu 9.A, kde není potřeba klimatizační zařízení. Jak již bylo řečeno, u otázky č. 7 byla zaznamenána 61 % úspěšnost. V případě neúspěchu pak 17 respondentů napsalo, že odpověď neví a osm ji ponechalo bez odpovědi. Průměrný počet bodů byl  $1,22 \pm 0,977$ .

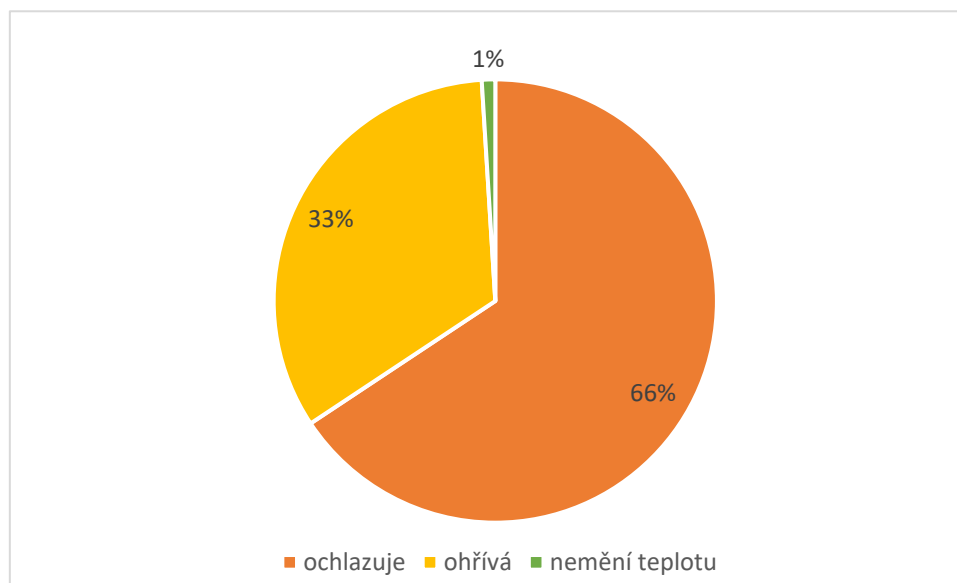


Obr. č. 10 Úspěšnost odpovědí na otázku č. 7, n=102.

### 8.2.5 Otázka č. 8

#### ***Ranní rosa ohřívá nebo ochlazuje povrchy, na nichž se sráží? Zaškrtni správnou odpověď.***

Další část dotazníku obsahovala tři uzavřené otázky, otázka č. 8 je první z nich. Šlo o část, ve které nebyla žádná ze tří otázek ponechána bez odpovědi. To do jisté míry svědčí o tom, že uzavřené otázky podobného charakteru jsou pro respondenty při vyplňování dotazníku pohodlnější variantou než otázky otevřené, u kterých je nutno nejen znalostí, ale i správné formulace odpovědi.



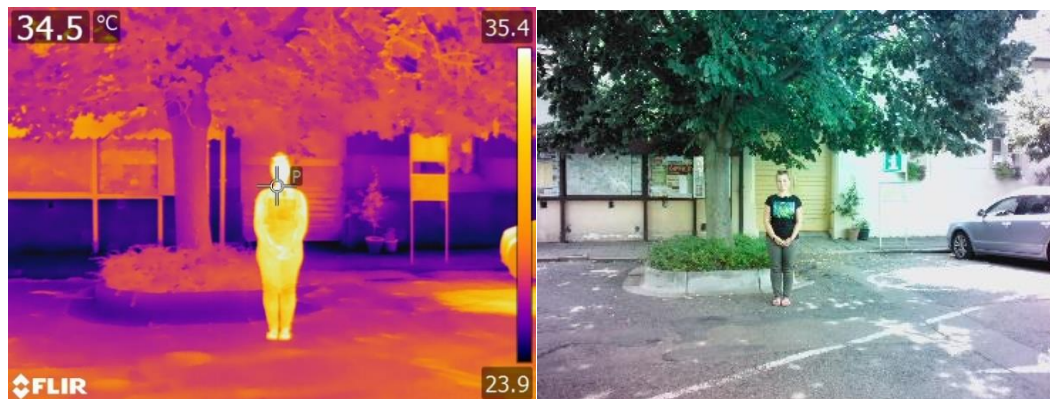
Obr. č. 11 Ranní rosa ohřívá nebo ochlazuje povrchy, na nichž se sráží? n=102

Podíváme-li se na graf na obrázku č. 11, vidíme, že 66 % respondentů zaškrtnlo možnost „ochlazuje“, což však není správná odpověď. Opět jde o otázku, kde se přírodopis propojuje s fyzikou a z výše zmíněného vyplývá, že v tomto případě žákům není příliš jasné, na jakém principu funguje přenos energie a jakou funkci v těchto procesech zastává ranní rosa. Jde o jednu z forem srážek, kdy se na povrchu listů vytvářejí malé vodní kapičky. Přenos energie v prostoru a čase figuruje i v tomto případě. Vzduch je schopen pojmout jen určité množství vodní páry, což závisí na jeho teplotě. Čím teplejší vzduch, tím více páry může obsahovat. Pokud teplota vzduchu během noci klesne pod teplotu rosného bodu (=což je teplota, při které je vzduch maximálně nasycen vodní párou), nastává kondenzace (Hamerský, 2014). Přebytečná pára se kondenzací mění na kapičky, které se usazují na chladných předmětech. Rosa pak ohřívá povrchy, na nichž se sráží, protože uvolňuje skupenské teplo, které se při výparu vody navázalo do vodní páry (Pokorný, 2011).

Správnou odpověď, tedy, že rosa ohřívá povrchy, na nichž se sráží, zvolilo 33 % žáků. Ti za tuto otázku získali dva body. Jeden respondent v kolonce „jiné“, která dávala možnost vyjádřit se k otázce vlastními slovy napsal, že „nemění teplotu“ – což byla odpověď hodnocena 0 body, stejně jako již zmíněných 66 % chybně zvolených odpovědí. Průměrný počet bodů byl v případě této otázky  $0,67 \pm 0,943$  bodu.

## 8.2.6 Otázka č. 9

*Na termovizním snímku má lidská postava ve stínu stromu vyšší teplotu než okolí, na osluněném prostranství je lidská postava chladnější. Kde se člověk chladí vůči okolí a kde se naopak ohřívá a ochlazuje okolí?*

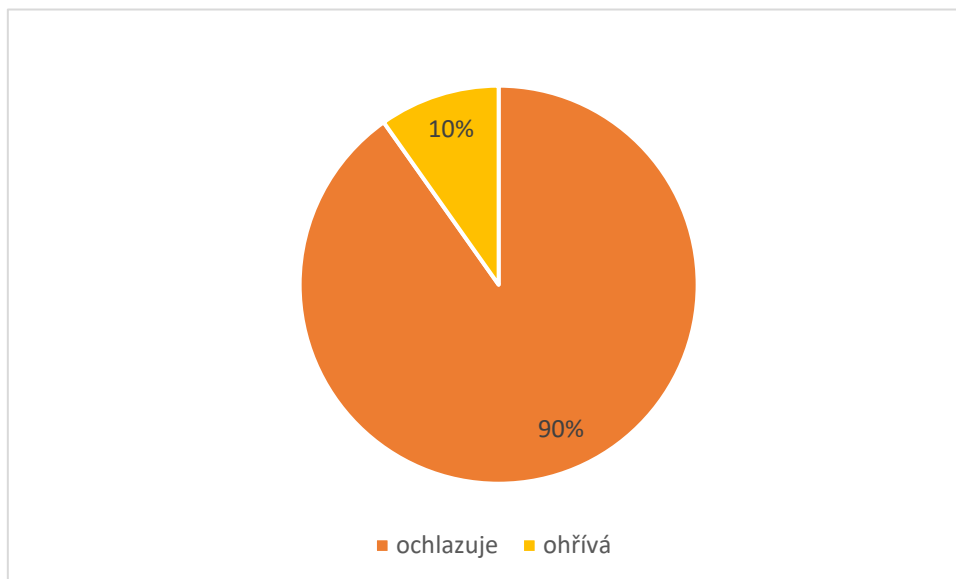


Obr. č. 12 Snímek č. 1

Otázka č. 9 má dvě podotázky, obsahuje totiž dva odlišné termovizní snímky a reálné fotografie, na základě kterých měli žáci posoudit, kde se člověk chladí vůči okolí a kde se naopak ohřívá a své okolí sám ochlazuje. V souvislosti s tím jde o otázku, kde se mísí mezipředmětové vztahy přírodopisu, fyziky a matematiky. Z pohledu přírodopisu jde o chladicí schopnost rostlin, kdy se v létě pod vzrostlým stromem schováme před přímým slunečním zářením a zároveň ochladíme, protože jak známo, strom sluneční záření přeměňuje na chlad a vlhko. Proto je za parného letního dne moudřejší schovat se před sluníčkem pod strom namísto pod slunečník, který sluneční záření pouze pasivně odráží (Pokorný, 2011). Neméně důležitá je také znalost fungování lidského těla a tělesné teploty. Pokud se zaměříme na fyziku, opět lze zmínit termodynamické zákony a skutečnost, že teplejší těleso předává svoji energii chladnějšímu (Bartuška, 2001). Matematika je v této otázce zahrnuta v obrázcích, na základě kterých studenti tvořili své odpovědi. Termovizní snímky zachycují prostor v barevné škále, jenž určuje hodnotu teplot jednotlivých objektů a povrchů. Záleží na tom, zda je respondent schopen snímek správně „přečíst“. Musí totiž odečíst hodnoty zobrazené na stupnici a na základě toho správně určit, kdy osoba na obrázku přijímá teplo od okolí či se ochlazuje.

Protože člověk na snímku č. 1 stojí pod stromem a jeho barva je oproti okolí výrazně světlejší, znamená to, že je nejteplejším objektem, které zde můžeme vidět, z čehož vyplývá, že se ve stínu stromu ochlazuje. Podobně přemýšlelo 90 % dotazovaných a získali tak za tuto

část otázky 2 body. Zbýlých 10 % získalo nula bodů V tomto případě byl průměrný počet bodů  $1,8 \pm 0,595$ .



Obr. č. 13 Na snímku č. 1 se člověk od svého okolí ohřívá nebo ochlazuje?  $n=102$

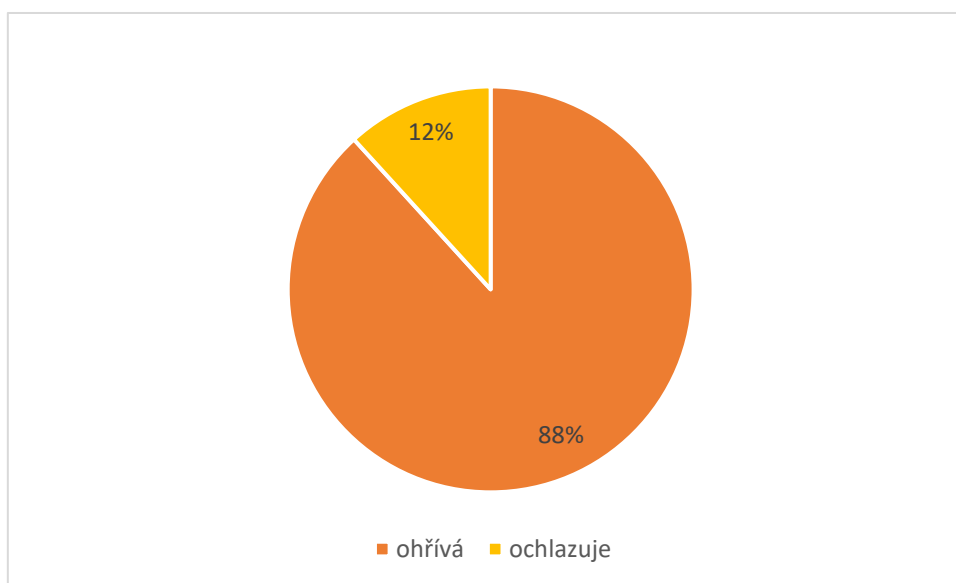


Obr. č. 14 Snímek č. 2

Již při pohledu na fotografii výše zjistíme zásadní rozdíly mezi snímkem č. 1 a č. 2 – osoba se nachází v rozdílných typech prostředí. V případě, že se člověk postaví na otevřené osluněné prostranství, bude jeho teplota nižší než teplota předmětů vystavených přímému slunečnímu záření, zvláště pokud jde o neživé objekty tmavé barvy. Tento proces můžeme vysvětlit pomocí albeda – míry odrazivosti tělesa nebo jeho povrchu. Jde o poměr odraženého záření k celkové hodnotě záření, které dopadá na zemský povrch. Tmavé povrchy mají nízké albedo, absorbují tak více slunečního záření a ohřívají se na vysoké teploty (Pokorný, 2014). Stejně tak se přehřívají i suché a zpevněné nepřírodní povrchy, kterým je například



asfaltové parkoviště, kde se většina dopadající sluneční energie přemění na zjevné teplo. Osoba na obrázku má tělesnou teplotu mezi 36 a 37 °C a její tělo je schopno termoregulace. Na základě těchto faktů a termovizního snímku lze bez většího váhání správně odpovědět, že člověk se v tomto prostředí od svého okolí ohřívá. Teplejší tělesa předávají energii chladnějším objektům, kterým je v tomto případě žena na fotografii. Za správnou odpověď bylo opět možno získat dva body – tohoto počtu dosáhlo 88 % respondentů. V celkovém průměru bylo za tuto část otázky uděleno 1,8 bodu  $\pm 0,595$ .



Obr. č. 15 Na snímku č. 2 se člověk od svého okolí ohřívá nebo ochlazuje? n=102

### 8.2.7 Otázka č. 10

*Jaké množství vodní páry vznikne za normálního tlaku výparem 1 litru vody? Jaké množství vodní páry vypaří strom, který v létě na páru přemění 100 l vody? (standardní molární objem  $V_m=22,414 \text{ dm}^3$  při  $0 \text{ }^\circ\text{C}$  a normálním tlaku). Ovlivní tento výpar nějak tlak vzduchu?*

Otázka č. 10 – poslední část dotazníku, za kterou bylo v průměru uděleno  $0,23 \pm 0,541$  bodu. Výsledky zachycuje graf na obrázku č. 14, ze kterého lze vyčíst, že pouze jedna odpověď, z celkového počtu 102 respondentů, byla správná a autor za ni získal tři body. Polovinu otázky zodpověděli správně tři respondenti a do celkového skóre si připsali dva body. 14 žáků pak uvedlo správně alespoň jednu ze tří částí odpovědi na otázku č. 10 a dostali za ni jeden bod. Pokud se podrobněji podíváme na největší – neúspěšnou skupinu – 24 respondentů ponechalo otázku bez odpovědi. Stejný počet žáků napsal že neví a pár dalších uvedlo, že se nevyznají v zadání. V souvislosti s neúspěšností poslední otázky lze konstatovat, že spojení přírodopisu s matematikou, fyzikou a chemií je slabým místem žákovských vědomostí.

V následujícím odstavci se podíváme na správné řešení tohoto příkladu. Nejprve bude využito znalostí z chemie ve spojení s jednoduchými matematickými úkony. V první řadě si vypočteme molární hmotnost sloučeniny ( $\text{H}_2\text{O}$ ) – jako součet molárních hmotností všech prvků, který vynásobíme počtem atomů v molekule sloučeniny.

V případě vody jde o:

$$M(\text{H}) = 1 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{O}) = 16 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{H}_2\text{O}) = 2 M(\text{H}) + M(\text{O}) = 2 \cdot 1 + 16 = 18 \text{ g/mol}$$

z čehož vyplývá, že 1 mol molekul vody váží 18 gramů. Jelikož víme, že hmotnost 1 litru vody je 1000 g, vydělíme tuto hodnotu již vypočítanými 18 gramy.

Tyto hodnoty dosadíme do vzorečku pro výpočet látkového množství:

$$n = \frac{m}{M_m} = \frac{1000}{18} = 55,5 \text{ mol}$$

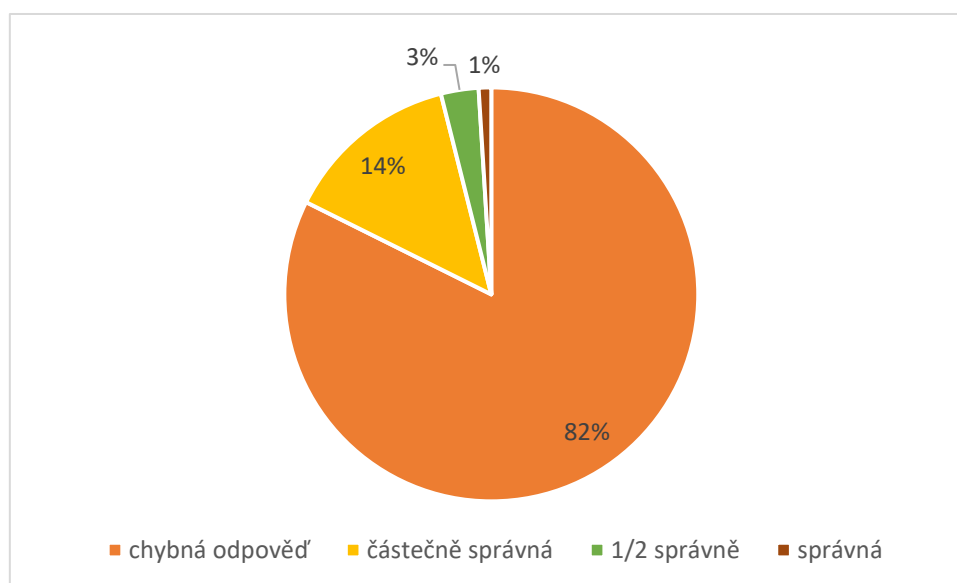
Hodnotu vypočítaného látkového množství a zadaný standardní molární objem vodní páry následně dosadíme do vzorečku pro výpočet objemu:

$$V = V_m \cdot n = 22,414 \cdot 55,5 = \mathbf{1245 \text{ l}}$$

Další část otázky se ptá, jaké množství vodní páry vypaří strom, který v létě na páru přemění 100 l vody. Pro získání odpovědi na tuto otázku stačí předchozí vypočtenou hodnotu pouze vynásobit hodnotou sto litrů.

$$1245 \text{ l} \cdot 100 \text{ l} = \mathbf{124\ 500 \text{ litrů vodní páry}}$$

Shrneme-li výše zmíněné, bude odpověď na otázky následující. Za normálního tlaku vznikne výparem 1 litru vody 1245 l vodní páry. Pokud uvažujeme strom, který v létě na páru přemění 100 l vody, bude se množství vodní páry rovnat 124 500 litrům vodní páry. Tento výpar ovlivní tlak vzduchu tak, že se jeho hodnota zvýší.



Obr. č. 16 Správnost odpovědí na otázku č. 10, n=102.

## 9 Diskuse

Dotazníkového šetření, které probíhalo v rámci diplomové práce se zúčastnilo 102 respondentů z pěti škol v krajích jihočeském, středočeském a Vysočina. Respondenti byli vybráni na základě jediného požadavku, kterým byl ročník, jenž navštěvují v rámci svého studia na nižším stupni víceletého gymnázia – ročník odpovídající 9. třídě ZŠ – tedy kvarta. Jeho cílem bylo zjistit, jaké jsou schopnosti studentů v souvislosti s využitím mezipředmětových vztahů, které je nutno uplatnit při řešení úloh s botanickou environmentálně zaměřenou problematikou. Dotazníky byly vypracovány na základě publikací autorského kolektivu projektu TAČR TL01000294.

Na základě shromážděných dat lze říci, že schopnost studentů, využít v rámci řešení jednotlivých úloh poznatky získané ve více vyučovacích předmětech, je značně rozdílná a velice individuální. Celkový počet bodů, který žáci mohli získat za zodpovězení všech otázek v dotazníku, byl 19. Výsledky, které byly zaznamenány, se pohybovaly v rozmezí nula až šestnáct bodů, což byl zisk za nejhorší a nejlepší dosažený výsledek. Za nejlepším výsledkem následovalo s rozdílem dvou bodů (tedy 14 získaných) pět respondentů. U průměrného počtu bodů sledujeme značnou rozkolísanost. Jeho hodnota vyšla na  $8,62 \text{ bodu} \pm 3,166$ , což je necelá polovina. S ohledem na téma a skladbu dotazníku jde o výsledek, jenž možná lehce předčil očekávání. Na druhou stranu mohly velkou část dotazníků „zachránit“ uzavřené otázky č. 8 a č. 9, kde bylo možné získat téměř polovinu bodů hodnoty průměru, přičemž lze uvažovat variantu náhodné odpovědi, která byla vzhledem k povaze otázky padesát na padesát.

První část otázky č. 4 zjišťovala povědomí žáků o tom, jakým procesem se mohou v létě ochlazovat rostliny. Správnou odpovědí byl výpar vody z listů neboli transpirace, při které se tepelná energie váže do vodní páry. Pojem „transpirace“ zmínilo pět žáků. Část respondentů uváděla možnost, že se chladí „listy“, přičemž nebyla postihnuta hlavní podstata tohoto procesu, ale pouze část rostlinného těla, za pomoci které k ochlazení dochází. Téměř 20 % z celkového počtu chybných odpovědí obsahovalo tvrzení, že se rostliny chladí zaléváním, rosením či dešťovou vodou, která dopadá na jejich povrch během srážek. Tato skupina respondentů nevažovala vnitřní procesy v rostlinách, ale pouze vnější faktory nebo činnost, kterou v horkých letních dnech sami konají, při pomoci s prací na zahradě. Šestkrát byla zaznamenána také fotosyntéza, kdy jednou v kombinaci s transpirací. Úspěšnost úvodní otázky dosahovala hodnoty necelé  $\frac{1}{4}$  respondentů, což vypovídá o malé znalosti

transpirace a klimatizační role vegetace v krajině, přičemž velká část respondentů má o ochlazování rostlin zkreslené představy a myslí si, že rostliny jsou chlazeny vnějšími vlivy, ne naopak.

V druhé části otázky, která se ptala, jak se nazývají útvary na povrchu rostlin, které mají obdobnou funkci jako potní žlázy člověka, byla zaznamenána pouze 13 % úspěšnost, přičemž téměř padesát procent respondentů na tuto otázku vůbec neodpovědělo. Průduchy žáci nejčastěji zaměňovali s póry či listy a polovina odpovídajících uvedla jinou špatnou odpověď – žilky, dírky v listech nebo jiný, mnohdy vymyšlený výraz. Brčáková (2020) uvádí, že žáci znají pojem „průduchy“, ale nikdy je neviděli a neví, k čemu je rostliny mají. V případě že se s tímto pojmem setkali, zřejmě si ho nedokázali spojit s jeho funkcí.

Otázka č. 5 se věnuje tomu, proč jsou ve dvou biomech, nacházejících se přibližně ve stejných zeměpisných šířkách, rozdílné chody teplot v průběhu dne. V tropickém deštném lese jsou mezi denní a noční teplotou velmi malé rozdíly, kdežto na poušti, jak známo, se teploty v průběhu dne pohybují mezi 30 až 50 °C a v noci prudce klesají až pod bod mrazu. Žáci se v případě této otázky měli zamyslet nad tím, proč k těmto rozdílům dochází.

Správnou odpovědí byla přítomnost velkého množství rostlin a schopnosti půdy, udržet si vysokou vlhkost. Rostliny pak přes den vypařují z listů velké množství páry, která kondenzuje a vytváří se mraky a mlha, ty potom společně vytvářejí „peřinu“, která přes noc zabraňuje odvodu tepla z povrchu krajiny. Výpar z vegetace tak zde snižuje rozdíly teplot mezi dnem a nocí. Na poušti je tento problém způsoben suchem a absencí vegetace, která by v sobě zadržela a následně vypařila vodu. Nepochází zde k ukládání sluneční energie do vodní páry a její zpětné kondenzaci, když v noci klesne teplota. 38 % žáků uvedlo správnou odpověď. Vysvětlovali,

že na v tropickém deštném lese je vysoká vzdušná vlhkost a velké množství vegetace, která dokáže udržovat stabilní klima. Zároveň zmiňovali roli oblačnosti, která se na rozdíl od pralesů nemá nad pouští z čeho vytvářet. Také si uvědomují, že na poušti téměř nenajdeme rostliny a že zde není nic, co by dokázalo akumulovat teplo. Ve 37 % získaných odpovědí nebyla otázka postihnuta komplexně, ale byla zmíněna pouze část, za kterou žáci získali alespoň jeden bod. Zda k tomu docházelo z důvodu potřeby příliš dlouhé odpovědi či neznalosti, lze pouze odhadovat. Osobně bych se přikláněla spíše k první variantě. Většina chybných odpovědí nesplňovala kritéria pro ohodnocení právě z důvodu, že byly velice strohé a nedokázaly vystihnout podstatu probíhajících dějů. Znění vybraných

odpovědi bylo zmíněno v kapitole věnující se vyhodnocení otázek obsažených v dotazníku. Podobné problematice se též věnovala Brčáková (2020), která prováděla výzkum mezi žáky 9. tříd ZŠ a mapovala znalosti před a po provedení badatelsky orientované výuky. V tomto případě však otázka nabízela tři varianty odpovědi a izolovala se pouze na otázku pouští. Ve srovnání s jejími výsledky lze říct, že studenti gymnázií mají o tomto tématu větší povědomí. Důležité je však zmínit fakt, že v případě této otázky došlo k uplatnění interdisciplinárních vztahů hlavně mezi přírodopisem a zeměpisem. Význam fyziky byl zmiňován minimálně.

Budeme-li pokračovat další otázkou, šlo o jednoduchou slovní úlohu, která propojovala přírodopis, fyziku a matematiku. Jejím zodpovězením bylo možné získat dva nebo jeden bod a to z důvodu dvou otázek v ní zakomponovaných. Na základě podrobnější analýzy zachycené v grafu na obrázku č. 9 můžeme konstatovat, že žáci znají termodynamické zákony a vědí, že teplejší těleso předává svou energii chladnějšimu. Tvrzení uvedlo 55 respondentů. 27 z nich pak tuto odpověď doplnilo správným výpočtem a po integraci matematiky tak vytvořilo správnou odpověď. Devět respondentů uvedlo pouze výpočet, ale termodynamický zákon opomněli. 39 % odpovědí bylo chybných a žáci tak v této otázce průměrně získali  $0,88 \pm 0,808$  bodu. Vinter a Králíček (2016) uvádějí, že interdisciplinarita přírodopisu a matematiky spočívá především ve statistickém zpracování dat a při výpočtech v genetice či ekologii. Pro potřeby nižšího stupně gymnázia můžeme vynechat genetiku a naopak vyzdvihnout její potřebu při čtení dat z tabulek a grafů a využití při pozorování souměrnosti rostlin a živočichů.

Ani v otázce číslo 7 se žáci nevyhnuli početním úkonům. Zadání této slovní úlohy bylo poměrně dlouhé, obsahovalo množství informací a její řešení mělo žáky přimět k zamyšlení nad potřebou vegetace v krajině a jejími výhodami oproti moderním klimatizačním zařízením, jejichž vstupní cena i náklady na provoz jsou ve srovnání s přírodní klimatizací – tedy stromem, nesrovnatelné. Některé z žáků odradilo od vypracování této otázky její zdlouhavé zadání. Ti, kteří ho dočetli až do konce však byli poměrně úspěšní a 61 % respondentů tak otázku dokončilo se správnou odpovědí a dvěma body. Výpočet nebyl nikterak složitý a jeho znění najdeme v předchozí kapitole. Za hlavní přínos této otázky považuji především její vzdělávací funkci a podněcení žáků k přemýšlení nad problémy, které jsou mnohdy i dospělými brány jako samozřejmost a neuvědomují si dopady, jenž přicházejí s neustálým ustupováním vegetace infrastruktury a jiné, například obytné či průmyslové výstavbě.

Otázka číslo 8 uvedla sérii tří uzavřených otázek. V jejím rozklíčování bylo nutné využít znalosti z fyziky a uvědomit si, jaké procesy předcházejí vytvoření všem známých kapek rosy, které obdivujeme za chladných letních rán na listech rostlin. V souvislosti s průměrným počtem získaných bodů, který dosáhl pouze  $0,67 \pm 0,943$  bodu, lze vyvodit závěr, že žáci přesně neví, jak vzniká rosa a jaká je její funkce. Rostliny se ochlazují vypařováním, ale okolí je předávána sluneční energie ve formě skrytého (latentního) tepla (Pokorný, 2011). Správnou odpověď uvedlo 33 % žáků. To je ve srovnání s ostatními výzkumy, které provedla Koudelková (2020) a Ryplová a Pokorný (2020c), výrazně lepší výsledek. Vzorek respondentů výzkumu Koudelkové (2020) měl pouze o dva žáky více a správnou odpověď zvolilo 9 % z nich. V případě výzkumu Ryplové a Pokorného (2019) byli účastníky začínající studenti biologie, u nichž by se dala předpokládat výrazně lepší schopnost pochopení těchto jevů. Opak byl však pravdou a z celkového počtu 404 respondentů uvedl pouze jeden správnou odpověď.

V další otázce byla kromě fyziky spojena s přírodopisem i matematika, jejíž oblíbenost u žáků v posledních letech klesá. K úpadku dochází nejen u nás, ale i ve většině států Evropské unie. V zájmu budoucnosti jde o problém, který je nutno řešit (MŠMT, 2013). Matematika byla v otázce č. 9 zastoupena především v potřebě správně přečíst termovizní snímek. Na začátek správně odečíst stupnici, která je jeho nutnou součástí a vyvodit jednoduchý závěr, zda se člověk v daném prostředí chladí vůči svému okolí a kde se naopak sám ohřívá a své okolí ochlazuje. V první i druhé části této otázky můžeme hovořit o výborné úspěšnosti žáků, která v obou případech dosahovala téměř 90 % a průměrný počet bodů činil  $1,8 \pm 0,595$  bodu. Po dvou bodech za správnou odpověď získali respondenti, kteří odpověděli, že se osoba na snímku č. 1 od svého okolí ochlazuje a na snímku č. 2 naopak ohřívá.

Poslední otázkou, jenž bude vyhodnocena je otázka č. 10, která k matematice, fyzice a přírodopisu přidala ještě chemii. Z výsledků vyplývá, že tento interdisciplinární vztah v podstatě žáky není osvojen. Odpověď na všechny tři části úkolu uvedl pouze jeden respondent z celkového počtu 102 žáků. 82 % žáků odpovídalo chybně nebo vůbec. Z dalších pokusů pak bylo chybně uváděno, že za normálního tlaku vznikne výparem 1 litru vody 22,414 l vodní páry a že strom, který v létě přemění 100 l vody na vodní páru dá za vznik 2241 litrům vodní páry. Částečné odpovědi byly zhodnoceny jedním bodem a zvýšily tak průměrný počet bodů získaný v této otázce, který dosáhl hodnoty pouhých  $0,23 \pm 0,541$  bodu.

Maximální počet bodů, který bylo možné získat zodpovězením otázek v dotazníku, byl 19 bodů. Tohoto výsledku nedostáhl žádný z respondentů. Nejlepším výsledkem bylo 16 bodů,

kterého dosáhl jeden žák. Nejhorším pak nula bodů, kterého dostáhl také jeden respondent. Průměrný dosažený zisk byl  $8,6 \pm 3,166$  bodu, což není ani polovina z celkového možného počtu.



## 10 Závěr

Cílem diplomové práce bylo zjistit, jaká je úroveň porozumění role vegetace v krajině v distribuci sluneční energie a koloběhu vody v krajině u žáků víceletých gymnázií. Na základě dotazníkového šetření autorka dospěla k závěru, že schopnosti žáků nejsou dostatečné k uspokojivému zvládnutí témat s botanickou interdisciplinární tematikou. Žáci znají výše zmiňované jevy, ale pouze část z nich si je dokáže spojit s tématy vyučovanými v jiných předmětech a dojít tak ke komplexnímu pochopení dané problematiky. Slabým místem dotazníkového šetření bylo spojení přírodopisu s fyzikou, matematikou a chemií a také otázky, jenž vyžadovaly delší než jednoslovnou odpověď, případně více úkonů nutných k jejich správnému vyřešení.

Potýkáme se s problémem, že žáci jsou schopni, osvojit si nepřehledné množství přírodovědných poznatků a informací, ale v praxi je nedokážou využít (Papáček, 2010a). Problém nastává i při propojování znalostí z jednotlivých předmětů a uplatnění mezipředmětových vztahů. Vyřešit by ho mohlo například zařazování badatelsky orientované výuky, která má dle výzkumu Koudelkové (2010) potenciál zlepšovat úroveň porozumění role vegetace v koloběhu vody v krajině nebo celková transformace směru, kterým se ubírá přírodovědné vzdělání na českých školách, kterým by mohla být třeba integrace přírodovědných předmětů a změny v přípravě budoucích učitelů.

## 11 Zdroje

ALLEN, W., (2003): Slepota rostlin. BioScience, svazek 53, číslo 10, říjen 2003, strana 926, <https://academic.oup.com/bioscience/article/53/10/926/254897>

BARTUŠKA, K., SVOBODA, E., (2001): Fyzika pro gymnázia: molekulová fyzika a termika. 4. vydání. Praha: Prometheus, 2001. ISBN 80-7196-200-7.

BECKETT, K.P., FREER-SMITH, P.H., TAYLOR, G., (2000): Effective Tree Species for Local Air-Quality Management. Journal of Arboriculture, 26, 12-19.

BRČÁKOVÁ, T., (2020): Role vegetace v distribuci solární energie a koloběhu vody v krajině – vliv badatelské výuky na úroveň žákovského porozumění tématu. Bakalářská práce, Pedagogická fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. České Budějovice 2020. 74 s.

DOSTÁL, J., (2015): Badatelsky orientovaná výuka. Kompetence učitelů k její realizaci v technických a přírodovědných předmětech na základních školách. Univerzita Palackého v Olomouci, 2015. ISBN 978-80-244-4515-1.

Dry Bulb, Wet Bulb and Dew Point Temperatures. The Engineering ToolBox [online]. [cit. 2022-04-15]. Dostupné online z: [https://www.engineeringtoolbox.com/dry-wet-bulb-dew-point-air-d\\_682.html](https://www.engineeringtoolbox.com/dry-wet-bulb-dew-point-air-d_682.html)

FLD ČZU (2020): Zeleně okolo nás a její úloha v budoucnu. Fakulta lesnická a dřevařská ČZU v Praze (27.2.2020) [cit. 2022-04-01] Dostupné online z: [https://www.fld.czu.cz/cache/article-data/V3U/2020-02-27\\_Zelen%C3%A1\\_budoucnost.pdf](https://www.fld.czu.cz/cache/article-data/V3U/2020-02-27_Zelen%C3%A1_budoucnost.pdf)

GAVORA, P., (2000): Úvod do pedagogického výzkumu. Brno: Paido. ISBN 80-85931-79-6.

HAMERSKÝ, T., (2014): Energetická náročnost získávání vody kondenzací vzdušné vlhkosti. Brno, 2019. 145 s.

HEJNOVÁ, E., (2011): Integrovaná výuka přírodovědných předmětů na základních školách v českých zemích – minulost a současnost. Scientia in educatione 2(2), 2011. ISSN 1804-7109. s. 77-90.

HRUDOVÁ, E., (2011): Abionozologie pro rostlinolékaře: Poškození rostlin polutanty v ovzduší. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Agronomická fakulta, 2011. [cit. 2022-04-01] Dostupné online z: [https://web2.mendelu.cz/af\\_291\\_sklad/frvs/hrudova/index\\_soubory/Page2836.htm](https://web2.mendelu.cz/af_291_sklad/frvs/hrudova/index_soubory/Page2836.htm)

IBERDROLA, (2022): STEM Education: the careers with the greatest demand and future [cit. 2022-02-05] Dostupné online z: <https://www.iberdrola.com/talent/stem-professionals>

In SPOUSTA, V., (1997): Integrace základních druhů umění. Brno: Masarykova univerzita, 1997. s. 152, 153.

- JELÍNEK, J., ZICHÁČEK, V., (1996): *Biologie pro střední školy gymnaziálního typu (teoretická část)*. Olomouc, 1996. Fin Publishing.
- KINCL, L., KINCL, M. a JAKRLOVÁ, J., (2006): *Biologie rostlin: pro 1. ročník gymnázií*. 4. přepracované vydání. Praha: Fortuna. ISBN 80-716-8947-5.
- KNAPP, S., (2019): Are humans really blind to plants? *Plants, People, Planet*, 1, str. 164-168. <https://doi.org/10.1002/ppp3.36>
- KOČÍ, E., (2021): Vesmír: Malý ústav s velkým potenciálem: Ústav anorganické chemie AV ČR, v. v. i. [online]. 2021, **100** (397) [cit. 2022-01-17]. ISSN 1214-4029.
- KOLEKTIV AUTORŮ (2021): *Interdisciplinarita ve výuce jazyků* [online]. Praha: Karolinum, 2021. ISBN 978-80-246-4978-8. [cit. 2022-01-18] Dostupné online z: [https://books.google.cz/books?id=RvBPEAAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=interdisciplinarita&hl=cs&sa=X&redir\\_esc=y#v=onepage&q=interdisciplinarita&f=false](https://books.google.cz/books?id=RvBPEAAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=interdisciplinarita&hl=cs&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=interdisciplinarita&f=false)
- KOUDELKOVÁ, M., (2020): Role vegetace v koloběhu vody v krajině – vliv badatelské výuky na úroveň žákovského porozumění tématu. Bakalářská práce, Pedagogická fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. České Budějovice 2020. 67 s.
- KŘÍŽEK, M., (2002): Pouště. *Geografické rozhledy*, 12 (2), 36-37.
- Lamscience.com (2022): Vliv teploty na rychlost fotosyntézy. *Věda – 2022*. [cit. 2022-01-18]. Dostupné online z: <https://cs.lamscience.com/effect-temperature-rate-photosynthesis>
- LENOIR, Y., (1999): Interdisciplinarité. In *Questions pédagogiques (Encyclopédie historique)*. Paris: Hachette, 1999. s. 291 – 314.
- LENOIR, Y., (1999): Interdisciplinarité. In *Questions pédagogiques (Encyclopédie historique)*. Paris: Hachette, 1999. s. 300.
- MESTENHAUSER, J., WALTEROVÁ, E., (1993): Interdisciplinarita-vědecký problém nebo praktická potřeba? In *Alma Mater 2: revue pro vysoké školy*. roč. 3. Praha: Pedagogická fakulta Univerzity Karlovy v Praze a Rada vysokých škol České republiky, 1993. s. 363.
- MRNKA, L., (2015): Jak odstranit těžké kovy z půdy? Akademie věd České republiky, Středisko společných činností AV ČR. [cit. 2022-04-09] Dostupné online z: <https://21století.cz/2015/11/27/jak-odstranit-tezke-kovy-z-pudy/>
- MŠMT (2013): Důvody nezájmu žáků o přírodovědné a technické obory – výzkumná zpráva, 3-4 s. Dostupné z: [http://vzdelavani.unas.cz/duvody\\_nezajmu\\_obory.pdf](http://vzdelavani.unas.cz/duvody_nezajmu_obory.pdf)
- NÁRODNÍ ÚSTAV PRO VZDĚLÁVÁNÍ (2021): *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání - 2021*. Praha: Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy.

- PAPÁČEK, M., (2010a): Badatelsky orientované přírodovědné vyučování – cesta pro biologické vzdělávání generací Y, Z a alfa? *Scientia in educatione* 1 (1): 33-49 s., 147. ISSN 1804-7106
- PAPÁČEK, M., (2010b): Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování. Sborník příspěvků semináře. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 2010. 165 s. ISBN: 978-80-7394-210-6.
- PLESNÍK, J., (2000): Tropy – pokladnice celosvětové biodiverzity. *Geografické rozhledy*, 10 (2), 32-33.
- PODROUŽEK, L., (2002): Integrovaná výuka na základní škole. Plzeň: Fraus, 2002. ISBN 80-7238-157-1.
- POKORNÝ, J., (2011): *Co dokáže strom*, In: Kleczek J.(ed) *Kniha o vodě*. 429-431, Radioservis, Praha
- POKORNÝ, J., (2011): Úloha vegetace a vody v utváření klimatu. *Geografické rozhledy*, 21 (2), 28–29.
- POKORNÝ, J., (2014): Hospodaření s vodou v krajině-funkce ekosystémů. Univerzita JE Purkyně v Ústí nad Labem, Fakulta životního prostředí, 103 s.
- POKORNÝ, J., HESSLEROVÁ, P. (2011): Úloha vegetace a vody v utváření klimatu I. *Geografické rozhledy*. 10/2011. [cit. 23.3.2022]. ISSN 1210-3004.
- PRACH, K., ŠTĚCH, M., ŘÍHA, P., (2009): *Ekologie a rozšíření biotů na Zemi*. Praha: Scientia, 2009. 151 s.
- PROCHÁZKA a kol., (1998): *Fyziologie rostlin*. Academia Praha, 1998.
- PRŮCHA, J., WALTEROVÁ, E., MAREŠ, J., (2009): *Pedagogický slovník, nové a aktualizované vyd.* Praha: Portál, 2009. s. 111. ISBN 987-80-7367-647-6.
- RVP.CZ (2022): 5.6 Vzdělávací oblast Člověk a příroda – úvod [online], [cit. 2022-01-25]. 5.6 Vzdělávací oblast Člověk a příroda - úvod - DIGIFOLIO (rvp.cz)
- RYPLOVÁ, R. & POKORNÝ, J., (2020a): Podpora interdisciplinarity prostřednictvím technologie vylepšeného učení o transpiraci. In M. Rusek, M. Tóthová, & K. Vojtíš (Eds.), *Projektové vzdělávání a jiné aktivizující strategie v přírodovědném vzdělávání XVII.* (str. 245-252). Praha: Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta. [cit. 2022-02-14]. Dostupné on-line z: [https://pages.pedf.cuni.cz/pbe/files/2020/05/PBE\\_2019\\_final.pdf](https://pages.pedf.cuni.cz/pbe/files/2020/05/PBE_2019_final.pdf)
- RYPLOVÁ, R. & POKORNÝ, J., (2020b): *PROJEKTOVÉ VZDĚLÁVÁNÍ A DALŠÍ AKTIVAČNÍ STRATEGIE V PŘÍRODNÍM VZDĚLÁVÁNÍ XVI.* Sborník z mezinárodní konference PBE 2018, 8. – 9.11. 2018, Praha, CZ, s. 105 – 113. ISBN 978-80-7603-066-4.

RYPLOVÁ, R. & POKORNÝ, J., (2020c): Úspora vody pro budoucnost prostřednictvím zvyšování rostlinné gramotnosti žáků. Konferenční příspěvek v Evropském věstníku udržitelného rozvoje. ISSN: 2239-5938.

RYPLOVÁ, R. (2014): Fyziologie rostlin – Skriptum pro studující Učitelství přírodopisu pro 2. stupeň ZŠ. České Budějovice, 2014. ISBN 978-80-7394-499-5.

RYPLOVÁ, R. (2019a): Možné příčiny „plant blindness“ v českém přírodovědném kurikulu [cit. 2022-22-22]. Dostupné online z: [https://www.researchgate.net/publication/331374894\\_Mozne\\_priciny\\_plant\\_blindness\\_v\\_ceskem\\_prirodovednem\\_kurikulu](https://www.researchgate.net/publication/331374894_Mozne_priciny_plant_blindness_v_ceskem_prirodovednem_kurikulu)

RYPLOVÁ, R. (2019b): Inquiry education in botany – a way to cope with plant blindness? [cit. 2022-22-22]. Dostupné online z: [https://www.researchgate.net/publication/331374689\\_INQUIRY\\_EDUCATION\\_IN\\_BOTANY-A\\_WAY\\_TO\\_COPE\\_WITH\\_PLANT\\_BLINDNESS\\_RYPLOVA\\_Renata](https://www.researchgate.net/publication/331374689_INQUIRY_EDUCATION_IN_BOTANY-A_WAY_TO_COPE_WITH_PLANT_BLINDNESS_RYPLOVA_Renata)

RYPLOVÁ, R., POKORNÝ, J., (2019): Opomíjená úloha vegetace v distribuci sluneční energie a utváření klimatu – sonda znalostí začínajících studentů učitelství přírodopisu. *Envigogika* 14 (1), 22.6.2019. DOI: <https://doi.org/10.14712/18023061.586>

RYPLOVÁ, R., POKORNÝ, J., HESSLEROVÁ, P., JIRKA V., VÁCHA Z. (2021): Metodika výuky k tématu Sluneční energie – voda v krajině – vegetace pro VŠ studenty učitelství přírodopisu pro ZŠ a učitele z praxe Třeboň: ENKI, 2021. ISBN 978-80-905483-8-1.

SHATUNOVA, O., ANISIMOVA, T., SABIROVA, F., KALIMULLINA, O., (2019): STEAM as an Innovative Educational Technology. *Journal of Social Studies Education Research*, (10.2019), str. 131-144.

STUHLÍKOVÁ, I., (2005): *Implicitní znalosti a intuitivní pojetí v pedagogické praxi*. In V. Švec (Ed.), *Od implicitních teorií výuky k implicitním teoretickým znalostem*. Brno: Paido.

SUMMERELL, B., (2019): How to save the planet? Overcome plant blindness [cit. 2022-22-22]. Dostupné online z: <https://www.smh.com.au/national/how-to-save-the-planet-overcome-plant-blindness-20191003-p52xd0.html>

TABER, K. S., AKPAN, B., (2017): *Science Education*. 01.01.2017. SensePublishers, 2017. ISBN 978-94-6300-748-1.

VINTER, V., KRÁLÍČEK, I., (2016). *Začínající učitel biologie*. Olomouc, 2016: Univerzita Palackého v Olomouci.

VOTÁPKOVÁ, D., (2013): ed. Badatelé.cz: průvodce pro učitele badatelsky orientovaným vyučováním. Praha: Sdružení Tereza. ISBN 978-80-87905-02-9.

WIKIPEDIA, (2022): Fotosyntéza. [cit. 2022-02-19]. Dostupné online z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Fotosynt%C3%A9za#V%C3%BDznam\\_fotosynt%C3%A9zy](https://cs.wikipedia.org/wiki/Fotosynt%C3%A9za#V%C3%BDznam_fotosynt%C3%A9zy)

WIKISKRIPTA, (2018): Difuze. Projekt 1. lékařské fakulty a Univerzity Karlovy, 17.03.2018. Dostupné online z: <https://www.wikiskripta.eu/w/Difuze> [cit. 2022-03-29]. ISSN 1804-6517.

ZÁVODSKÁ, R., (2006): Biologie buněk: základy cytologie, bakteriologie, virologie. Praha: Scientia. Biologie pro gymnázia. ISBN 80-869-6015-3.

## 12 Přílohy

1. Jaký je tvůj věk? \_\_\_\_\_
2. Jsi chlapec nebo dívka? Zakroužkuj.
3. Název školy, kterou navštěvuješ: \_\_\_\_\_
4. Lidské tělo se v létě chrání před přehřátím pocením prostřednictvím potních žláz v kůži.
  - a) Jakým procesem se mohou v létě ochlazovat rostliny?

---

---

---

---

- b) Jak se nazývají útvary na povrchu rostlin, které mají obdobnou funkci jako potní žlázy člověka? \_\_\_\_\_

5. V rovníkových oblastech (tedy přibližně ve stejných zeměpisných šířkách) se na Zemi vyskytují tropické deštné lesy i pouště. Jak známo, na poušti je v noci velmi chladno a ve dne jsou teploty naopak velmi vysoké. Naproti tomu v tropickém deštném lese jsou mezi denní a noční teplotou velmi malé rozdíly. **Proč tomu tak je?**

---

---

---

---

---

---

---

6. Povrch trávníku má teplotu 10 °C a obloha -15 °C. **Vyzařuje energii trávník do oblohy, nebo obloha do trávníku?** Jestliže víme, že na 1 °C se vyzáří energie cca 5 W, **dokážete odhadnout, o kolik wattů vyzářené energie se jedná?**

---

---

---

---

---

---

7. Před okny třídy 9.A jedné základní školy stojí strom. V letním dnu vypaří 100 litrů vody a ochladí tak své okolí o 68kWh (na výpar 1 litru vody strom spotřebuje 0,68 kWh sluneční energie, která by se jinak přeměnila na teplo). Opodál před okny třídy 9.B. stál stejný strom, který byl však poražen, ustoupil parkovišti, aby rodiče mohli své děti přivést blíže ke škole. Škola musela pořídit do přehřívající se třídy 9.B. klimatizační zařízení o výkonu 3kW, které během výuky potřebuje přibližně 20kWh energie. Za 1 kWh platí škola 4 Kč. **Kolik Kč ušetří škola na provozních nákladech ve třídě 9.A. za měsíc červen s dvaceti dny výuky, kde klimatizační zařízení není potřeba?**

---



---



---



---



---



---



---

8. Ranní rosa ohřívá nebo ochlazuje povrchy na nichž se sráží? Zaškrtni správnou odpověď.

- a) Ohřívá  
b) Ochlazuje

9. Na termovizním snímku má lidská postava ve stínu stromu vyšší teplotu než okolí, na osluněném prostranství je lidská postava chladnější. **Kde se člověk chladí vůči okolí a kde se naopak ohřívá a ochlazuje okolí?**



Na tomto snímku se člověk od svého okolí:

- a) Ohřívá      b) Ochlazuje



Na tomto snímku se člověk od svého okolí:

- a) Ohřívá      b) Ochlazuje



**10. Jaké množství vodní páry vznikne za normálního tlaku výparem 1 litru vody? Jaké množství vodní páry vypaří strom, který v létě na páru přemění 100 l vody? (standardní molární objem  $V_m=22,414 \text{ dm}^3$  při  $0 \text{ }^\circ\text{C}$  a normálním tlaku). Ovlivní tento výpar nějak tlak vzduchu?**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---