



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

Jak rostliny ovlivňují naši atmosféru- výukový projekt pro ZŠ

Vypracovala: Bc. Klára Janebová
Vedoucí práce: RNDr. Renata Ryplová, Ph.D.
České Budějovice 2023

Prohlášení

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

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

Datum:

Podpis studenta:

Poděkování

Ráda bych poděkovala RNDr. Renatě Ryplové, Ph.D. za odborné vedení mé diplomové práce, za cenné rady, čas a trpělivost, které mi věnovala. Nesmím opomenout poděkovat Mgr. Rokosovi Ph.D. za konzultaci výukového programu, ředitelům základních škol a vyučujícím Mgr. M. Maternové a Mgr. J. Novákové za možnost realizace výukového programu v jejich hodinách.

Abstrakt

Cílem diplomové práce bylo vytvořit výukový projekt pro žáky základních škol s tématem, jak rostliny ovlivňují naši atmosféru. Navržený výukový program založený na projektové výuce se zabývá čtyřmi okruhy témat: ochlazování krajiny vegetací, isoprenoidy a atmosféra, prachové částice a vegetace a oxid uhličitý – vegetace – atmosféra. Byl ověřen v praxi na třech základních školách v Jihočeském kraji v 9. třídách celkem u 100 respondentů v měsících březen až duben 2023.

Výuka botaniky na základních školách se soustředí především na životní děj nazývaný fotosyntéza a morfologii rostlinného těla. Vztahům mezi rostlinami a atmosférou se věnuje minimální pozornost. Vytvořený program má žákům ukázat některé oblasti vztahu rostlina-atmosféra a uvědomění si důležitost vegetace i pro člověka.

Efektivita programu byla ověřena didaktickým průzkumem, kdy byl před aktivitou proveden pre-test a týden po aktivitě post-test. Získaná data byla zpracována, statisticky vyhodnocena a z výsledků vytvořeny tabulky a grafy.

Ze závěrů je zřejmé, že navržená aktivita vedla k vyšší úspěšnosti v testech a tedy k lepšímu porozumění vlivu vegetace na atmosféru.

Klíčová slova

projektová výuka, atmosféra, vegetace, žáci

Abstract

The aim of my theses was to create an educational project for students of elementary schools on the topic of how plants affect our atmosphere. The suggested project base on the project teaching comprises of four issues: reducing the heat with vegetation, isoprenoids and atmosphere, dust particles and vegetation, and carbon dioxide – vegetation – atmosphere. The project was verified in lessons of three elementary schools in South Bohemia with a hundred students of 9th class within the time period of March and April 2023.

Teaching of botany at elementary schools focuses mainly on photosynthesis and morphology of plants; little attention is paid to the relation between plants and the atmosphere. The project is designed to demonstrate some areas of the relation plants-atmosphere, and to reveal the importance of vegetation for human beings.

The effectivity of the educational project was verified in didactic survey. A pre-test was conducted before the activity itself and a post-test followed it with a one week delay. Collected data was then processed, evaluated and transformed into tables and charts.

The data reveal that the suggested activity resulted in higher success rate in tests and increased the understanding of the effect of vegetation on the atmosphere.

Key words

project teaching, atmosphere, vegetation, students

Obsah

1.	Úvod.....	1
2.	Literární přehled	2
2.1.	Vztahy mezi rostlinami a atmosférou.....	2
2.1.1.	Atmosféra	2
2.1.2.	Těkavé organické látky biogenního původu (BVOC).....	2
2.1.3.	Emise BVOC rostlinami a jejich význam	3
2.1.4.	Rostliny a hladina oxidu uhličitého v atmosféře.....	4
2.1.5.	Metan a rostliny	5
2.1.6.	Využití sluneční energie rostlinami.....	6
2.1.7.	Ochlazování klimatu v okolí rostlin	7
2.1.8.	Rostliny a prachové částice v ovzduší.....	8
2.1.8.1.	Mechanismus zachycení prachu rostlinami.....	9
2.1.8.2.	Fytoremediace	9
2.2.	Klima	9
2.2.1.	Globální změny klimatu	10
2.3.	Role vegetace v koloběhu vody v krajině	10
2.3.1.	Koloběh vody v krajině	11
2.4.	Rostliny u nás	11
2.5.	Plant blindness a české školství.....	11
2.6.	Oblíbenost botaniky a žákovské znalosti problematiky rostliny- atmosféra.....	12
2.7.	Vyučovací metoda - projektová výuka.....	12
2.7.1.	Projektové vyučování, projektová výuka, projekt.....	13
2.7.2.	Základní rysy projektu	13
2.7.3.	Fáze řešení průběhu projektu	14
2.7.4.	Přednosti projektu	14

2.7.5.	Úskalí projektu	15
2.7.6.	Typy projektů	15
2.8.	Návaznost na RVP	16
3.	Metodika práce	17
3.1.	Tvorba výukového programu	17
3.2.	Didaktický průzkum	29
3.2.1.	Stanovení hypotéz	29
3.2.2.	Prostředky výzkumu	29
3.2.3.	Začlenění do výuky a testování	29
3.2.4.	Pre-test	30
3.2.5.	Post-test	30
3.3.	Didaktický test	30
3.3.1.	Testové úlohy	30
3.3.2.	Bodování	32
4.	Výsledky	35
4.1.	Metodický list k výukovému programu	35
4.2.	Vyhodnocení jednotlivých otázek didaktického testu	42
4.2.1.	Otázka č. 1	42
4.2.2.	Otázka č. 2	42
4.2.3.	Otázka č. 3	43
4.2.4.	Otázka č. 4	43
4.2.5.	Otázka č. 5	44
4.2.6.	Otázka č. 6	44
4.2.7.	Otázka č. 7	45
4.2.8.	Otázka č. 8	45
4.2.9.	Otázka č. 9	46
4.2.10.	Otázka č. 10	46

4.3.	Vyhodnocení výukového programu na základě výsledků didaktického testu	47
5.	Diskuze	49
6.	Závěr.....	53
7.	Seznam literatury	54
8.	Přílohy	

1. Úvod

Tématem mé diplomové práce jsou vztahy mezi rostlinami a atmosférou, kde bude ověřeno, jaké znalosti mají žáci z této oblasti. K ověření byl vytvořen výukový program „Proč městský park a ne nákupní centrum?“, který se zabýval čtyřmi oblastmi: ochlazování krajiny vegetací, isoprenoidy a atmosféra, prachové částice a vegetace a oxid uhličitý – vegetace – atmosféra. Daný program byl realizován na třech základních školách a vytvořeným didaktickým testem byla zjištěna efektivita výukového programu.

V teoretické části byly obecně popsány vztahy mezi rostlinami a atmosférou. Dále byla věnována pozornost klimatu, globální změně klimatu a roli vegetace v koloběhu vody v krajině. V další části byl zmíněn pojem „plant blindness“ v kontextu českého školství a oblíbenost botaniky mezi žáky. Poté byla popsána vyučovací metoda použitá ve výukovém programu – projektová výuka.

Hlavním cílem diplomové práce bylo:

1. Vytvořit výukový program.
2. Zjistit, jaké jsou vědomosti žáků o problematice vlivu vegetace na atmosféru.
3. Zjistit, zda vytvořený výukový program vedl žáky k rozšíření povědomí žáků o vlivu vegetace na atmosféru.
4. Zjistit, zda vytvořený výukový program vedl ke zvýšení porozumění vlivu vegetace na ochlazování okolního prostředí u žáků.

2. Literární přehled

V kapitole Literární přehled budou podrobně představeny jednotlivé vztahy mezi rostlinami a atmosférou, klima a souvislost globální změny klimatu se skleníkovým efektem. Dále role vegetace v koloběhu vody v krajině, rostliny u nás, pojem „plant blindness“ vztažen k současnému českému školství a oblíbenost botaniky u žáků základních škol. V závěru přehledu bude věnována pozornost zvolené vyučovací metodě- projektová výuka a návaznost daného tématu v Rámcovém vzdělávacím programu.

2.1. Vztahy mezi rostlinami a atmosférou

2.1.1. Atmosféra

Atmosféra je vrstva plynů kolem planety Země tvořená 78 % dusíku, 21 % kyslíku a 1 % ostatních plynů (např. oxid uhličitý, vodík, helium, neon, ozon a další stopové prvky). Mimo plynné složky tvoří atmosféru i další skupenství – pevné částice a kapalné společně označované jako aerosol (Curtius, 2006). Zdroje pevných částic uvolňovaných do ovzduší jsou přirozené nebo antropogenní, což je doprava a různé druhy průmyslu (Dongarra a kol., 2010).

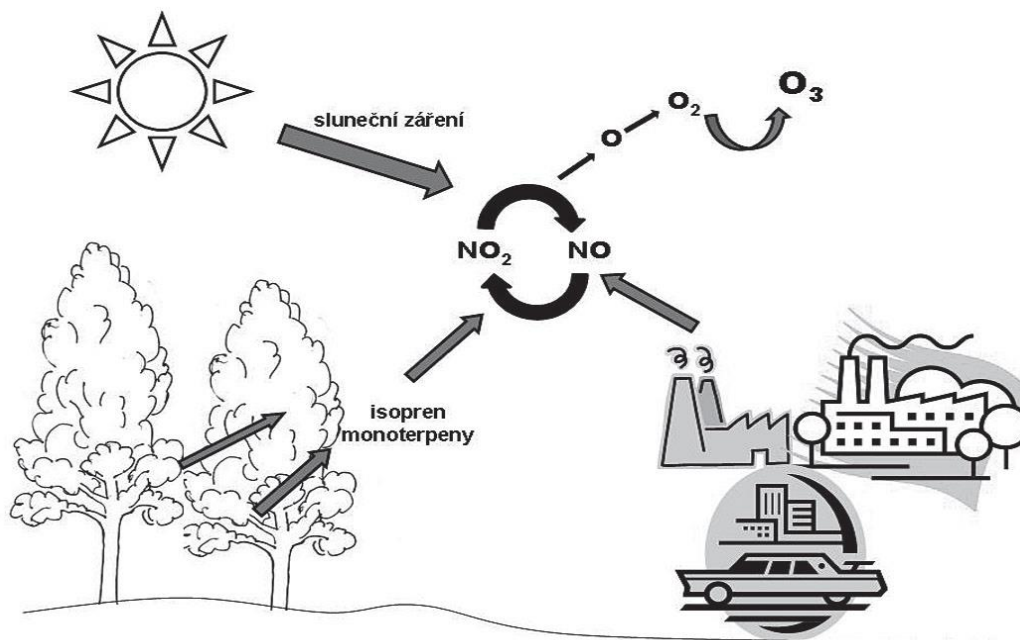
Vztahy mezi rostlinami a atmosférou jsou složitější než jen výměna oxidu uhličitého a kyslíku.

2.1.2. Těkavé organické látky biogenního původu (BVOC)

Rostliny emitují do ovzduší tzv. Biogenic volatile organic compounds (BVOC, těkavé organické látky biogenního původu), hlavně terpenoidy (isopren, monoterpeny) uvolňované především jehličnany ale i některými bylinami (např. rákos). Isopren tvoří zhruba polovinu světové produkce BVOC, dále 10 až 15 % jsou monoterpeny (Ryplová, 2015).

Podle Atkinsona (2000) jsou BVOC velmi reaktivní. Během několika minut reagují s hydroxylovými radikály, a tím mění chemismus spodní vrstvy atmosféry. Jejich přítomnost ve vzduchu znečištěném oxidy dusíku (NO_x) za působení slunečního záření vede k fotochemickému vzniku troposférického ozonu, který má prokazatelně škodlivý vliv, a to nejen na lidské zdraví (Obr. 1). Stávají se také kondenzačním jádrem sekundárních aerosolů v atmosféře, přispívají ke kyselé

depozici a zvyšují celkové množství uhlíku v atmosféře vedoucí v konečném důsledku k nárůstu skleníkového efektu. (Ryplová, 2015).



Obr. 1 Schematické znázornění vzniku troposférického ozonu za přispění terpenoidů.
Ryplová, 2014

2.1.3. Emise BVOC rostlinami a jejich význam

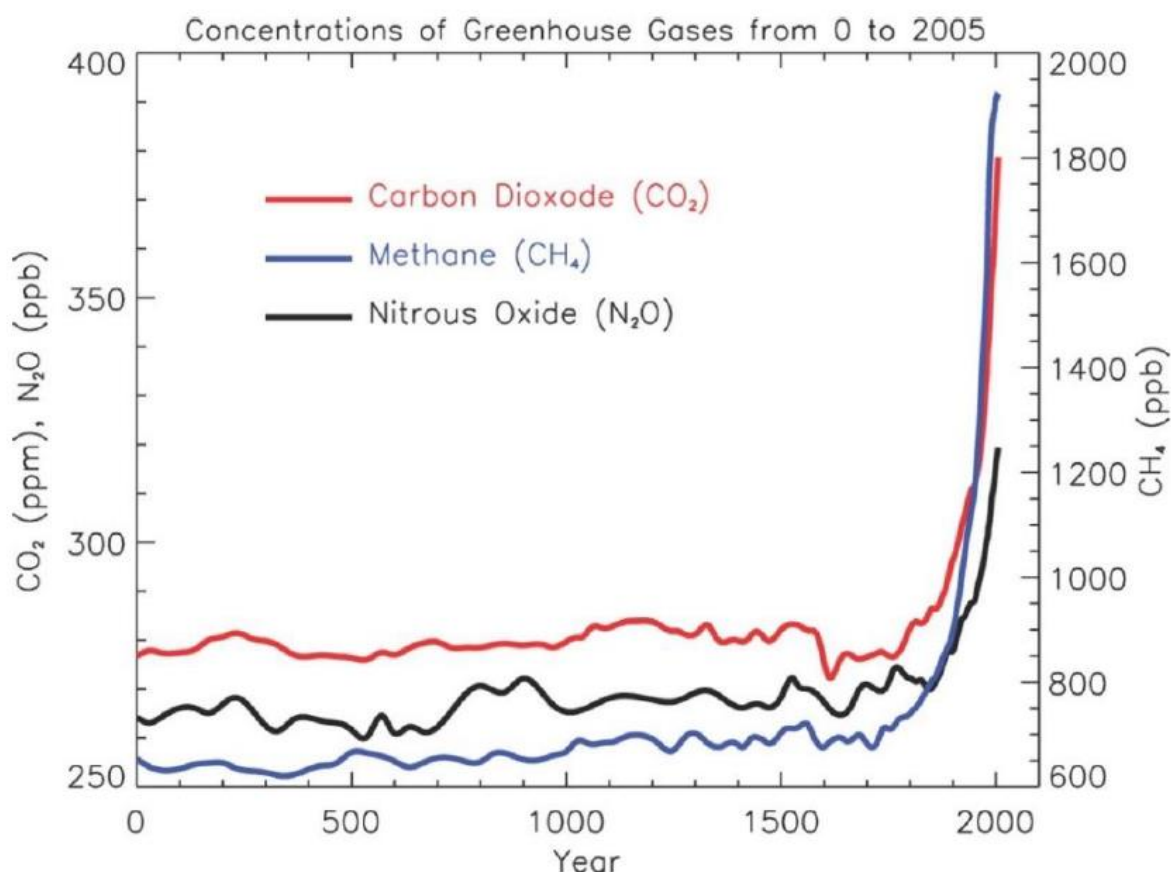
Produkováním BVOC se rostliny brání různým formám stresů, např. obrana před okusem herbivorů. Bylo dokázáno, že se rostliny umí nepřímou bránit svým herbivorům. A to lákáním jejich přirozených nepřátel (Dicke, 1994; Schnee a kol., 2006). Druhou možností je přímá obrana, kdy produkují látky, které samotné herbivory odpuzují. Ukázalo se, že produkce těchto látek působí jako atraktant pro hmyz a zvyšuje opylování rostlin (Syed, 1979).

Výzkumy dokazují, že se rostlina produkcí terpenoidů brání i vysokým teplotám nebo zvýšené radiaci (Sharkey a Yeh, 2001; Sharkey a kol., 2008).

V posledních letech se zkoumá vliv těchto látek na lidské zdraví. Ukázalo se, že snižují hladinu škodlivého cholesterolu a hladinu glukózy v krvi u diabetiků, zmírňují krevní tlak, léčí stres a depresi. Tyto účinky byly prokázány pouze v prostředí, které nebylo znečištěno (González-Burgos a Gómez-Serranillos, 2012; Cho a kol., 2017; Silva a kol., 2019; Donelli a kol., 2023).

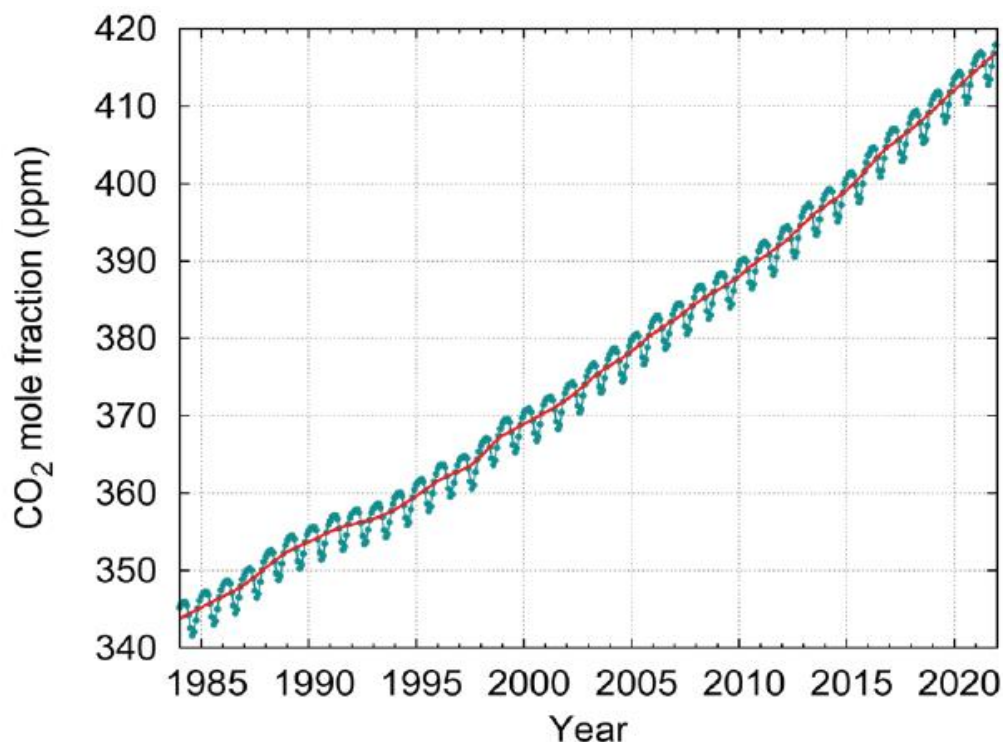
2.1.4. Rostliny a hladina oxidu uhličitého v atmosféře

Oxid uhličitý (CO_2) je bezbarvý plyn bez chuti a bez zápachu, obsažený 0,031% ve vzduchu (Anonymus). Zároveň je nejvýznamnějším skleníkovým plynem, který se velkým dílem podílí na globálním oteplování naší planety. Jeho koncentrace v atmosféře v předindustriálním období (1750) byla 278 ppm a neustále se zvyšuje (Obr. 2, 3). Roku 2021 dosáhla nejvyšších naměřených hodnot 416 ppm (WMO, 2022). WMO (2022) uvádí, že za období 1750-2021 došlo k nárůstu o 149% především spalováním fosilních paliv, při výrobě cementu a paliv. Nárůst ročního průměru v letech 2020-2021 byl 2,5 ppm.



Obr. 2 Atmosférické koncentrace skleníkových plynů (CO_2 , CH_4 a N_2O) během 2 000 let. K nárůstu dochází kolem roku 1750. Jednotky vyjádřené v ppm a ppb..

Forster a kol., 2007



Obr. 3 Globální průměrný růst CO₂ od roku 1984 do roku 2021.

WMO, 2022

V atmosféře se oxid uhličitý vyskytuje nejen díky antropogenní činnosti, ale i následkem respirace vegetace a živočichů. Na druhou stranu vegetace dějem fotosyntéza přijímá CO₂ přes průduchy a ukládá do svých struktur, čímž odstraňuje z atmosféry malé množství oxidu (Ryplová, 2014). Tento děj je ale nedostačující a nevede k velkému snižování oxidu uhličitého z ovzduší, protože lidská činnost přispívá k tvorbě CO₂ čím dál tím více. Antropogenními zdroji CO₂ jsou: spalování fosilních paliv, chemická výroba, odsiřování, rozklad uhličitánů při výrobě vápna, cementu a skla (ČHMÚ, 2021).

2.1.5. Metan a rostliny

Metan (CH₄) je druhým nejrozšířenějším skleníkovým plynem, který přispívá ke globálnímu oteplování. Přírodní zdroje CH₄ představují 37 % celkového toku do atmosféry za rok. Největším zdrojem jsou mokřady (170 Tg CH₄ yr⁻¹), dále jezera ((30 Tg CH₄ yr⁻¹) a vegetace (20-60 Tg CH₄ yr⁻¹) (Anderson a kol., 2010). Dalšími zdroji jsou sedimenty v oceánech, zemní plyn, bioplyn, půdy v permafrostu a procesy spojené s životem termitů (Carmichael a kol., 2014). Bylo dokázáno, že přírodní

zdroje jsou ovlivněny antropogenní činností - např. zemědělstvím (chov dobytka, pěstování rýže).

Studium emisí CH_4 z vegetace do atmosféry začínalo zkoumáním bylin v oblasti rýžovišť, kde se prokázalo, že hlavním způsobem transportu emisí CH_4 do atmosféry byl přenos plynu vytvořeného v půdě skrze rostlinu v rámci aerenchymu a mezibuněčných prostor (Butterbach-Bahl a kol., 1997). Pokračovaly výzkumy odhadující toky CH_4 z lesního ekosystému z půdy. Schütze a kol. (1991), které přišly na myšlenku možného uvolňování plynů z kmenů dřevin. Roku 1998 to výzkumy Rusche a Rennenbergra potvrdily. Převážná většina výzkumů se zabývala emisemi z mokřadních stromů, které jsou na zaplavované půdě přizpůsobené přítomností aerenchymu a lenticel (Rusch a Rennenberg 1998; Pangala a kol., 2014). Machacova a kol. (2013) jako první porovnali toky CH_4 z kmenů stromu s aerenchymem *Alnus glutinosa* a stromu bez aerenchymu *Fagus sylvatica*. Nízké toky CH_4 a jeho depozice nasvědčují přenosu plynu pouze aerenchymem.

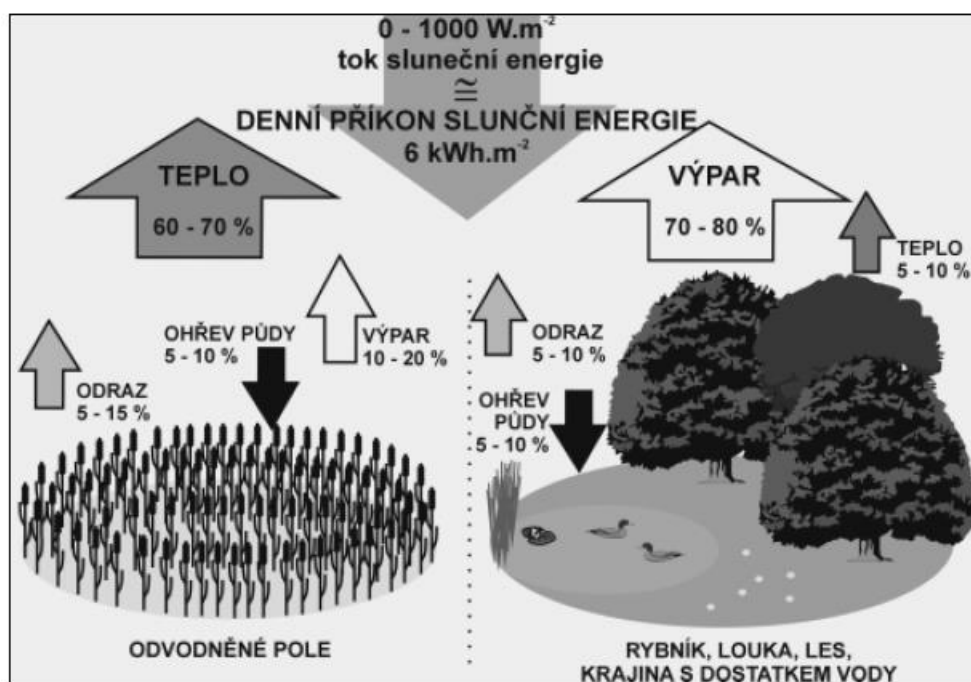
Dlouhou dobu byly rostliny brány jako prostředek, kterým se plyny vytvořené v půdě dostávaly z podzemní části do nadzemní a uvolňovaly do atmosféry. Keppler a kol. (2006) popsali nový mechanismus vzniku CH_4 mikroorganismy za aerobních podmínek. Tato teorie byla potvrzena (Brüggemann a kol., 2009), ale i vyvrácena (Nisbet a kol., 2009).

2.1.6. Využití sluneční energie rostlinami

Při tvorbě klimatu a zachování dostatku vody v krajině hraje vegetace klíčovou roli. Při jasné obloze dopadá na zemský povrch až $1\,000\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$, při husté oblačnosti pouze několik desítek $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$. Za slunného dne dopadá tedy na 1 km^3 $1\,000\text{ MW}$, na 2 km^3 připadá energie srovnatelná s výkonem jaderné elektrárny Temelín. Distribuce energie závisí na zemském povrchu (Obr. 4) (Pokorný a kol., 2018).

Sluneční záření dopadající na zemský povrch se částečně odráží, částečně ohřívá povrch Země a od ní se ohřívá vzduch. Vzduch proudí vzhůru (zjevné teplo), část energie se spotřebuje na výpar vody (latentní, skryté teplo evapotranspirace) a část přechází do země (tok tepla do půdy), část se vyzařuje ve formě

dlouhovlnného záření. Množství energie využitě k fotosyntéze a na ohřev vegetace je v celkové bilanci zanedbatelné (Pokorný a kol., 2018).



Obr. 4 Rozdíl v distribuci sluneční energie na suchém povrchu a v porostech dobře zásobených vodou. Pokorný, 2001

2.1.7. Ochlazování klimatu v okolí rostlin

Bylo dokázáno, že vegetace zásobená vodou ochlazuje výparem vody své okolí a přeměňuje většinu sluneční energie na skupenské teplo vody, a to navázáním sluneční energie do vodní páry. Sluneční energie se uvolňuje zpět při srážení vodní páry na vodu. Pokud se z 1 m^2 vypaří za den například 3 litry vody, naváže se do vodní páry cca 2,1 kWh sluneční energie. Vegetace zásobená vodou tak chladí sebe a okolí výkonem několik set W.m^{-2} . Část vody se vrací zpět ve formě drobných a častých srážek, což je typickým rysem krátkého/uzavřeného oběhu vody. (Šarapatka, 2010; Pokorný, 2014; Ryplová a Pokorný, 2019). Povrchy bez vody se ohřívají až na $50\text{ }^{\circ}\text{C}$. Vysoká teplota způsobuje ohřívání vzduchu, který rychle stoupá vzhůru do atmosféry, okolí se vysušuje a krajina vysychá (Pokorný a kol., 2018).

Rostlinami a půdou se z 1 m^2 za den odpaří několik litrů vody. Například dobře rostlý strom dostatečně zásobený vodou s poloměrem koruny 4 m a povrchem koruny přibližně 100 m^2 vypaří za jasného dne cca 200 l vody (Pokorný a kol., 2021).

Evapotranspirace má dvojí význam. V první řadě ochlazuje výparem a v druhé ohřívá kondenzací (obzvlášť v noci). Rostliny ochlazují místa s nadbytkem energie, rostou, čistí vodu na kvalitu destilované vody a ohřívají jen místa chladná, kde dochází ke kondenzaci přenosem energie z teplého dne do chladné noci (Pokorný a kol., 2018). Rostlinný klimatizační systém je účinnější než klimatizační zařízení vyrobené člověkem, které sice ochlazuje místnost, zároveň ale ohřívá odpadním teplem prostředí v těsné blízkosti klimatizace. Toto je vysvětlení, proč je v horkém letním dnu chladněji a tedy příjemněji ve stínu pod stromy než pod slunečníkem.

2.1.8. Rostliny a prachové částice v ovzduší

Ve vzduchu se kromě plynných složek vyskytují částice jako saze, pyl, popílek a jiné, vzniklé při průmyslové činnosti (Curtius, 2006). Částice mají velké rozmezí velikostí od nanometrů až po milimetry (Curtius, 2006). Částice o aerodynamickém průměru méně nebo rovno 10 μm jsou označeny jako částice PM10. Největší pozornost je celosvětově věnována částicím menším než 2.5 μm , označených jako PM2,5. Tyto dva typy částic mají negativní vliv na lidské zdraví kvůli přítomnosti PAHs (polycyklické aromatické uhlovodíky) (Peng a kol., 2005).

Prachové částice mají vliv nejen na lidské zdraví, ale i na vegetaci. V důsledku usazování prachových částic na povrchu rostlin, především listů, dochází k ucpání průduchů. Tím je ztížená výměna plynů mezi rostlinou a prostředím při fotosyntéze a dýchání. Některé prachové částice jsou netečné a pouze stíní, jiné jsou chemicky aktivní (Farmer, 1993; Prajapati, 2012). Přítomnost prachových částic na listu způsobuje blokování průduchů, zvyšování teploty listů, snížení fotosyntézy, redukci růstu listů. Dále i redukci opylování a snížení počtu plodů, snížení růstu stromů a listové nekróze a chloróze (Farmer, 1993; Farmer, 1997).

Na druhou stranu studie ukazují, že rostliny mohou působit jako biologické filtry, které odstraňují velké množství částic z městského prostředí (McDonald a kol., 2007). To je umožněno díky velké ploše listů a fyziologickým vlastnostem jejich povrchů (přítomnost trichomů nebo voskových kutikul). Výzkumy ukazují, že pro zachytávání prachových částic jsou z vegetace nejefektivnější stromy v ulicích vysazené v blízkosti intenzivní silniční dopravy (Shrivastava a Sharma, 2007).

2.1.8.1. Mechanismus zachycení prachu rostlinami

Většina vzdušných prachových částic neprojde skrz průduchy, ale je uložena na povrchu listu. Situaci lze připodobnit k filtračnímu mechanismu, kdy je vzduch tlačěn vzduchovým čerpadlem přes filtr - vzduchové částice jsou ukládány na povrchu filtru. Toto ale není hlavní příčina uložení částic na povrchu listu. Pro přilnutí částice k povrchu listu je potřeba určité množství adsorpčních sil. Velikost síly je závislá na velikosti částice. Protože proudění vzduchu přes průduchy je pouze pasivní difúze, jemné částice se mohou zadržet uvnitř povrchu. Usazování (převážně hrubých) částic prachu na povrchu listu je usnadněno lepkavým povrchem jemné žilnatiny na povrchu listu (Shrivastava a Sharma, 2007).

2.1.8.2. Fytoremediace

Samotné slovo „fytoremediace“ vychází z řeckého *phyton* = rostlina a latinského *remediare* = napravit. Jedná se o technologii využívající zelené rostliny nebo rostliny ve spojení s mikroorganismy k rozkladu, fixaci nebo akumulaci různých látek znečišťujících půdu, vodu a vzduch (Vaněk a kol., 2017). Jak Vaněk a kol. (2017) uvádí, využití vegetace podél silnic k zachycení polutantů z provozu aut se již využívá. Umělé mokřady, rákosová lože a další rostlinné systémy se využívají k čištění odpadních vod již několik let.

2.2. Klima

Klima je charakteristický režim počasí v dané oblasti. U řady meteorologických prvků jako jsou teplota, atmosférické srážky, tlak vzduchu, vlhkost vzduchu, směr a rychlost větru, sněhová pokrývka atd. se vyhodnocují jejich statistické charakteristiky, např. průměry, extrémy, denní a roční chody, proměnlivost, počty dní apod. za delší období, zpravidla nejméně za 30 let (Metelka a Tolasz, 2009).

Klima se ale neustále mění. V dnešní době mají klimatologové k dispozici data z měření za posledních 100-150 let, a tak lze srovnávat podnebí v různých obdobích.

Klima je dáno vzájemným působením několika faktorů, např. faktory mimo Zemi (např. sluneční záření, změny orbitální dráhy Země), vlastnosti zemského povrchu (např. sopečná činnost, vegetace, rozložení pevnin a oceánů), změny uvnitř

klimatického systému (chemické složení, biologické změny, změny ve využití půdy, emise skleníkových plynů) (Metelka a Tolasz, 2009). Velkou roli hrají i tzv. zpětné vazby, díky kterým se mohou odchylky způsobené poruchou zesilovat nebo zeslabovat. Příkladem kladné zpětné vazby je vazba mezi teplotou vzduchu a rozsahem polárního zalednění. To vše se podílí na tvorbě klimatu (Metelka a Tolasz, 2009).

2.2.1. Globální změny klimatu

Největším projevem změny klimatu je globální oteplování způsobené z velké části skleníkovými plyny tvořící tzv. skleníkový efekt. Bez přirozeného skleníkového efektu by teplota na Zemi byla pod bodem mrazu a nebyl by tu možný život. Tak dosahuje průměrná teplota na Zemi 14 °C (In-počasí, 2007; Le Treut a kol., 2007). Principem přirozeného skleníkového efektu je zachytávání odraženého slunečního záření od planety a následné ohřívání planety. Problémem je rychlost zvyšující koncentrace skleníkových plynů v atmosféře a délka jejich životnosti v atmosféře. K radikálnímu nárůstu došlo roku 1750 vlivem industrializace - antropogenní činnosti (IPCC, 2013).

Šestá hodnotící zpráva Mezinárodního panelu pro změnu klimatu předpokládá další nárůst klimatických projevů vlivem vysoké teploty. Predikuje překračování hodnot extrémně vysokých teplot, které ovlivní zemědělství a lidské zdraví. Jakmile teplota stoupne o 1,5 °C, zesílí vydatné srážky a jimi způsobené povodně, objeví se zemědělské a ekosystémové sucho. Možným scénářem v Evropě je i hydrologické sucho (IPCC, 2021).

Již v dnešní době lze sledovat dopady změny klimatu v podobě déletrvajících period sucha, nedostatku vody, výraznějších srážkových a větrných projevů nebo povodní (Snopková, 2021).

2.3. Role vegetace v koloběhu vody v krajině

Vegetace má nezastupitelnou úlohu v koloběhu vody v krajině. Prostřednictvím evapotranspirace mění většinu dopadající sluneční energie na skupenské teplo vody a chladí své okolí. Rostlinstvo se tak podílí na snižování globálních klimatických změn a pomáhá zadržovat vodu v krajině (Ryplová a Pokorný, 2019).

2.3.1. Koloběh vody v krajině

Voda v přírodě obíhá ve dvou hydrologických cyklech. Velký cyklus je charakterizován výměnou vody mezi oceánem a pevninou, malý hydrologický cyklus je uzavřený tok, kdy vypařená voda z pevniny dopadá zpět na pevninu. Celý proces toku vody v krajině je ovlivněn tvarem a charakterem krajiny.

Malý vodní cyklus je typický pro hydrologicky zdravou krajinu. Krajina nasycená vodou a vodními parami proudí v malých množstvích a na krátké vzdálenosti. Děje se to z důvodu zmenšování teplotních rozdílů mezi dnem a nocí nebo mezi místy s rozdílným teplotním režimem indukovaným vodními parami. Převážná většina vody, která se vypaří, se ve stejné oblasti zase sráží (Kravčík a kol., 2007).

Narušení vegetačního pokryvu způsobené odlesňováním, urbanizací či polnohospodařením má za následek dopad sluneční energie na plochy s nízkým výparem a většina energie se přemění na teplo. Tak vznikají znatelné rozdíly teplot mezi dnem a noc. Tímto způsobem se ze Země ztrácí většina vypařené vody (Kravčík a kol., 2007).

2.4. Rostliny u nás

Na území České republiky roste 3 713 druhů a poddruhů cévnatých rostlin, jde o zástupce 965 rodů a 193 čeledí (Jeřábková a kol., 2021).

Zahrnují jak druhy běžné, tak kriticky ohrožené, taxony původní i nově zavlečené. Máme kolem sebe velkou diverzitu rostlin různých tvarů, barev i životních strategií. Se stovkami z nich se denně setkáváme. Vytvářejí vegetaci v krajině, kterou obýváme. Jsou však tak samozřejmou součástí našeho okolí, že je často ani nevnímáme. Neuvědomování si rostlin kolem nás dostalo pojmenování „plant blindness“ a celosvětově se rozšířilo. Upozorňují na něj botanici i pedagogové (Knappová, 2019).

2.5. Plant blindness a české školství

Termín „plant blindness“ byl poprvé použit Wanderseem and Schusslerem (1999). Překládá se jako „rostlinná slepota“ a vystihuje ignoraci a nevšímavost lidí k rostlinám v lidském okolí a nedocenění jejich významu v krajině (Jáč a kol., 2019).

Jakmile se člověk nezajímá o rostliny, nesnaží se pochopit jejich příčiny a zákonitosti, může to mít pro lidstvo negativní následky. Rostliny svým vztahem k atmosféře ovlivňují současnou klimatickou krizi.

Ryplová (2017) zjišťuje, že fenomén „plant blindness“ je aktuální i v dnešní době u českých žáků základních škol a dokonce i absolventi středních škol nastupující do prvního ročníku učitelství přírodopisu na Pedagogické fakultě Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích mají omezené vědomosti o vlivu vegetace na atmosféru (Ryplová a Pokorný, 2019).

2.6. Oblíbenost botaniky a žákovské znalosti problematiky rostliny-atmosféra

Výzkum Malcové a Janštové (2018) ukazuje, že oblíbenost oborů biologie u žáků 2. stupně a víceletých gymnázií je rozdílná. Nejoblíbenějšími obory jsou zoologie, biologie člověka. Nejméně oblíbené podle provedeného výzkumu mykologie, protozoologie a geologie. Botanika se umístila před mykologií.

V aktuální výuce botaniky se spíše klade důraz na popis jednotlivých orgánů rostlin a na fotosyntézu. Chybí vysvětlení principu transpirace, popis fyziologických dějů odehrávající se v rostlině a role rostlin v malém cyklu vody (Ryplová a Pokorný, 2019).

2.7. Vyučovací metoda - projektová výuka

Praktická část práce se zabývá výukovým programem pro žáky základní školy, který byl koncipován jako projektová výuka. V následující části bude projektová výuka blíže rozebrána.

Za zakladatele projektové výuky je považován William Heard Kilpatrick, žák J. Deweye, který pomohl zavést pragmatismus do výuky a prosadil vyučování prostřednictvím aktivizace obsahu a řešení problémů- tzv. projektová metoda. Roku 1918 W. H. Kilpatrick vydal první studii o projektové metodě „The Project Method“, kde odmítá učení se abstraktních pojmů a definicí na úrovni teoretické. Naopak vyzdvihoval získávání poznatků formou rozhovoru, řešení problémů, uvědomění si, že teorie pomáhá zvládnout praktické úkoly a chtěl, aby škola byla místem, kde žák

skutečně žije. Nedostatkem Kilpatrickova pojetí je zaměření se spíše na utváření charakteru než metodu rozvíjející poznatky (Kratochvílová, 2006).

2.7.1. Projektové vyučování, projektová výuka, projekt

Při studiu odborné literatury se setkáváme s nejednotným označením. Někdo využívá označení projektové vyučování (Dvořáková, 2009), jiní projektová výuka (Kratochvílová, 2006). Pod pojmem vyučování je zdůrazňována činnosti učitele a pojmem výuka je označena spolupráci mezi učitelem a žákem (Skalková, 2007). Nadále bude rozebírána projektová výuka.

Projektová výuka je výuka založena na projektech. Projekt je *„komplexní praktická úloha (problém, téma) spojená se životní realitou, kterou je nutno řešit teoretickou i praktickou činností, která vede k vytvoření adekvátního produktu“* (Maňák a Švec, 2003, s. 168). Projektová výuka je považována za výukovou metodu (Maňák a Švec, 2003), jinými autory za organizační formu (Dvořáková, 2009).

Kratochvílová (2006, s. 36) definuje projekt jako *„komplexní úkol (problém), spjatý s životní realitou, s nímž se žák identifikuje a přebírá za něj odpovědnost, aby svou teoretickou a praktickou činností dosáhl výsledného žádoucího produktu (výstupu) projektu, pro jehož obhajobu a hodnocení má argumenty, které vycházejí z nově získané zkušenosti“*. Projekt má zaměstnávat srdce, hlavu i ruce, čímž směřuje ke komplexnímu rozvoji osobnosti člověka (Kratochvílová, 2006).

Projektová metoda je dle Kratochvílové (2006, s. 37) *„uspořádaný systém činností učitele a žáků, v němž dominantní roli mají učební aktivity žáků a podporující roli poradenské činnosti učitele, kterými směřují společně k dosažení cílů a smyslu projektu. Komplexnost činností vyžaduje využití různých dílčích metod výuky a různých forem práce“*.

2.7.2. Základní rysy projektu

Coufalová (2006, s. 11) uvádí rysy, které má mít projekt:

1. *„Projekt vychází ze zájmů a potřeb žáka (uspokojení potřeby získat nové zkušenosti, být odpovědný za svou činnost)“*.
2. *„Projekt vychází z konkrétní a aktuální situace“*.
3. *„Projekt je interdisciplinární“*.

4. „Projekt je produktem žáka“.
5. „Práce žáků v projektu přinese konkrétní produkt (postupná dokumentace, výsledná prezentace)“.
6. „Projekt se uskutečňuje převážně ve skupinách (možný i individuální)“.
7. „Projekt spojuje školu se širším okolím“.

2.7.3. Fáze řešení průběhu projektu

Na začátku plánování projektu je potřeba stanovit záměr projektu, který je formulován cíli a výslednou činností. Téma by mělo mít přesah do praktického života a žák by se měl pro téma nadchnout.

Následuje fáze plánování, kdy se stanoví základní otázky, témata a typy činností.

Pak se přistoupí k samotné realizaci projektu, kdy žáci získávají a třídí informace, analyzují je a kompletují. V této fázi má učitel roli poradce, kdy pouze usměrňuje práci žáků v případě, že se odklánějí od cíle a záměru. Motivuje je k dokončení započaté práce a podporuje je k vlastní zodpovědnosti za vytvořený produkt.

Další etapou je prezentace výstupu projektu, která zahrnuje představení výsledku, ke kterému žák / skupina žáků došla. Prezentace může mít podobu písemnou (např. plakát), ústní (vlastní prezentace) či praktického výrobku (model). Prezentováno může být zbytku třídy, rodičům, ostatním třídám ve škole, veřejnosti nebo jiným institucím.

Poslední a důležitou fází je hodnocení projektu. Nejen výsledku ale i samotného procesu. Hodnocení je prováděno učitelem i žáky samotnými. (Kratochvílová, 2006; Zormanová, 2012)

2.7.4. Přednosti projektu

Jedním z největších přínosů této metody je přiblížení reality života žákům. Žáci řeší projekt, během kterého naráží na problémy. Hledají varianty řešení, učí se rozhodovat a nesou odpovědnost za svá rozhodnutí. K řešení problémů využívají poznatky z více předmětů a prakticky je uplatňují. Dalším pozitivem je skupinová

práce. Žáci se učí spolupracovat, společně komunikovat, hledat kompromis, respektovat názor druhého, vyjadřovat svůj názor, obhajovat si ho (Coufalová, 2006).

2.7.5. Úskalí projektu

Projektová výuka s sebou nese i řadu úskalí. Aby byla tato metoda efektivní, její příprava musí být detailní, což je velmi časově náročné. Vyžaduje zpravidla spolupráci učitelů, podporu vedení, rodičů i okolí, avšak toho se často jedinci nedostává a zůstává na vše sám. Překážkou k úspěšnému dokončení projektu na straně žáků může být nedostatečná vybavenost potřebnými kompetencemi (např. čtení), neschopnost vyhledat potřebné informace nebo časová náročnost na řešení problému (Kratochvílová, 2006).

2.7.6. Typy projektů

V průběhu historického vývoje se vytvořilo velké množství projektů, které lze třídit podle různých hledisek. Níže uvedený obrázek (Obr. 5) shrnuje hlediska třídění dle J. Kratochvílové (2006).

Hledisko třídění	Typy projektů
Navrhovatel projektu	● spontánní žakovské ● uměle připravené ● kombinace obou typů předchozích
Účel projektu	● problémové ● konstruktivní ● hodnotící ● směřující k estetické zkušenosti ● směřující k získání dovedností (i sociálních)
Informační zdroj projektu	● volný (informační materiál si žák obstarává sám) ● vázaný (informační materiál je žákovi poskytnut) ● kombinace obou typů
Délka projektu	● krátkodobý (maximálně 1 den) ● střednědobý (maximálně 1 týden) ● dlouhodobý (více jak jeden týden, méně jak měsíc) ● mimořádně dlouhodobý (více jak měsíc)
Prostředí projektu	● školní ● domácí ● kombinace obou typů ● mimoškolní
Počet zúčastněných na projektu	● individuální ● společné (skupinové, třídní, ročníkové – mezitřídní, meziročníkové, celoškolní)
Způsob organizace projektu	● jednopředmětové ● víceředmětové

Obr. 5 Třídění projektů podle různých hledisek.

Kratochvílová, 2006

2.8. Návaznost na RVP

V současném českém školství se vychází z kurikulárních dokumentů Rámcových vzdělávacích programů pro daný stupeň vzdělání, které vymezují závazné rámce vzdělávání. Na jejich základě si školy vytvořily Školní vzdělávací programy.

V Rámcovém vzdělávacím programu pro základní vzdělávání (RVP ZV) je obsažena vzdělávací oblast Člověk a příroda a vymezuje vzdělávací obor Přírodopis. Tématika vegetace a atmosféra je zahrnuta ve vzdělávacím obsahu Biologie rostlin, učivo fyziologie rostlin a význam rostlin a jejich ochrana (MŠMT, 2021).

3. Metodika práce

V rámci diplomové práce byl vytvořen, ověřen a testován výukový program „Proč městský park a ne nákupní centrum?“ zaměřený na vztahy mezi rostlinami a atmosférou.

3.1. Tvorba výukového programu

Výukový program „Proč městský park a ne nákupní centrum?“ je založen na motivaci žáků k prostředí, ve kterém žijí. Umožňuje jim využít vědomosti a znalosti z oblasti fyziologie rostlin, získané během vzdělávání na základní škole.

Cílem výukového programu bylo:

1. Tvorba výukového programu založeného na projektové metodě.
2. Ověření programu ve výuce a prostřednictvím didaktického průzkumu zjistit, jestli má program vliv na znalosti žáků.

Výukový program je založen na práci s učebními texty (Příloha č. 3, 4 a 5). Obsahuje pracovní listy se čtyřmi tématy: *ochlazování krajiny vegetací* (Obr. 6a, b), *isoprenoidy a atmosféra* (Obr. 7a, b), *prachové částice a vegetace* (Obr. 8a, b) a *oxid uhličitý – vegetace – atmosféra* (Obr. 9a, b). Výsledným produktem je žákovský návrh projektu městského parku na volném prostranství před základní školou, doplněný o krátké písemné zdůvodnění vlivu vegetace pro dané území.

Výukový program byl koncepčně vytvořen pro realizaci ve vnitřních prostorách školy z důvodu časové organizace, kdy byl program vyzkoušen ve škole přímo během výuky.

Celý výukový program je založený na projektové výuce, kdy žáci společně po prostudování jednotlivých témat hledají společné řešení zadaného problému. V úvodu pracovních listů je žákům položena otázka „**Proč právě městský park a ne nákupní centrum?**“. Tato otázka by žákům měla pomoci k následnému vytvoření návrhu městského parku a zdůvodnění vlivu vegetace na atmosféru.

V zastavěné oblasti sídliště "Jezárky" jsou panelové domy a k nim přilehlé novostavby rodinných domů. Žije zde velký počet rodin s dětmi. Nachází se zde domov seniorů, budova základní školy pro 2. stupeň a prostory se službami (kadeřnictví, večerka, fitness centrum ...). V těsné blízkosti se nachází silnice městského obchvatu. Provoz je zde velmi hustý ať už díky přilehlému obchvatu, tak také díky zásobování místních obchodů, provozu základní školy a domova seniorů.

Proti základní škole se nachází zarostlý neudržovaný prostor. Vedení města vypsaló soutěž o nejlepší projekt přeměny volného prostranství před školou v městský park.

Tvým úkolem je odpovědět na otázku: **Proč právě městský park a ne nákupní centrum?**

Žáci jsou náhodným losem rozděleni do čtyř skupin. Každá skupina dostane pracovní list a ten je provází zadaným tématem. V učebních textech nachází odpovědi na jednotlivé otázky z pracovních listů, popřípadě mají v pracovních listech k dispozici jiné zdroje k prostudování (QR kódy, URL adresy).

Po přečtení textů a skupinovém vypracování příslušného pracovního listu žáci prezentují podstatné informace ostatním. Nově nabyté informace své i ostatních skupin získaných při prezentacích využijí k vyřešení předloženého problému, tedy tvorbě návrhu městského parku před základní školou.

Realizace návrhu městského parku před základní školou probíhá v nově vytvořených skupinách tak, aby v každé skupině bylo alespoň jednou zastoupeno každé téma. Každá skupina obdrží pro svou práci katastrální mapu daného území, čtvrtku A3 a pokyny, co má vytvořený návrh obsahovat:

1. vyznačit v katastrální mapě budovu základní školy a označit sever,
2. sepsat krátké zdůvodnění proč městský park a ne nákupní centrum.

Coufalová (2006, str. 11) vytyčila základní rysy projektové výuky, které jsou v aktivitě využity.

1. *Projekt vychází ze zájmů a potřeb žáka (uspokojení potřeby získat nové zkušenosti, být odpovědný za svou činnost).*

Žáci se v rámci aktivity stávají projektanty a hledají potřebné informace k danému tématu, na jehož základě budou vytvářet projekt.

2. Projekt vychází z konkrétní a aktuální situace.

Město Strakonice vyhlásilo soutěž o nejlepší přeměnu volného prostoru před školou v městský park. Žáci jako občané města mohou svým návrhem změnit vizuální vzhled prostředí před základní školou. Základní škola se nachází v zastavěné oblasti a navržení městského parku jako odpočinkové a klidové zóny je žádoucí. V průběhu aktivity žáci zjistí, jaká další pozitiva městský park v době globálního oteplování přinese.

3. Projekt je interdisciplinární.

Program využívá různé vyučovací metody: práce s textem, brainstorming, vzdělávací video. Neomezuje se pouze na jeden předmět, ale propojuje přírodopis, zeměpis, výtvarnou výchovu a český jazyk. Podílí se na rozvíjení klíčových kompetencí, přesněji kompetence k řešení problému, kompetence k učení, kompetence komunikativní a kompetence digitální.

4. Projekt je produktem žáka.

Samostatným produktem každého žáka je vypracovaný pracovní list a následně návrh městského parku během skupinové práce žáků. Učitel pouze usměrňuje žáky, pokud se odchýlí od zadané práce, tématu. Pomáhá jim a vede je k odpovědnosti za svou práci.

5. Práce žáků v projektu přinese konkrétní produkt (postupná dokumentace, výsledná prezentace)

Kromě již zmíněného pracovního listu vypracovaného každým žákem je dalším vytvořeným produktem návrh městského parku, na kterém se podílí žáci v jednotlivých pracovních skupinách. Tyto skupiny následně prezentují a krátce okomentují.

6. Projekt se uskutečňuje převážně ve skupinách (možný i individuální).

Vytvořený program je realizován organizační formou - skupinová práce. Žáci se společně učí, kooperují, hledají odpovědi na otázky a spolupodílejí se na řešení problému.

7. Projekt spojuje školu se širším okolím.

Žáci mají za úkol vytvořit městský park před budovou školy, okolo kterého chodí každý den. Tento prostor by se mohl využít na výuku v terénu během školního roku. Žáci se tvorbou návrhu parku zapojí do činnosti města, kde mohou projevit svou fantazii a nápady.

Pracovní list- Proč městský park a ne nákupní centrum?

V zastavěné oblasti sídliště "Jezárky" jsou panelové domy a k nim přilehlé novostavby rodinných domů. Žije zde velký počet rodin s dětmi. Nachází se zde domov seniorů, budova základní školy pro 2. stupeň a prostory se službami (kadeřnictví, večerka, fitness centrum ...). V těsné blízkosti se nachází silnice městského obchvatu. Provoz je zde velmi hustý ať už díky přilehlému obchvatu, tak také díky zásobování místních obchodů, provozu základní školy a domova seniorů.

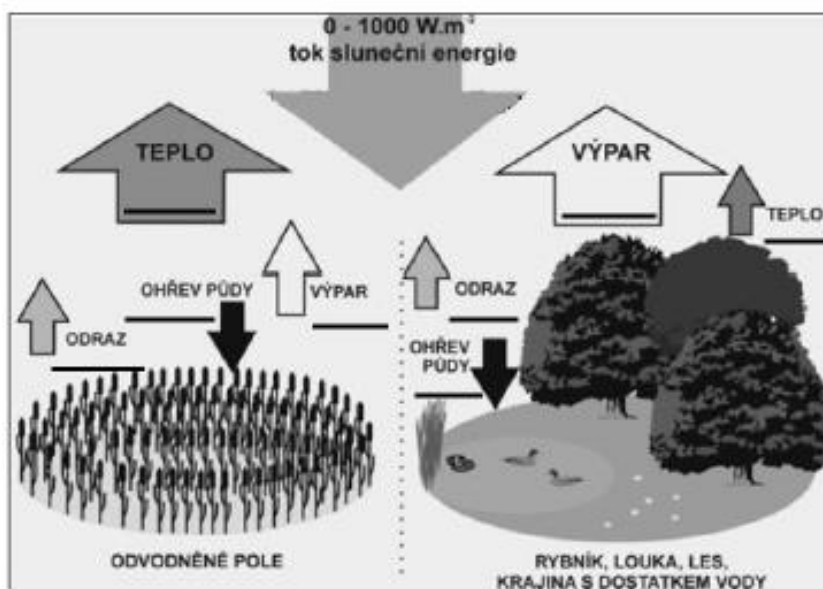
Proti základní škole se nachází zarostlý neudržovaný prostor. Vedení města vypsaló soutěž o nejlepší projekt přeměny volného prostranství před školou v městský park.

Tvým úkolem je odpovědět na otázku: Proč právě městský park a ne nákupní centrum?

OCHLAZOVÁNÍ KRAJINY VEGETACÍ

Úkol č. 1: přečti si text č. 1.

a) Na základě přečtení textu, doplň do schématu v procentech, v co se přeměnila sluneční energie.



(Pokorný, 2001; upraveno)

b) Vysvětli, jaký je rozdíl mezi zařízením klimatizace a „rostlinnou klimatizací“.

c) Porovnej a číselně vyjádři rozdíl mezi výparem a uvolněným teplem dvou vyobrazených typů krajiny.

Obr. 6a Pracovní list- ochlazování krajiny vegetací.

Závěrečné shrnutí:

Uveď, jaký význam má vegetace v ochlazování krajiny.

Obr. 6b Pracovní list- ochlazování krajiny vegetací.

Pracovní list- Proč městský park a ne nákupní centrum?

V zastavěné oblasti sídliště "Jezárky" jsou panelové domy a k nim přilehlé novostavby rodinných domů. Žije zde velký počet rodin s dětmi. Nachází se zde domov seniorů, budova základní školy pro 2. stupeň a prostory se službami (kadeřnictví, večerka, fitness centrum ...). V těsné blízkosti se nachází silnice městského obchvatu. Provoz je zde velmi hustý ať už díky přilehlému obchvatu, tak také díky zásobování místních obchodů, provozu základní školy a domova seniorů.

Proti základní škole se nachází zarostlý neudržovaný prostor. Vedení města vypsaló soutěž o nejlepší projekt přeměny volného prostranství před školou v městský park.

Tvým úkolem je odpovědět na otázku: Proč právě městský park a ne nákupní centrum?

ISOPRENOIDY A ATMOSFÉRA

Úkol č. 1: Pokud se živočich cítí v nebezpečí, nejčastěji má 2 možnosti: utéct nebo zaútočit. Jak to mají rostliny, které strategii útěku nemohou použít?

Zamysli se a napiš k obláčku s názvem obrana rostlin způsoby, jakými se rostlina brání (např. před poškozením, okusem býložravců, predátory)



Úkol č. 2: Vyhledej informace na internetu.

a) Vyhledej na internetu, co jsou: isoprenoidy, silice, příklady silic a v čem jsou obsažené

Isoprenoidy:

Silice:

Příklad silic + obsaženy v:

Obr. 7a pracovní list- isoprenoidy a atmosféra.

b) Zakresli vzorec isoprenu.



Úkol č. 3: Přečti si text č. 2.

Rostliny vytváří při svých procesech i látky vedlejší, tzv. přírodní produkty. Mezi ně patří i isoprenoidy.

K čemu je rostlina sama využívá? A)

B)

C)

D)

E)

Úkol č. 4: Podívej se znovu na úkol č. 1 a zakroužkuj způsoby obrany, které ti přijdou nejdůležitější.

Prodiskutujte ve skupině.

Závěrečné shrnutí:

Uveď, jaký význam mají isoprenoidy pro vegetaci.

Obr. 7b Pracovní list: isoprenoidy a atmosféra.

Pracovní list- Proč městský park a ne nákupní centrum?

V zastavěné oblasti sídliště "Jezárky" jsou panelové domy a k nim přilehlé novostavby rodinných domů. Žije zde velký počet rodin s dětmi. Nachází se zde domov seniorů, budova základní školy pro 2. stupeň a prostory se službami (kadeřnictví, večerka, fitness centrum ...). V těsné blízkosti se nachází silnice městského obchvatu. Provoz je zde velmi hustý ať už díky přilehlému obchvatu, tak také díky zásobování místních obchodů, provozu základní školy a domova seniorů.

Proti základní škole se nachází zarostlý neudržovaný prostor. Vedení města vypsaló soutěž o nejlepší projekt přeměny volného prostranství před školou v městský park.

Tvým úkolem je odpovědět na otázku: Proč právě městský park a ne nákupní centrum?

PRACHOVÉ ČÁSTICE A VEGETACE

Úkol č. 1: Doplň text.

Atmosféra je složená z: 78%, 21% a
1%

Úkol č. 2: Vyhledej na internetu, co znamená označení PM10 a PM2,5.

PM10

PM2,5

Úkol č. 3: Přečti si text č. 3

a) Mají prachové částice vliv na člověka? Pokud ano, jaký.

b) Mají prachové částice vliv na rostliny? Pokud ano, jaký.

Obr. 8a Pracovní list- prachové částice a vegetace.

Úkol č. 4: Po vážných nehodách, kdy auto narazilo do stromu, se objevují mezi lidmi úvahy: „Proč tam ty stromy jsou, když přispívají ke smrtelným zraněním? Vykáčet všechny stromy, a nebudou nehody končit tragicky!“

Vysvětli, proč jsou stromy v okolí silnic sázeny.

Závěrečné shrnutí:

Uveď, jaký vliv mají prachové částice na vegetaci.

Obr. 8b Pracovní list: prachové částice a vegetace

Pracovní list- Proč městský park a ne nákupní centrum?

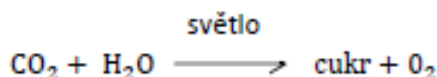
V zastavěné oblasti sídliště "Jezárky" jsou panelové domy a k nim přilehlé novostavby rodinných domů. Žije zde velký počet rodin s dětmi. Nachází se zde domov seniorů, budova základní školy pro 2. stupeň a prostory se službami (kadeřnictví, večerka, fitness centrum ...). V těsné blízkosti se nachází silnice městského obchvatu. Provoz je zde velmi hustý ať už díky přilehlému obchvatu, tak také díky zásobování místních obchodů, provozu základní školy a domova seniorů.

Proti základní škole se nachází zarostlý neudržovaný prostor. Vedení města vypsaló soutěž o nejlepší projekt přeměny volného prostranství před školou v městský park.

Tvým úkolem je odpovědět na otázku: Proč právě městský park a ne nákupní centrum?

OXID UHLÍČITÝ- VEGETACE- ATMOSFÉRA

Úkol č. 1: Následující rovnice vyjadřuje jeden životní děj, který probíhá v rostlinách. Napiš název daného děje.



Jedná se o:

Úkol č. 2: Skleníkový efekt udržuje Zemi teplejší a umožňuje existenci života na Zemi.

Jak souvisí oxid uhličitý se skleníkovým efektem?

Odpověď najdeš ve videu ukrytém v QR kódu nebo na URL adrese:

<https://www.youtube.com/watch?v=iCgLOD7vFKY>. Pusť si ho.

Odpověď:



Úkol č. 3: Vegetace umí přes pokožkové útvary v listech, *průduchy*, přijímat CO_2 a při ději fotosyntéza ho ukládat do svých pletiv. Tím v malé míře odstraňuje CO_2 z ovzduší.

Vysvětli, jaký vliv má vegetace na atmosféru v souvislosti s CO_2 .

Obr. 9a Pracovní list- oxid uhličitý – vegetace – atmosféra

Závěrečné shrnutí:

Uveď, jaký vliv má CO₂ na atmosféru.

Obr. 9b Pracovní list- oxid uhličitý – vegetace – atmosféra

3.2. Didaktický průzkum

Cílem didaktického výzkumu bylo porovnat míru znalostí a porozumění vlivu vegetace na atmosféru prostřednictvím projektové výuky.

Výzkum proběhl na základních školách v okolí Strakonice. Konkrétně na Základní škole F. L. Čelakovského Strakonice, Základní škole Dukelská Strakonice a Základní škole Jana Husa a Mateřské škole Písek. Do projektu bylo zapojeno celkem pět tříd z již zmíněných třech základních škol v rozmezí 18 až 22 žáků ve třídě a celkem se ho zúčastnilo 100 žáků.

Průzkum proběhl v měsících březen až duben 2023. Před samotnou realizací výukového programu byl žákům zadán pre-test a týden po realizaci programu post-test.

Výsledky průzkumu byly statisticky vyhodnoceny v programu Excel Studentovým t-testem. Jednotlivé výsledky byly ověřovány statisticky průkazným rozdílem na hladině významnosti $p=0,05$.

3.2.1. Stanovení hypotéz

- vědomosti žáků o problematice vlivu vegetace na atmosféru jsou nedostatečné
- vytvořený výukový program vede k rozšíření povědomí žáků o vlivu vegetace na atmosféru
- výukový program vedl žáky ke zvýšení rozumění vlivu vegetace na ochlazování okolního prostředí

3.2.2. Prostředky výzkumu

Nástrojem získání výsledků byl didaktický test, který umožňuje poměrně rychle získat informace od velkého množství respondentů ve stejné situaci. Pre-testy i post-testy byly vytvořeny autorkou práce a stejně tak i zadány na jednotlivých školách.

3.2.3. Začlenění do výuky a testování

Výukový program byl zpracován na dvě vyučovací hodiny (90 minut). První hodina (45 minut) byla založena na skupinové práci žáků s pracovním listem

a učebním textem a druhá hodina (45 minut) na tvorbě návrhu projektu městského parku.

Z hlediska délky programu bylo nutné zajistit dvě po sobě jdoucí vyučovací hodiny.

3.2.4. Pre-test

Cílem prvního didaktického testu (pre-testu) bylo zjistit míru znalostí žáků o daném tématu.

3.2.5. Post-test

Druhým testem (post-testem) byla porovnána efektivita výuky. Následoval týden po proběhnutí programu. V případě, že žák chyběl, test si dopsal na následující hodině přírodopisu.

3.3. Didaktický test

Na vyplnění testu dostali žáci časový limit 10 minut. V případě žáků se speciálními vzdělávacími potřebami jim byl časový limit navýšen dle potřeby.

3.3.1. Testové úlohy

Didaktický test je tvořen 10 různými testovými úlohami.

V testu otázka č. 1 je testová úloha doplňovací založená na znalosti a pojmech.

1. Doplň text.

Atmosféra je složená z: 78 %, 21 %
a 1 %

Maximální počet bodů= 3

V testu otázky č. 4, 7 a 8 jsou testové úlohy uzavřené s jednou správnou odpovědí.

4. Jak se nazývá životně důležitý děj, který probíhá v rostlinách za využití chlorofylu?

- a. transpirace
- b. rozmnožování
- c. fotosyntéza
- d. dýchání

Maximální počet bodů= 1

7. Terpeny za působení slunečního záření reagují s oxidu dusíku za vzniku troposférického ozonu. Jaký význam má takto vzniklý ozon pro člověka?
- a. kladný
 - b. neutrální
 - c. škodlivý

Maximální počet bodů= 1

8. Do vzduchu se dostávají i prachové částice a usazují se na vegetaci. Jaký vliv to na ni má?
- a. nemá to žádný vliv na rostliny
 - b. přitahuje větší množství slunečního záření a tím usnadňuje fotosyntézu
 - c. láká opylovače
 - d. u některých rostlin stíní nebo ucpává průduchy, a to vede ke ztížení výměny plynů mezi vegetací a atmosférou

Maximální počet bodů= 1

V testu otázka č. 9 je testová úloha uzavřená s jednou správnou odpovědí.

V zadání je vyznačena negativní forma.

9. Vyber **nesprávnou** odpověď.

Stromy jsou vysazovány podél silnic, protože:

- a. poskytují stín dopadající na silnici
- b. zachytávají škodliviny z výfukových plynů a fungují jako filtry
- c. ochlazuje okolní prostředí
- d. zabraňují útoku dravců

Maximální počet bodů= 1

V testu otázka č. 6 je testová úloha uzavřená s více správnými odpověďmi.

6. K čemu využívají rostliny látky vytvořené při svých životních dějích.
(více správných odpovědí)

- a. lákají predátory
- b. chrání je před predátory
- c. lákají opylovače
- d. zadržují vodu v těle rostliny

Maximální počet bodů= 2

V testu otázka č. 3 je testová úloha uzavřená dichotomická. Žáci vybírají z možností ANO- NE.

3. Rozhodni o správnosti tvrzení ANO- NE.

- a. Rostlinné tělo obsahuje z více než 50 % vodu. ANO- NE
- b. Rostlina přijímá vodu kořeny. Cévními svazky je voda vedena do nadzemní části rostliny. ANO-NE
- c. Voda z rostlin se odpařuje ve formě plynné přes průduchy. ANO- NE

Maximální počet bodů= 3

V testu otázka č. 5 je testová úloha uzavřená, kdy žáci třídí slova z nabídky.

5. Roztříd' látky, které vstupují do fotosyntézy a které vznikají při fotosyntéze.

cukry (sacharidy), oxid uhličitý, voda, kyslík

- a. vstupují do fotosyntézy:
- b. vznikají při fotosyntéze:

Maximální počet bodů= 2

V testu otázka č. 2, 10 je testová úloha otevřená.

2. Odpověz na otázku.

Za jasného slunného dne dopadá na zemský povrch krytý vegetací sluneční energie. K čemu je tato energie využita?

Maximální počet bodů= 4

10. Popiš vztahy mezi vegetací a atmosférou.

Maximální počet bodů= 4

3.3.2. Bodování

Každá správná odpověď v jednotlivých otázkách byla hodnocena jedním bodem. Za částečně správnou odpověď získal žák polovinu bodů a za špatnou či žádnou odpověď nula bodu. Celkový počet bodů byl 22 bodů.

Pro lepší pochopení bodování je uvedeno autorské řešení s maximálním bodováním v Obr. 10a, b.

DIDAKTICKÝ TEST

Jméno:

Třída: Datum:

Maximální počet bodů: 22

Získaných: _____

1. Doplň text. (3 BODY)
Atmosféra je složená z: 78 % **DUSÍK**, 21 % **KYSLÍK** a 1 % **OSTATNÍ PLYNY**.
2. Odpověz na otázku. (4 BODY)
Za jasného slunného dne dopadá na zemský povrch krytý vegetací sluneční energie.
K OHŘEVU POVRCHU/ PŮDY
ODRAŽENA OD POVRCHU
PŘEMĚNĚNA V TEPLA
VYUŽITA K VÝPARU VODY
FOTOSYNTÉZA
3. Rozhodni o správnosti tvrzení ANO- NE. (3 BODY)
 - a. Rostlinné tělo obsahuje z více než 50% vodu. **ANO- NE**
 - b. Rostlina přijímá vodu kořeny. Cévními svazky je voda vedena do nadzemní části rostliny. **ANO-NE**
 - c. Voda z rostlin se odpařuje ve formě plynné přes průduchy. **ANO- NE**
4. Jak se nazývá životně důležitý děj, který probíhá v rostlinách za využití chlorofylu? (1 BOD)
 - a. výdej vody rostlinou
 - b. rozmnožování
 - c. **fotosyntéza**
 - d. dýchání
5. Roztříd látky, které vstupují do fotosyntézy a které vznikají při fotosyntéze. (2 BODY)
cukry (sacharidy), oxid uhličitý, voda, kyslík
 - a. vstupují do fotosyntézy: **oxid uhličitý, voda**
 - b. vznikají při fotosyntéze: **kyslík, cukry (sacharidy)**
6. K čemu využívají rostliny látky vytvořené při svých životních dějích.
(více správných odpovědí) (2 BODY)
 - a. lákání predátorů
 - b. **chrání je před predátory**
 - c. **lákají opylovače**

Obr. 10a Autorské řešení didaktického testu.

7. Terpeny za působení slunečního záření reagují s oxidu dusíku za vzniku troposférického ozonu. Jaký význam má takto vzniklý ozon pro člověka? (1 BOD)

- a. kladný
- b. neutrální
- c. škodlivý

8. Do vzduchu se dostávají i prachové částice a usazují se na vegetaci. Jaký vliv to na ní má? (1 BOD)

- a. nemá to žádný vliv na rostliny
- b. přitahuje větší množství slunečního záření a tím usnadňuje fotosyntézu
- c. láká opylovače
- d. u některých rostlin stíní nebo ucpává průduchy a to vede ke ztížení výměny plynů mezi vegetací a atmosférou

9. Vyber nesprávnou odpověď. (1 BOD)

Stromy jsou vysazovány podél silnic, protože:

- a. poskytují stín dopadající na silnici
- b. zachytávají škodliviny z výfukových plynů a fungují jako filtry
- c. ochlazuje okolní prostředí
- d. zabraňuje útoku dravců

10. Popiš vztahy mezi vegetací a atmosférou. (4 BODY)

OCHLAZOVÁNÍ OKOLNÍHO PROSTŘEDÍ

ZACHYTÁVÁNÍ PRACHOVÝCH ČÁSTIC

SNIŽOVÁNÍ MNOŽSTVÍ CO₂ Z OVZDUŠÍ

UVOLŇOVÁNÍ LÁTEK PRO VLASTNÍ OCHRANU (PŘED OKUSEM HERBIVORŮ, SLUNEČNÍM ZÁŘENÍM, VYSOKÝMI TEPLITAMI), LÁKÁNÍ OPYLOVAČŮ

TVORBA KYSLÍKU PŘI FOTOSYNTÉZE

Obr. 10b Autorské řešení didaktického testu.

4. Výsledky

V této kapitole bude představen metodický list vytvořený k výukovému programu, který provází učitele aktivitou krok po kroku. Dále zde budou rozebrány a vyhodnoceny jednotlivé otázky. V závěru kapitoly bude stanovena celková úspěšnost či neúspěšnost výukového programu.

4.1. Metodický list k výukovému programu

Výukový program- Proč městský park a ne nákupní centrum?

PŘEDMĚT: přírodopis

MEZIPŘEDMĚTOVÉ VZTAHY: český jazyk, výtvarná výchova, zeměpis,
chemie

NÁVAZNOST NA RVP

Přírodopis

P-9-3-02 *vysvětlí princip základních rostlinných fyziologických procesů a jejich využití při pěstování rostlin*

Český jazyk

ČJL-9-1-08 *využívá základy studijního čtení – vyhledá klíčová slova, formuluje hlavní myšlenky textu, vytvoří otázky a stručné poznámky, výpisky nebo výtah z přečteného textu; samostatně připraví a s oporou o text přednese referát*

Výtvarná výchova

VV-9-1-01 *vybírání, vytváření a pojmenovávání prvků vizuálně obrazných vyjádření a jejich vztahů; uplatňuje je pro vyjádření vlastních zkušeností, vjemů, představ a poznatků; variuje různé prvky a jejich vztahy pro získání osobitých výsledků*

Zeměpis

Z-9-7-01 *ovládá základy praktické topografie a orientace v terénu*

Chemie

CH-9-6-03 *rozliší vybrané deriváty uhlovodíků, uvede jejich zdroje, vlastnosti a použití*

KLÍČOVÉ KOMPETENCE: kompetence k řešení problému, kompetence k učení,
kompetence komunikativní, kompetence digitální

VĚKOVÁ SKUPINA: 2. stupeň- 9. ročník

ČASOVÁ DOTACE: 90 minut

PROSTOROVÉ POŽADAVKY: školní třída (práce s tablety), odborná PC učebna
(práce na PC)

POMŮCKY: pracovní listy „Proč městský park a ne nákupní centrum?“ s tématy ochlazování krajiny vegetací, isoprenoidy a vegetace, prachové částice a vegetace, oxid uhličitý – vegetace – atmosféra, odborné texty č. 1, č. 2, č. 3, psací potřeby, tablety / PC s přístupem k internetu, výstřižek katastrální mapy řešeného území, papír A4/A3, lepidlo, prostředek na rozlosování skupin (např. plastová víčka 4 barev dle počtu žáků ve třídě)

Doporučení: Některé úkoly vyžadují práci s tabletem / PC s možností připojení k internetu. Žáci je mohou použít k vyhledání cizích pojmů, jednotek. Proto doporučuji zajistit dostatek tabletů (přibližně počet odpovídající polovině počtu žáků).

KLÍČOVÉ OTÁZKY:

Kolik procent sluneční energie je využito na fotosyntézu?

Jakým způsobem rostlina ochlazuje své okolí?

Které látky krom cukru a CO₂ rostliny produkují?

Jaké jsou možnosti ochrany rostlin?

Jaký vliv mají prachové částice na rostliny?

Co je skleníkový efekt?

Jaký vliv má CO₂ na atmosféru?

ZÍSKANÉ DOVEDNOSTI A ZNALOSTI:

Žáci se seznámí s problematikou vegetace a atmosféry.

Žáci zhodnotí vliv vegetace na atmosféru.

Žáci si vytvoří pozitivní vztah k vegetaci.

ORGANIZAČNÍ FORMA: skupinová práce

VYUČOVACÍ METODA: projektová výuka

Metody dílčích aktivit (metody slovní: metoda práce s textem, brainstorming, diskuze; metody praktické- grafické a výtvarné činnosti)

TYP PROJEKTU

podle délky: jednodenní (2 vyučovací hodiny)

podle prostředí: školní

podle počtu zúčastněných: společný (třídní)

podle organizace: více předmětový

podle navrhovatele: připravený uměle

podle informačních zdrojů: kombinace vázaný a volný

SMYSL PROJEKTU: Žáci si rozšíří povědomí o vztazích mezi vegetací a atmosférou.

VÝSTUP: Žáci navrhnou projekt městského parku a okomentují vytvořený projekt.

ZPŮSOB PREZENTACE PROJEKTU:

Ústní prezentace návrhu projektu městského parku a písemné zdůvodnění významu vegetace pro člověka a následně pro atmosféru.

ZPŮSOB HODNOCENÍ:

Učitel hodnotí ústně a průběžně při práci ve třídě a na závěr zhodnotí výstup a prezentaci žáků.

Žáci zhodnotí svůj projekt a následně i svou skupinovou práci.

PODROBNÉ POKYNY:

Výuková aktivita je zpracována na dvě vyučovací hodiny (90 minut). První hodina (45 minut) je založena na skupinové práci žáků s pracovním listem a druhá hodina (45 minut) na tvorbě návrhu projektu městského parku.

1. VYUČOVACÍ HODINA

V úvodu první hodiny sdělí učitel žákům, co je během následujících dvou vyučovacích hodin čeká a co bude výstupem jejich výuky.

Organizace společné práce:

Rozdělení třídy náhodným losem na čtyři skupiny dle počtu žáků. Každá skupina si vylosuje vlastní téma a každý žák dostane svůj pracovní list.

Žáci si společně s učitelem přečtou úvodní text v pracovních listech. Tato část je zakončená přečtením věty pod textem - Tvým úkolem je odpovědět na otázku: Proč právě městský park a ne nákupní centrum? Učitel žáky směřuje k hledání odpovědi na otázku prostřednictvím zadaného tématu.

V zastavěné oblasti sídliště "Jezárky" jsou panelové domy a k nim přilehlé novostavby rodinných domů. Žije zde velký počet rodin s dětmi. Nachází se zde domov seniorů, budova základní školy pro 2. stupeň a prostory se službami (kadeřnictví, večerka, fitness centrum ...). V těsné blízkosti se nachází silnice městského obchvatu. Provoz je zde velmi hustý ať už díky přilehlému obchvatu, tak také díky zásobování místních obchodů, provozu základní školy a domova seniorů.

Proti základní škole se nachází zarostlý neudržovaný prostor. Vedení města vypsaló soutěž o nejlepší projekt přeměny volného prostranství před školou v městský park.

Doporučení:

Jednotlivá témata jsou různě náročná na četbu a porozumění textu. Náročnější témata: ochlazování krajiny vegetací, isoprenoidy a vegetace; méně náročná: prachové částice a vegetace, oxid uhličitý – vegetace – atmosféra. Učitel na základě znalosti schopností žáků může témata přiřadit tak, aby žáci daný úkol úspěšně splnili.

Skupinová práce žáků:

Jednotlivé skupiny se věnují svému tématu a zpracovávají ho. Učitel upozorní žáky, aby každý pečlivě vypracoval pracovní list, protože bude potřebný ke splnění úkolu v následující hodině.

První skupina- téma *ochlazování krajiny vegetací*

Pomůcky: pracovní list- téma: ochlazování krajiny vegetací, odborný text č. 1 rozstřížený na 3 části, psací potřeby, papír A4/A3

Žáci vypracují jednotlivé úkoly. Přečtou si odborný text a po jeho prostudování vyplní úkol č. 1a), 1b) a 1c).

V závěrečném shrnutí žáci zformulují nově nabyté poznatky svého tématu a domluví se, co budou dalším skupinám prezentovat.

Druhá skupina- téma *isoprenoidy a atmosféra*

Pomůcky: pracovní list- téma: isoprenoidy a atmosféra, odborný text č. 2, psací potřeby, papír A4/A3, tablet / PC s internetem

Žáci pomocí brainstormingu sepiší jim známé možnosti obrany rostlin před nebezpečím (např. okus býložravců, poškození, ...). Žádoucí je, aby spolupracovali a radili se. Poté se přesunou k plnění Úkolu č. 2a) a 2b). K jeho splnění využijí tablet / PC s přístupem na internet. Úkol č. 3. je založen na četbě odborného textu č. 2, kde žáci naleznou informace k vypracování úkolu. V úkolu č. 4 se žáci vrátí k úkolu č. 1 a vyberou pro ně nejdůležitější způsoby obrany rostlin. Na závěr to ve skupině prodiskutují.

Je možné, aby si žáci jednotlivé úkoly rozdělili a na konci se vzájemně seznámili s výsledky úkolů ostatních ve skupině.

V závěrečném shrnutí žáci zformulují nově nabyté poznatky svého tématu a domluví se, co budou dalším skupinám prezentovat.

Třetí skupina- téma *prachové částice a vegetace*

Pomůcky: pracovní list- téma: prachové částice a vegetace, odborný text č. 3, psací potřeby, papír A4/A3, tablet/ PC s internetem

Úkol č. 1 žáci vyplní na základě získaných znalostí během základního vzdělávání. Nemělo by to být pro ně obtížné. Pokud by bylo, může je učitel navést na správné odpovědi pomocí návodných otázek, případně jim připomenout možnost práce s tabletem / PC.

Úkol č. 2 je založen na práci s tabletem / PC a vyhledáváním informací na internetu. Doporučuji učiteli vyhledat si pojmy z úkolu před provedením aktivity.

Úkol č. 3 je založen na četbě odborného textu č. 3 a vyhledání otázek z pracovního listu. V úkolu č. 4 žáci aplikují dosud získané poznatky.

V závěrečném shrnutí žáci zformulují nově nabyté poznatky svého tématu a domluví se, co budou dalším skupinám prezentovat.

Čtvrtá skupina- téma *oxid uhličitý- vegetace- atmosféra*

Pomůcky: Pracovní list- téma: oxid uhličitý- vegetace- atmosféra, psací potřeby, papír A4/A3, tablet / PC s internetem

V úkolu č. 1 mají žáci na základě zapsané rovnice poznat, o jaký životní děj v rostlině se jedná. Nemělo by to být pro ně obtížné. Pokud ano, může je učitel navést na správné odpovědi pomocí návodných otázek či jim připomenout možnost práce s tabletem / PC.

V úkolu č. 2 za použití tabletu / PC se dozví vysvětlení skleníkového efektu a odpoví na položenou otázku. Po zhlédnutí videa lze vypracovat i úkol č. 3.

V závěrečném shrnutí žáci zformulují nově nabyté poznatky svého tématu a domluví se, co budou dalším skupinám prezentovat.

Během skupinové práce žáků učitel skupiny motivuje na cestě k hledání odpovědi na položenou otázku. Sleduje jejich práci, obchází, podporuje. V případě nejasností a neznalosti cizích pojmů mohou žáci využít tablet / PC k vyhledání informací na internetu nebo se zeptat učitele.

ZÁVĚR 1. VYUČOVACÍ HODINY:

Každá skupina určí mluvčího, který ostatním sdělí, co se dozvěděli o svém tématu. Takto je zakončená činnost první hodiny. Získané podklady (informace v pracovním listě) budou využity k další práci v následující hodině.

2. VYUČOVACÍ HODINA

Pomůcky: vypracované pracovní listy žáků, katastrální mapa pro skupiny, psací potřeby, lepidlo, tablet / PC, papír A4/A3

V úvodu druhé hodiny seznámí učitel žáky s cílem hodiny. Výsledným produktem bude žákovský návrh projektu městského parku na volném prostranství před základní školou doplněný o krátké písemné zdůvodnění vlivu vegetace pro dané území.

Organizace: Učitel vytvoří nové skupiny tak, aby v nich byla zastoupena všechna studovaná témata.

Učitel vysvětlí žákům první krátký úkol: určit na katastrální mapě sever a vyznačit základní školu. K zorientování v mapě mohou využít tablety / PC. Poté žáci přistoupí k řešení samotného návrhu městského parku. Učitel upozorní žáky na to, že se výsledný produkt hodiny skládá z 3 částí:

- Návrh projektu parku.
- Legenda použitých materiálů, označení vegetace (stromy, křoviny, travní porost, ...) a jiné dekorační prvky (lavičky, odpadkové koše, ...).
- Zápis skupiny o navrženém rozmístění vegetace, dekoračních prvků a využitých materiálů ve formě odůvodnění a obhájení návrhu. Žáci se v popisu svého návrhu pokusí využít získané znalosti v oblasti vlivu vegetace na atmosféru a její dopad v dané lokalitě.

Učitel je žákům nápomocen, vysvětluje jim nejasnosti, pomáhá s realizací.

V závěru hodiny proběhne prezentace projektů a vyhodnocení ze strany učitele a žáků samotných.

4.2. Vyhodnocení jednotlivých otázek didaktického testu

4.2.1. Otázka č. 1

Tabulka 1 Průměrný získaný počet bodů za otázku č. 1 v pre-testu a post-testu. Uvedené jsou průměry se směrodatnou odchylkou a hodnota Studentova t-testu.

OTÁZKA Č. 1	PRŮMĚRNÝ POČET BODŮ	
	PRE-TEST	POST-TEST
Škola 1	1,97 ± 1,09	2,22 ± 1,12
Škola 2	1,50 ± 1,24	2,05 ± 1,23
Škola 3	2,25 ± 1,07	2,50 ± 0,89
Všechny školy	1,91 ± 1,13	2,26 ± 1,10
T-TEST	t= 0,0364 p= 0,05	

Tato otázka patří mezi úlohy jednodušší. Ověřovala faktografickou znalost složení atmosféry. Z Tabulky 1 je zřejmé, že na všech školách došlo k mírnému zlepšení u žáků po výuce programu, avšak Studentův t-test na hladině významnosti 0,05 neprokázal statisticky významný rozdíl mezi pre-testem a post-testem u této otázky.

4.2.2. Otázka č. 2

Tabulka 2 Průměrný získaný počet bodů za otázku č. 2 v pre-testu a post-testu. Uvedené jsou průměry se směrodatnou odchylkou a hodnota Studentova t-testu.

OTÁZKA Č. 2	PRŮMĚRNÝ POČET BODŮ	
	PRE-TEST	POST-TEST
Škola 1	0,80 ± 0,86	0,90 ± 0,92
Škola 2	0,35 ± 0,49	0,55 ± 0,51
Škola 3	1,30 ± 0,80	1,15 ± 0,81
Všechny školy	0,81 ± 0,84	0,88 ± 0,84
T-TEST	t= 0,3392 p= 0,05	

Tato otázka byla pro žáky velmi složitá. Museli se zamyslet a formulovat, co vše se děje se sluneční energií dopadající na zemský povrch.

V pre-testu žádný žák nezískal plný počet bodů, pouze jeden žák získal 3 body a jedna třetina žáků získala z této otázky 1 bod. Žádný bod z této otázky získalo 43 žáků. Po provedení programu se odpovědi žáků zlepšily (Tabulka 2). V post-testu stále nikdo nezískal plný počet bodů, ale došlo k nárůstu odpovědí za 3 body, a to na 5 žáků. K mírnému zlepšení došlo v odpovědi hodnocených jedním bodem u 43

žáků. Studentův t-test na hladině významnosti 0,05 prokázal statisticky významný rozdíl mezi pre-testem a post-testem u této otázky.

Mezi nejčastějšími odpověďmi se vyskytovalo využití na fotovoltaiku a ohřívání povrchu v případě pre-testu. V post-testu se nejčastěji objevovalo ohřívání povrchu a ochlazování prostředí.

4.2.3. Otázka č. 3

Tabulka 3 Průměrný získaný počet bodů za otázku č. 3 v pre-testu a post-testu. Uvedené jsou průměry se směrodatnou odchylkou a hodnota Studentova t-testu.

OTÁZKA Č. 3	PRŮMĚRNÝ POČET BODŮ	
	PRE-TEST	POST-TEST
Škola 1	1,85 ± 0,73	2,08 ± 0,67
Škola 2	1,80 ± 0,62	2,35 ± 0,81
Škola 3	1,90 ± 0,72	2,20 ± 0,52
Všechny školy	1,85 ± 0,70	2,16 ± 0,68
T-TEST	t= 0,0322 p= 0,05	

V této otázce žáci rozhodovali o pravdivosti věty. Maximálního počtu bodů (3 body) v pre-testu dosáhlo 16 žáků a v post-testu 30 žáků. Otázku nezodpověděli nebo odpověděli špatně v pre-testu i v post-testu 2 žáci. Zisku 1 bodu v pre-testu dosáhlo 27 žáků, v post-testu 10. V Tabulce 3 je vidět nárůst průměrného počtu bodů žáků u této otázky, přesto Studentův t-test na hladině významnosti 0,05 neprokázal statisticky významný rozdíl mezi pre-testem a post-testem u této otázky.

4.2.4. Otázka č. 4

Tabulka 4 Průměrný získaný počet bodů za otázku č. 4 v pre-testu a post-testu. Uvedené jsou průměry se směrodatnou odchylkou a hodnota Studentova t-testu.

OTÁZKA Č. 4	PRŮMĚRNÝ POČET BODŮ	
	PRE-TEST	POST-TEST
Škola 1	0,93 ± 0,25	0,88 ± 0,32
Škola 2	0,96 ± 0,22	0,95 ± 0,22
Škola 3	0,90 ± 0,31	0,95 ± 0,22
Všechny školy	0,93 ± 0,26	0,91 ± 0,29
T-TEST	t= 0,5000 p= 0,05	

V této otázce si ověřili žáci své znalosti ze 6. ročníku, kde se vyučuje téma fotosyntéza na 2. stupni ZŠ. Jednalo se o jednu z lehčích otázek. Téměř všichni žáci odpověděli správně v pre-testu i post-testu (Tabulka 4). Studentův t-test na hladině

významnosti 0,05 prokázal statisticky významný rozdíl mezi pre-testem a post-testem u této otázky.

4.2.5. Otázka č. 5

Tabulka 5 Průměrný získaný počet bodů za otázku č. 5 v pre-testu a post-testu. Uvedené jsou průměry se směrodatnou odchylkou a hodnota Studentova t-testu.

OTÁZKA Č. 5	PRŮMĚRNÝ POČET BODŮ	
	PRE-TEST	POST-TEST
Škola 1	1,15 ± 0,95	1,58 ± 0,77
Škola 2	1,70 ± 0,47	1,85 ± 0,37
Škola 3	1,20 ± 0,83	1,40 ± 0,82
Všechny školy	1,27 ± 0,87	1,60 ± 0,72
T-TEST	t= 0,0480 p= 0,05	

Tato otázka byla stejně jako ta předcházející zaměřená na fotosyntézu, kdy měli žáci roztrždit, co je potřebné k fotosyntéze a co vzniká. Méně než třetina žáků byla neúspěšná v pre-testu a polovina získala plný počet bodů. Po realizaci programu počet špatných odpovědí klesl na jednu desetinu a plný počet získalo více než polovina žáků. Studentův t-test na hladině významnosti 0,05 neprokázal statisticky významný rozdíl mezi pre-testem a post-testem u této otázky (Tabulka 5).

4.2.6. Otázka č. 6

Tabulka 6 Průměrný získaný počet bodů za otázku č. 6 v pre-testu a post-testu. Uvedené jsou průměry se směrodatnou odchylkou a hodnota Studentova t-testu.

OTÁZKA Č. 6	PRŮMĚRNÝ POČET BODŮ	
	PRE-TEST	POST-TEST
Škola 1	0,77 ± 0,53	0,97 ± 0,58
Škola 2	0,85 ± 0,49	1,00 ± 0,46
Škola 3	0,70 ± 0,47	1,15 ± 0,49
Všechny školy	0,77 ± 0,51	1,01 ± 0,54
T-TEST	t= 0,0514 p= 0,05	

V pre-testu získalo 27 žáků 0 bodů a pouze 4 maximální počet bodů. Následně došlo ke zlepšení výsledků. 13 žáků získalo 0 bodů a 13 plný počet bodů. Tato otázka byla problematická v tom, že bylo možné vybrat více správných odpovědí (2 správně). Polovina testovaných žáků vybrala pouze 1 odpověď. Studentův t-test na hladině významnosti 0,05 prokázal statisticky významný rozdíl mezi pre-testem a post-testem u této otázky (Tabulka 6).

4.2.7. Otázka č. 7

Tabulka 7 Průměrný získaný počet bodů za otázku č. 7 v pre-testu a post-testu. Uvedené jsou průměry se směrodatnou odchylkou a hodnota Studentova t-testu.

OTÁZKA Č. 7	PRŮMĚRNÝ POČET BODŮ	
	PRE-TEST	POST-TEST
Škola 1	0,25 ± 0,44	0,53 ± 0,50
Škola 2	0,35 ± 0,49	0,25 ± 0,44
Škola 3	0,25 ± 0,44	0,40 ± 0,50
Všechny školy	0,27 ± 0,45	0,45 ± 0,50
T-TEST	t= 0,2135 p= 0,05	

V této otázce žáci vycházeli z učebního textu a ukázali míru porozumění textu. V pre-testu odpovědělo 73 žáků špatně a pouze 27 správně. Po odučení programu došlo ke zlepšení v post-testu na 45 správných odpovědí. Studentův t-test na hladině významnosti 0,05 prokázal statisticky významný rozdíl mezi pre-testem a post-testem u této otázky (Tabulka 7).

4.2.8. Otázka č. 8

Tabulka 8 Průměrný získaný počet bodů za otázku č. 8 v pre-testu a post-testu. Uvedené jsou průměry se směrodatnou odchylkou a hodnota Studentova t-testu.

OTÁZKA Č. 8	PRŮMĚRNÝ POČET BODŮ	
	PRE-TEST	POST-TEST
Škola 1	0,53 ± 0,50	0,53 ± 0,50
Škola 2	0,60 ± 0,50	0,75 ± 0,44
Škola 3	0,75 ± 0,44	0,80 ± 0,41
Všechny školy	0,59 ± 0,49	0,63 ± 0,49
T-TEST	t= 0,1349 p= 0,05	

V této otázce žáci opět pracovali s učebním textem. V pre-testu bylo dosaženo plného počtu bodů v 59 případech. V post- testu zodpovědělo správně pouze o 4 žáky více. Studentův t-test na hladině významnosti 0,05 prokázal statisticky významný rozdíl mezi pre-testem a post-testem u této otázky (Tabulka 8).

4.2.9. Otázka č. 9

Tabulka 9 Průměrný získaný počet bodů za otázku č. 9 v pre-testu a post-testu. Uvedené jsou průměry se směrodatnou odchylkou a hodnota Studentova t-testu.

OTÁZKA Č. 9	PRŮMĚRNÝ POČET BODŮ	
	PRE-TEST	POST-TEST
Škola 1	0,43 ± 0,50	0,53 ± 0,50
Škola 2	0,20 ± 0,41	0,45 ± 0,51
Škola 3	0,40 ± 0,50	0,50 ± 0,51
Všechny školy	0,38 ± 0,49	0,51 ± 0,50
T-TEST	t= 0,0477 p= 0,05	

U otázky číslo 9 získalo maximální počet bodů 38 žáků v pre-testu, zatímco v post-testu více jak polovina, konkrétně 51 žáků. Studentův t-test na hladině významnosti 0,05 neprokázal statisticky významný rozdíl mezi pre-testem a post-testem u této otázky (Tabulka 9).

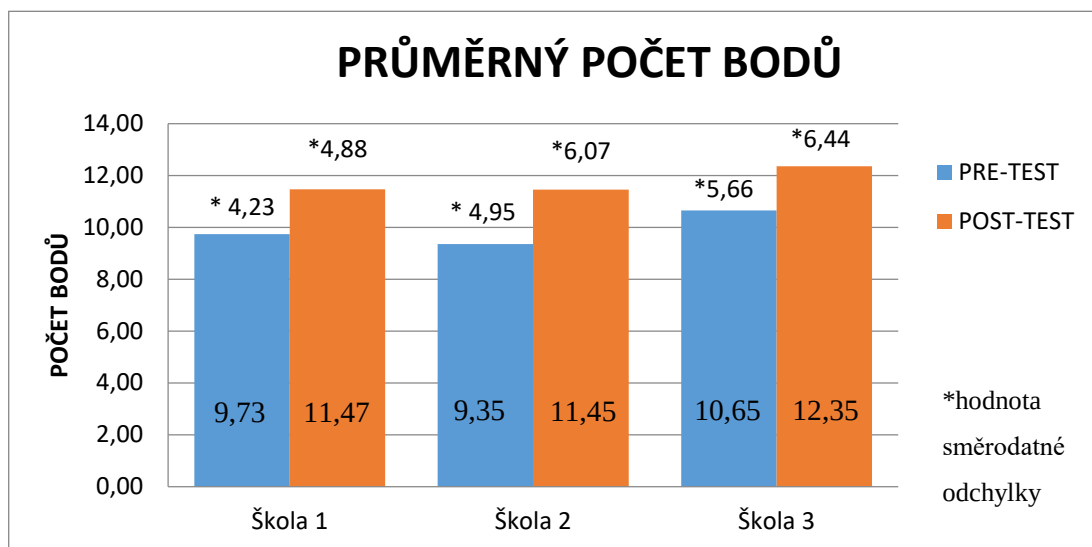
4.2.10. Otázka č. 10

Tabulka 10 Průměrný získaný počet bodů za otázku č. 10 v pre-testu a post-testu. Uvedené jsou průměry se směrodatnou odchylkou a hodnota Studentova t-testu.

OTÁZKA Č. 10	PRŮMĚRNÝ POČET BODŮ	
	PRE-TEST	POST-TEST
Škola 1	1,05 ± 0,29	1,23 ± 0,43
Škola 2	1,05 ± 0,22	1,25 ± 0,55
Škola 3	1,00 ± 0,00	1,30 ± 0,47
Všechny školy	1,04 ± 0,24	1,25 ± 0,46
T-TEST	t= 0,0123 p= 0,05	

Otázka č. 10 byla zadána jako komplexní otázka, kterou se zjišťovala míra pochopení vlivu vegetace na atmosféru. V obou typech testu byla jako správná odpověď zodpovězena minimálně fotosyntéza. V případě post-testu došlo k nárůstu odpovědí s dvěma body, žádný žák však nezískal maximální počet bodů. Studentův t-test na hladině významnosti 0,05 neprokázal statisticky významný rozdíl mezi pre-testem a post-testem u této otázky (Tabulka 10).

4.3. Vyhodnocení výukového programu na základě výsledků didaktického testu



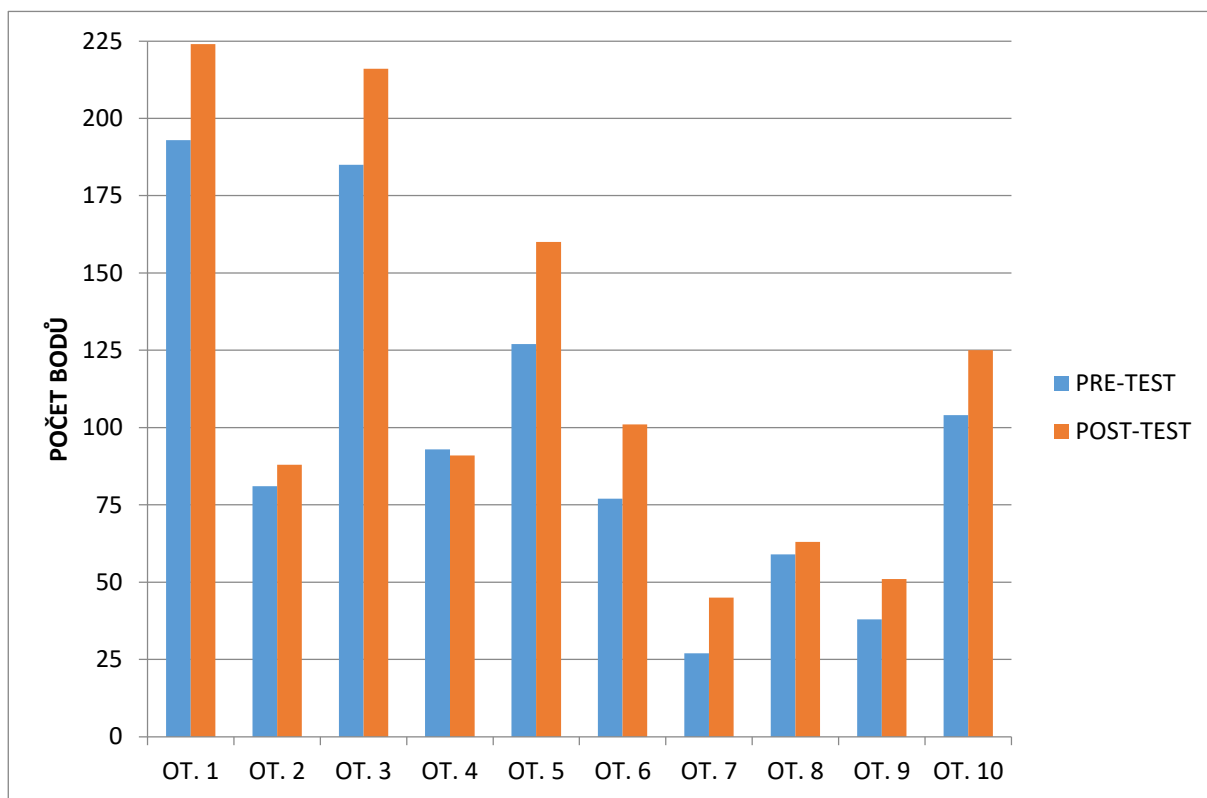
Obr. 11 Grafické znázornění celkového průměrného počtu bodů získaných v pre-testech a post-testech u jednotlivých škol.

V Obr. 11 jsou uvedeny celkové průměrné počty bodů pre-testů a post-testů za jednotlivé školy. V každé škole došlo k nárůstu průměrného počtu bodů, kdy nejvýraznější nárůst, konkrétně o 2,10 bodu, je u školy 2.

Tabulka 11 Procentuální úspěšnost žáků v testu.

	PRE-TEST	POST-TEST
ÚSPĚŠNOST	45,05%	53,43%

Tabulka 11 popisuje procentuální úspěšnost žáků v pre-testu a post-testu z průměrných výsledků testů. Žáci po absolvování výukového programu byli úspěšnější o 8,3 %.



Obr. 12 Grafické znázornění celkového počtu bodů v pre-testech a post-testech u jednotlivých otázek.

Z Obr. 12 je zřejmý nárůst počtu správných odpovědí v post-testech. Pouze u otázky č. 4 došlo k mírnému poklesu.

Po celkovém zhodnocení výsledků lze přijmout dvě ze tří dříve stanovených hypotéz. První hypotéza ověřila, že vědomosti žáků o problematice vlivu vegetace na atmosféru jsou nedostatečné. Lze také konstatovat, že vytvořený výukový program vede k rozšíření povědomí žáků o vlivu vegetace na atmosféru. Na základě četnosti odpovědí v otázce č. 10 lze říci, že výukový program vedl žáky ke zvýšení porozumění vlivu vegetace na ochlazování okolního prostředí, avšak po vyhodnocení této otázky Studentovým t-testem nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl.

Ověření hypotéz bylo provedeno Studentovým t-testem, který zjišťoval statisticky signifikantní rozdíl na hladině významnosti 0,05 mezi pre-testem a post-testem.

5. Diskuze

Cílem diplomové práce bylo vytvořit výukový program pro 9. ročník ZŠ k tématu jak rostliny ovlivňují naši atmosféru. Následně program ověřit ve výuce a prostřednictvím vytvořeného didaktického testu vyhodnotit vliv realizované výuky na úroveň žákovských znalostí tématu. Přesněji vyhodnotit, zda výukový program vede k rozšíření povědomí žáků o vlivu vegetace na atmosféru a v neposlední řadě jestli výukový program vedl žáky ke zvýšení porozumění vlivu vegetace na ochlazování okolního prostředí.

Na základě výsledků získaných z didaktického šetření u 100 žáků na třech základních školách lze konstatovat, že vytvořený výukový program přispěl ke zlepšení vědomostí žáků v dané problematice (Obr. 10). V polovině testových úloh byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi pre-testem provedeným před programem a post-testem po programu (Tabulka 2, 4, 6, 7, 8).

Otázka č. 1 ověřovala základní znalost složení atmosféry. V Tabulce 1 lze pozorovat mírný nárůst správných odpovědí ve všech školách po výukovém programu. Míra nižšího nárůstu zlepšení může být dána pouhým okrajovým zmíněním jednotlivých skupin při prezentaci. Navzdory zvýšenému počtu bodů v post-testu Studentův t-test na hladině významnosti neprokázal statisticky významný rozdíl u této otázky.

Otázka č. 2 se zabývala distribucí sluneční energie a jejím využitím. Otázka činila žákům velké problémy. Museli formulovat své myšlenky a ne všem to šlo bez obtíží. Někteří žáci tuto otázku vůbec nezodpověděli. Z žákovských otázek během doby psaní didaktického testu lze usoudit, že jim nebyla otázka dostatečně srozumitelná.

Otázky č. 3, 4, 7, 8, 9 patřily k otázkám s uzavřenými odpověďmi, proto patřily k otázkám jednodušším. V otázce č. 3 a č. 9 nebyl potvrzen statisticky významný rozdíl (Tabulka 3, Tabulka 9). Zatímco v dalších výše zmíněných otázkách statisticky významný rozdíl zjištěn byl.

Otázka č. 6 mapovala znalosti žáků o tvorbě různých látek rostlinami. Ačkoliv v této otázce byli žáci v zadání upozorněni na více správných odpovědí,

polovina žáků nezískala plný počet bodů, právě z důvodu nedostatečné pozornosti. Tito žáci získali z otázky pouze jeden bod.

V otázce č. 9 prokázali žáci míru pochopení vlivu prachu usazeného na rostlinách. Po výukovém programu došlo k nárůstu počtu správných odpovědí, avšak dle statistického šetření se nejedná o statisticky významný rozdíl.

V poslední otázce č. 10 museli žáci prokázat pochopení jednotlivých probíraných témat a jejich následné samostatné formulování. V pre-testech se až na pár výjimek objevila odpověď fotosyntéza. Na početnosti této odpovědi je zřejmé, že se v rámci vyučování životních dějů rostlin a botaniky klade důraz na právě zmíněnou fotosyntézu (Čekal, 2012).

V didaktickém testu bylo možné získat maximálně 22 bodů. Tohoto počtu bodů nedosáhl žádný dotazovaný. V pre-testu bylo maximálně dosaženo 16 bodů u jednoho žáka a minimum dva body také u jednoho žáka. Nulový počet bodů nezískal nikdo. V post-testu bylo dosaženo maximálně 16 bodů opět u jednoho žáka a minimálně 4 body u jednoho žáka.

Diplomová práce se zabývala tematikou vlivu rostlin na atmosféru a znalostmi žáků v této problematice. Samotný výzkum byl založen na výukovém programu koncipovaném na projektové metodě. Po provedení mého programu lze potvrdit, že projektová metoda je efektivnější než tradiční metody (frontální výuka), stejně jako uvádějí Balemen a Özer (2018) a Çakici a Türkmen (2013). Z výsledků výzkumů týkajících se projektové metody je zřejmé, že dochází ke zvýšení zájmů o přírodní vědy a motivace k učení (Vani a kol., 2021). Někteří autoři s tímto závěrem nesouhlasí. Potvrzují zvýšení efektivity metody projevující se na výsledcích žáků, ale ne na motivaci k učení (Çakici a Türkmen, 2013). V rámci mé práce nebyla didakticky zkoumána míra motivace k danému tématu. Ale ze závěrečné diskuze a argumentování žáků lze usoudit, že si uvědomili důležitost vlivu vegetace pro atmosféru. Hugerat (2016) ve svém výzkumu zkoumal vliv projektové výuky na vztah mezi žákem a učitelem. Z výsledků vyplynulo, že projektová výuka výrazně vztah zlepšila a pozitivně ovlivnila třídní klima během vzdělávacího procesu.

Prostřednictvím projektové metody se žáci zlepšují ve formulování a kladení otázek, dále si lépe rozvíjí kritické myšlení v dané problematice (Sasson a kol., 2018; Vani a kol., 2021).

5.1. Modifikace výukového programu

Dle mého názoru byl pro výukový program limitující čas. Po vyzkoušení programu bych volila dvojnásobnou časovou dotaci, 4 vyučovací hodiny za předpokladu dodržení tohoto konceptu. Každá skupina zpracovává zvlášť své téma a poté prezentuje ostatním. Za úvahu by také stálo věnování se jednotlivým částem zvlášť jednu vyučovací hodinu všem žáků najednou. Po probrání všech částí by následovala práce na tvorbě návrhu městského parku.

Výukový program v této podobě byl založen na četbě učebních textů a jejich porozumění. Některým skupinám porozumění činilo obtíže. Ovšem za mé pomoci a pokládání návodných otázek se dobrali klíčových a podstatných informací. Skupiny byly vytvořeny náhodným losováním. V případě, že učitel žáky zná, doporučuji rozdělení do skupin podle schopností žáků, tak aby vznikly skupiny vyrovnané.

Za zmínku by stála i možnost realizace hodiny přímo venku, kde by se například mohlo využít měřících přístrojů (např. teplota na sluníčku a pod stromy, vlhkost vzduchu ...). Vedlo by to k lepšímu pochopení a zapamatování nově získaných poznatků.

Zlepšení povědomí žáků o dané problematice bylo prokázáno, ale v menší míře než jsem očekávala. Hlavním důvodem je dle mého názoru malý zájem žáků o téma vegetace, což vyplynulo i během společné diskuze. Dalším faktorem byly blížící se jednotné přijímací zkoušky a samotná neochota žáků něco samostatně v hodině tvořit.

Přítomnost neznámé osoby realizující program se nejvíce projevila ve škole 3 a také ve škole 1. Pro mě, jako vyučujícího, byla na těchto školách situace také nejvíce obtížná z důvodu neznámého prostředí, neznalostí schopností a vědomostí žáků. Celá organizace hodiny na škole 3 byla nejobtížnější, protože zde docházelo k první aplikaci výukového programu. Tato skutečnost se mohla projevit i do

výsledků aktivity na této škole a možná proto zde došlo k nejmenšímu bodovému nárůstu žáků (Obr. 11).

6. Závěr

V tomto výzkumu bylo zjišťováno, zda vytvořený výukový program založený na projektové výuce zlepší povědomí žáků o vlivu vegetace na atmosféru. Výukový program byl ověřen ve výuce a pomocí vytvořeného didaktického testu byla získána data.

Po analýze výsledků didaktických testů vyplynulo, že projektová výuka přispívá k většímu zapamatování poznatků, k větší motivaci a k uvědomění si důležitosti vegetace ve vztahu k atmosféře i ke člověku.

Po provedení statistiky bylo zřejmé zlepšení i statisticky prokázané u otázek č. 2, 4, 6, 7 a 8. U otázek č. 1, 3, 5, 9 a 10 nebyl prokázán statisticky významný rozdíl.

Součástí výukového programu „Proč městský park a ne nákupní centrum?“ byly stanoveny tyto hypotézy:

1. Vědomosti žáků o problematice vlivu vegetace na atmosféru jsou nedostatečné. Tato hypotéza byla potvrzena v Tabulce 11, kde úspěšnost pre-testu dosahovala pouze 45,05 %.
2. Vytvořený výukový program vede k rozšíření povědomí žáků o vlivu vegetace na atmosféru. Na základě didaktického průzkumu byla i tato hypotéza potvrzena, a to konkrétně u otázek č. 2, 4, 6, 7 a 8.
3. Výukový program nevedl žáky ke zvýšení rozumění vlivu vegetace na ochlazování okolního prostředí. Jak vyplývá z Tabulky 10, tato hypotéza nebyla potvrzena, ačkoliv druhou nejčastější odpovědí po fotosyntéze bylo vypařování vody z rostlin, případně ochlazování okolního prostředí.

7. Seznam literatury

Anderson B., Bartlett K., Frolking S., Hayhoe K., Jenkins J. a Salas W., 2010: Methane and Nitrous Oxide Emissions from Natural Sources. Office of Atmospheric Programs, United States Environmental Protection Agency: Washington D.C. 194 s.

Anonymus: Složení atmosféry Země. Meteocentrum [online]. Praha: Meteocentrum, [cit. 19. 2. 2023]. Dostupné z: <https://www.meteocentrum.cz/zajimavosti/encyklopedie/slozeni-atmosfery-zeme>

Atkinson R., 2000: Atmospheric chemistry of VOCs and NO_x. Atmospheric Environment 34: 2063-2101.

Balemen N. a Özer K. M., 2018: The effectiveness of Project-Based Learning on science education: A meta-analysis search. International Online Journal of Education and Teaching (IOJET), 5(4), 849-865

Brüggemann N., Meier R., Steigner D., Zimmer I., Louis S. a Schnitzler J. P., 2009: Nonmicrobial aerobic methane emission from poplar shoot cultures under low-light conditions. New Phytologist 182: 912-918.

Butterbach-Bahl K., Papen H. a Rennenberg H., 1997: Impact of gas transport through rice cultivars on methane emission from rice paddy fields. Plant, Cell & Environment 20: 1175-1183.

Çakici Y. a Türkmen N., 2013: An investigation of the effect of project-based learning approach on children's achievement and attitude in science. TOJSAT, 3(2), 9-17.

Carmichael M. J., Bernhardt E. S., Bräuer S. L. a Smith W. K., 2014: The role of vegetation in methane flux to the atmosphere: should vegetation be included as a distinct category in the global methane budget?. Biogeochemistry 119: 1-24.

Coufalová J., 2006: Projektové vyučování pro první stupeň základní školy: náměty pro učitele. Fortuna. Praha. 136 s.

Curtius J., 2006: Nucleation of atmospheric aerosol particles. Comptes Rendus Physique Nucleation. 7(9-10): 1027-1045. 5.

Čekal T., 2012: *Tématika vztahů mezi rostlinami a atmosférou v aktuální výuce přírodopisu na 2. stupni ZŠ* (bakalářská práce). Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice.

ČHMÚ, 2021: Grafická ročenka 2021 [online]: Český hydrometeorologický ústav [cit. 11. 2. 2023]. Dostupné z: https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/21groc/gr21cz/21_10_skleni_kove_plyny_cz_v2.pdf

Dicke M., 1994: Local and Systemic Production of Volatile Herbivore-induced Terpenoids: Their Role in Plant-carnivore Mutualism, *Journal of Plant Physiology*, Volume 143, Issues 4–5, 465-472.

Donelli D., Meneguzzo F., Antonelli M., Ardissino D., Niccoli G., Gronchi G., Baraldi R., Neri L. a Zabini F., 2023: Effects of Plant-Emitted Monoterpenes on Anxiety Symptoms: A Propensity-Matched Observational Cohort Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 20(4): 2773.

Dongarra G., Manno E., Varrica D., Lombardo M. a Vultaggio M., 2010: Study on ambient concentrations of PM10, PM10-2.5, PM2.5 and gaseous pollutants. Trace elements and chemical speciation of atmospheric particulates. *Atmospheric Environment*, Volume 44, Issue 39, 5244-5257.

Dvořáková M., 2009: Projektové vyučování v české škole: vývoj, inspirace, současné problémy, Karolinum, Praha. 160 s.

Farmer A. M., 1993: The effect of dust on vegetation, *Environmental Pollution*, Volume 79, Issue 1/6.

Farmer A., 1997: *Managing Environmental Pollution*, London: Routledge, 246 s.

Forster P., Ramaswamy V., Artaxo P., Berntsen T., Betts R., Fahey D. W., Haywood J., Lean J., Lowe D. C., Myhre G., Nganga J., Prinn R., Raga G., Schulz M. a Van Dorland R., 2007: Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing In: Solomon S., Qin D., Manning M., Chen Z., Marquis M., Averyt K. B., Tignor M. a Miller H. L. (eds.) 2007: *Climate Change 2007: The Physical Science*

Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

González-Burgos E. a Gómez-Serranillos M. P., 2012: Terpene compounds in nature: a review of their potential antioxidant activity. *Curr Med Chem.* **19**(31): 5319-41.

Hrabal V., Lustigová Z. a Valentová L., 1992: Testy a testování ve škole, Praha: SVI PedF UK.

Hugerat M., 2016: How teaching science using project-based learning strategies affects the classroom learning environment. *Learning Environments Research*, 19(3), 383-395.

Cho K. S., Lim Y. R., Lee K., Lee J., Lee J. H. a Lee I. S., 2017: Terpenes from Forests and Human Health. *Toxicol Res*, 33(2): 97-106.

Chráska M., 2016: Metody pedagogického výzkumu: Základy kvantitativního výzkumu, 2., aktualizované vydání. Grada Publishing as. 256 s.

In-počasí, 2007: Skleníkový efekt [online] [cit. 14. 2. 2023]. Dostupné z: <https://www.in-pocasi.cz/clanky/teorie/sklenikovy-efekt/>

IPCC, 2013: Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker T. F., Qin D., Plattner G. K., Tignor M., Allen S. K., Boschung J., Nauels A., Xia Y., Bex V. a Midgley P. M. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

IPCC, 2021: Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu a B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press. In Press.

Jáč M., Kopecká J., Morris M. a Vránová O., 2019: *Didaktické kazuistiky výuky přírodopisu a biologie*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2019. Výzkum v oborových didaktikách.

Jeřábková H., Jersáková H. a Průša D., 2021: Rostlina roku: proč, co a jak? *Živa* 3/2021, LXXXVIII

Keppler F., Hamilton J. T. G., Brass M. a Röckmann T., 2006: Methane emissions from terrestrial plants under aerobic conditions. *Nature* 439: 187–191.

Knappová S., 2019: Are humans really blind to plants?. *Plants, People, Planet*, 1.3: 164-168.

Kratochvílová J., 2006: *Teorie a praxe projektové výuky*, Masarykova univerzita, Brno, 160 s.

Kravčík M., Pokorný J., Kohutiar J., Kováč M. a Tóth E., 2007: Voda pre ozdravenie klímy – Nová vodná paradigma. 93 s.

Le Treut H., Somerville R., Cubasch U., Ding Y., Mauritzen C., Mokssit A., Peterson T. a Prather M., 2007: Historical Overview of Climate Change. In: Solomon S., Qin D., Manning M., Chen Z., Marquis M., Averyt K. B., Tignor M. a Miller H. L. (eds.) *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. 97 s. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Machacova K., Papen H., Kreuzwieser J. a Rennenberg H., 2013: Inundation strongly stimulates nitrous oxide emissions from stems of the upland tree *Fagus sylvatica* and the riparian tree *Alnus glutinosa*. *Plant Soil* 364: 287-301.

Malcová K. a Janštová V., 2018: Jak jsou hodnoceny jednotlivé obory biologie žáky 2. stupně ZŠ a nižšího gymnázia?. *Biologie. Chemie. Zeměpis*. 27(1):23-34.

Maňák J. a Švec V., 2003: *Výukové metody*, Brno, Paido, 223 s.

Mcdonald A. G., Bealey W. J., Fowler D., Dragositsa U., Skibaa U., Smitha R. I., Donovanb R. G., Brettc H. E., Hewittd C. N. a Nemitz E., 2007: Quantifying

the effect of urban tree planting on concentrations and depositions of PM10 in two UK conurbations, *Atmospheric Environment*, 41: 8455-8467

Metelka L. a Tolasz R., 2009: *Klimatické změny: fakta bez mýtů*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Centrum pro otázky životního prostředí, 28 s.

MŠMT, 2021: Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání. Výzkumný ústav pedagogický. [cit. 13. 3. 2023]. Dostupný z: <https://www.edu.cz/rvp-ramcove-vzdelavaci-programy/ramcove-vzdelavacici-program-pro-zakladni-vzdelavani-rvp-zv/>

Nisbet R. E. R., Fisher R., Nimmo R. H., Bendall D. S., Crill P. M., Gallego-Sala A. V., Hornibrook E. R. C., Lo'pez-Juez E., Lowry D., Nisbet P. B. R., Shuckburgh E. F., Sriskantharajah S., Howe C. J. a Nisbet E. G., 2009: Emission of methane from plants. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 276: 1347–1354.

Noe S. M., Kimmel V., Hüve K., Copolovici L., Portillo-Estrada M., Püttsepp Ü., Jõgiste K., Niinemets Ü., Hörtnagl L. a Wohlfahrt G., 2011: Ecosystem-scale biosphere – atmosphere interactions of a hemiboreal mixed forest stand at Järvselja, Estonia. *Forest ecology and management* 262: 71-81.

Pangala S. R., Gowing D. J., Hornibrook E. R. C. a Gauci V., 2014: Controls on methane emissions from *Alnus glutinosa* saplings. *New Phytologist* 201: 887-896.

Peng R. D., Dominici F., Pastor-Barriuso R., Zeger S. L. a Samet J. M., 2005: Seasonal analyses of air pollution and mortality in 100 US cities. *American Journal of Epidemiology*, 161: 585–594

Pokorný J., 2001: Dissipation of solar energy in landscape – controlled by management of water and vegetation. In: *Renewable Energy*. č. 24, 641–645.

Pokorný J., 2014: Hospodaření s vodou v krajině – funkce ekosystémů. *UJEP Ústí nad Labem*, 103 s.

Pokorný J., Hesslerová P., Jirka V., Huryna H. a Seják J., 2018: Význam zeleně pro klima města a možnosti využití termálních dat v městském prostředí. *Urbanismus a územní rozvoj* 20(1), 1 – 12.

Pokorný J., Ryplová R., Hesslerová P., Jirka V., Vácha Z. a Procházka M., 2021: Sluneční energie - voda v krajině - vegetace: nová metodika vzdělávání pracovníků městských úřadů: k tématu efektu hospodářských zásahů na regionální klima. Třeboň: ENKI

Prajapati S. K., 2012: Ekologický vliv polétavých částic na rostliny. *Environmental Skeptics and Critics* 1(1): 12-22.

Půlpán Z., 1991: Základy sestavování a klasického vyhodnocování didaktických testů, Kotva, Hradec Králové, 92 s.

Rusch H. a Rennenberg H., 1998: Black alder (*Alnus Glutinosa* (L.) Gaertn.) trees mediate methane and nitrous oxide emission from the soil to the atmosphere. *Plant and Soil*, 201: 1–7.

Ryplová R., 2014: Fyziologie rostlin. Skriptum pro studující Učitelství přírodopisu pro 2. stupeň ZŠ. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 114 s.

Ryplová R., 2015: Rostlinné terpenoidy v atmosféře. *Biologie – Chemie – Zeměpis* 3: 121–124.

Ryplová R., 2017: Inquiry education in botany – a way to cope with plant blindness? In M. Rusek, Vojíš K. (Eds.), *Project-based Education in Science Education: Empirical texts XV*, Praha: Charles University in Prague, Faculty of Education, 120 – 128.

Ryplová R., 2018: Možné příčiny "plant blindness" v českém přírodovědném kurikulu. *Mezinárodní konference DiDSciPlus 2018*, PřF UK Praha, 25.6. – 27.6.2018, 345 – 350.

Ryplová R. a Pokorný J., 2019: Opomíjená úloha vegetace v distribuci sluneční energie a utváření klimatu–sonda znalostí začínajících studentů učitelství přírodopisu. *Envigogika*, 14(1).

Sasson, I., Yehuda, I. a Malkinson, N., 2018: Fostering the skills of critical thinking and question-posing in a project-based learning environment. *Thinking Skills and Creativity*, 29, 203–212.

Sharkey T. D. a Yeh S., 2001: Isoprene emission from plants. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, 52, 407–436.

Sharkey T. D., Wiberley A. E. a Dobohue A. R., 2008: Isoprene emission from plants: why and how. Annals of Botany, 101(1): 5–18.

Shrivastava N. G. a Sharma, C. S., 2007: Phytoremediation of particulate matter from ambient environment through dust capturing plant species, Central pollution control board, Ministry of Environment & Forests, Government of India, 137 s.

Schnee Ch., Köllner T. G., Held M., Turlings T. F. J., Gershenzon J. a Degenhardt J., 2006: The Products of a Single Maize Sesquiterpene Synthase Form a Volatile Defense Signal That Attracts Natural Enemies of Maize Herbivores. Proceedings of the National Academy of Sciences 103(4): 1129–34.

Schütz H., Schröder P. a Rennenberg H., 1991: Role of plants in regulating the methane flux to the atmosphere. In: Sharkey T. D., Holland E. A., a Mooney H. A. (eds) Trace gas emissions by plants. Academic Press Inc., New York, s. 29–63.

Silva E. A. P., Carvalho J. S., Guimarães A. G., Barreto r. S. S., Santos M. R. V., Barreto A. S. a Quintans-Júnior L. J., 2019: The use of terpenes and derivatives as a new perspective for treatment, Expert Opin Ther Pat. 29(1):43-53.

Skalková J., 2007: *Obecná didaktika-2., rozšířené a aktualizované vydání.* Grada Publishing as.

Snopková T., 2021: Změna klimatu a územního plánování In: Stejskal V. (eds.) České právo životního prostředí 4/2021.

Syed R. A., 1979: Studies on Oil Palm Pollination by Insects. Bulletin of Entomological Research 69 (2): 213–24.

Šarapatka B., 2010: Energie v agroekosystémech. In: Šarapatka B. (eds) Agroekologie: východiska pro udržitelné zemědělské hospodaření. 119-137. Olomouc: Bioinstitut.

Tetiva T., 2010: Nebezpečí polétavého prachu. Ministerstvo životního prostředí. [cit. 18. 6. 2023]. Dostupné online z:

<https://www.mzp.cz/web/edice.nsf/9af90f28a8b1493bc1256fbe004bbefa/5bc8d18c9b814a6ec125772e00539b7a?OpenDocument>.

Vaněk T., Soudek P., Podlipná R., Petrová Š. a Landa P., 2017: Fytoremediace a možnosti její aplikace. Středisko společných činností AV ČR, Věda kolem nás. 23 s.

Vani M. M., Baig Y. M., Wesley C. a Iqbal S. R., 2021: Udržitelné projektové učení: Praktičtější přístup. Journal of Engineering Education Transformations , 34, 2394-1707.

Wandersee J. H. a Schussler, E. E., 1999: Preventing Plant Blindness. The American Biology Teacher, 61(2), 82-86.

WMO, 2022: WMO Greenhouse Gas Bulletin No. 18. The State of Greenhouse Gases in the Atmosphere Based on Global Observations Through 2021. Geneva: World Meteorological Organization, 10 s. Dostupné z: https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=22149#.Y_IqQXbMJPY3

Zormanová L., 2012: Výukové metody v pedagogice. Grada Publishing as. 160 s.

Katastrální mapa: dostupné online <https://sgi-nahlizenidokn.cuzk.cz/marushka/default.aspx?themeid=3&&MarQueryId=6D2BCEB5&MarQParam0=755915&MarQParamCount=1&MarWindowName=Marushka>

8. Přílohy

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1a, b: Ukázka vypracovaného pre-testu

Příloha č. 2a, b: Ukázka vypracovaného post-testu

Příloha č. 3: Učební text 1

Příloha č. 4: Učební text 2

Příloha č. 5: Učební text 3

Příloha č. 6: Katastrální mapa

Příloha č. 7: Ukázka návrhu městského parku

Příloha č. 8: Ukázka návrhu městského parku

Příloha č. 9: Ukázka návrhu městského parku

Příloha č. 10: Fotodokumentace

Příloha č. 1a Ukázka vypracovaného pre-testu.

DIDAKTICKÝ TEST

Jméno:

Třída: 9.C Datum: 14.3.

Maximální počet bodů: 22

Získaných: 13

1. Doplň text.

(3 BODY)

3 Atmosféra je složena z: 78 % DUSÍK, 21 % KYSLÍK a 1% OSTATNÍ PLYNY.

2. Odpověz na otázku.

(4 BODY)

Za jasného slunného dne dopadá na zemský povrch krytý vegetací sluneční energie.

1 SOLÁRNÍ ZÁŘENÍ - ENERGIE

3. Rozhodni o správnosti tvrzení ANO- NE.

(3 BODY)

- 3 a. Rostlinné tělo obsahuje z více než 50% vodu. ANO- NE
b. Rostlina přijímá vodu kořeny. Cévními svazky je voda vedena do nadzemní části rostliny ANO-NE
c. Voda z rostlin se odpařuje ve formě plynné přes průduchy. ANO- NE

4. Jak se nazývá životně důležitý děj, který probíhá v rostlinách za využití chlorofylu? (1 BOD)

- 1 a. výdej vody rostlinou
b. rozmnožování
c. fotosyntéza
d. dýchání

5. Roztříd' látky, které vstupují do fotosyntézy a které vznikají při fotosyntéze.
cukry (sacharidy), oxid uhličitý, voda, kyslík

(2 BODY)

- 2 a. vstupují do fotosyntézy: VODA, OXID UHLIČITÝ
b. vznikají při fotosyntéze: CUKRY, KYSLÍK

6. K čemu využívají rostliny látky vytvořené při svých životních dějích.
(více správných odpovědí)

(2 BODY)

- 2 ~~a~~ lákání predátorů
b chrání je před predátory
c lákají opylovače
~~d~~ zadržují vodu v těle rostliny

Příloha č. 1b Ukázka vypracovaného pre-testu.

7. Terpeny za působení slunečního záření reagují s oxidu dusíku za vzniku troposférického ozonu. Jaký význam má takto vzniklý ozon pro člověka? (1 BOD)

- a. kladný
- ☒ b. neutrální
- c. škodlivý

8. Do vzduchu se dostávají i prachové částice a usazují se na vegetaci. Jaký vliv to na ní má? (1 BOD)

- ☒ a. nemá to žádný vliv na rostliny
- b. přitahuje větší množství slunečního záření a tím usnadňuje fotosyntézu
- ☒ c. láká opylovače
- d. u některých rostlin stíní nebo ucpává průduchy a to vede ke ztížení výměny plynů mezi vegetací a atmosférou

9. Vyber nesprávnou odpověď. (1 BOD)

Stromy jsou vysazovány podél silnic, protože:

- ☒ a. poskytují stín dopadající na silnici
- ☒ b. zachytávají škodliviny z výfukových plynů a fungují jako filtry
- c. ochlazuje okolní prostředí
- d. zabraňuje útoku dravců

10. Popiš vztahy mezi vegetací a atmosférou. (4 BODY)

1 FOTOSYNTÉZA

Příloha č. 2a Ukázka vypracovaného post-testu.

DIDAKTICKÝ TEST

Jméno: [redacted]

Třída: 9.C Datum: 21.3.

Maximální počet bodů: 22

Získaných: 16

1. Doplň text.

(3 BODY)

3 Atmosféra je složená z: 78 % DUSÍK, 21 % KYSLÍK a 1% OSTATNÍ PLYNY.

2. Odpověz na otázku.

(4 BODY)

Za jasného slunného dne dopadá na zemský povrch krytý vegetací sluneční energie.

1 SOLÁRNÍ ENERGIE

3. Rozhodni o správnosti tvrzení ANO- NE.

(3 BODY)

- 3
- a. Rostlinné tělo obsahuje z více než 50% vodu. ANO- NE
 - b. Rostlina přijímá vodu kořeny. Cévními svazky je voda vedena do nadzemní části rostliny. ANO-NE
 - c. Voda z rostlin se odpařuje ve formě plynné přes průduchy. ANO- NE

4. Jak se nazývá životně důležitý děj, který probíhá v rostlinách za využití chlorofylu? (1 BOD)

- 1
- a. výdej vody rostlinou
 - b. rozmnožování
 - c. fotosyntéza
 - d. dýchání

5. Roztříd' látky, které vstupují do fotosyntézy a které vznikají při fotosyntéze.

(2 BODY)

cukry (sacharidy), oxid uhličitý, voda, kyslík

- 2
- a. vstupují do fotosyntézy: OXID UHLIČITÝ, VODA
 - b. vznikají při fotosyntéze: CUKRY, KYSLÍK

6. K čemu využívají rostliny látky vytvořené při svých životních dějích.
(více správných odpovědí)

(2 BODY)

- 2
- a. lákání predátorů
 - b. chrání je před predátory
 - c. lákaají opylovače
 - d. zadržují vodu v těle rostliny

Příloha 2b Ukázka vypracovaného post-testu.

7. Terpeny za působení slunečního záření reagují s oxidu dusíku za vzniku troposférického ozonu. Jaký význam má takto vzniklý ozon pro člověka? (1 BOD)

1 a. kladný
b. ☒ neutrální
c. škodlivý

8. Do vzduchu se dostávají i prachové částice a usazují se na vegetaci. Jaký vliv to na ní má? (1 BOD)

1 a. nemá to žádný vliv na rostliny
b. přitahuje větší množství slunečního záření a tím usnadňuje fotosyntézu
c. láká opylovače
d. ☒ u některých rostlin stíní nebo ucpává průduchy a to vede ke ztížení výměny plynů mezi vegetací a atmosférou

9. Vyber **nesprávnou** odpověď. (1 BOD)

Stromy jsou vysazovány podél silnic, protože:

1 a. poskytují stín dopadající na silnici
b. zachytávají škodliviny z výfukových plynů a fungují jako filtry
c. ochlazuje okolní prostředí
d. ☒ zabraňuje útoku dravců

10. Popiš vztahy mezi vegetací a atmosférou. (4 BODY)

1 FOTOSYNTÉZA

3. Distribuce slunečního záření na zemském povrchu

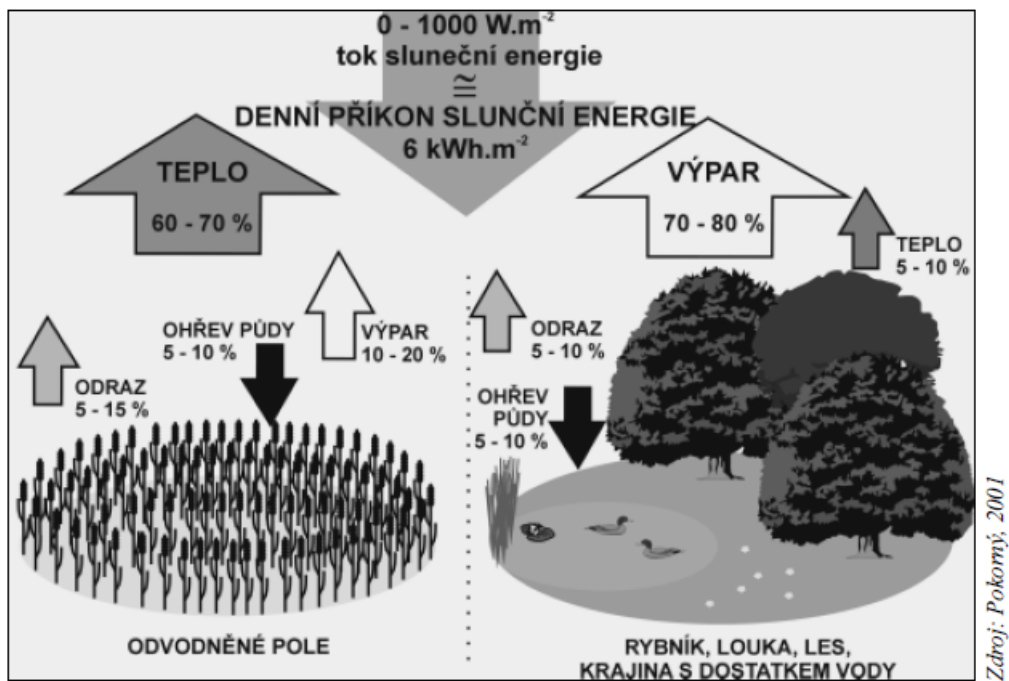
Při jasné obloze se na povrch zemský v našich podmínkách dostává až $1\,000\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$, při husté oblačnosti prochází pouze několik desítek $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$. Za jasného letního dne přichází na 1 km^2 až $1\,000\text{ MW}$, na 2 km^2 tedy přichází energie srovnatelná s výkonem jaderné elektrárny Temelín. Distribuce tohoto množství energie je závislá na vlastnostech zemského povrchu (obr. 1). Sluneční záření, které přichází na zemský povrch, se částečně odráží, částečně ohřívá povrch země, a od ní se ohřívá vzduch. Ten proudí vzhůru (zjevné teplo), část energie se spotřebuje na výpar vody (latentní, skryté teplo evapotranspirace) a část přechází do země (tok tepla do půdy), část se vyzářuje ve formě dlouhovlnného záření. Toky energie spotřebované na fotosyntézu a ohřev porostu jsou v celkové bilanci zanedbatelné. V prostředí s nedostatkem/absencí vegetace a vody, s převahou zpevněných povrchů, je dopadající záření přeměněno především na zjevné teplo, které zvyšuje teplotu prostředí. V případě povrchu s vegetací dostatečně zásobené vodou je naopak sluneční záření transformováno evapotranspirací do latentní složky tepla. Sluneční energie se váže ve vegetaci zásobené vodou prostřednictvím rostlin a vody do vodní páry. Během dne své okolí chladí výparem vody (evapotranspirací) a v noci se skupenské teplo vodní páry uvolňuje. Tím se vyrovnávají v čase i mezi místy teplotní rozdíly i rozdíly tlaků, čímž se zmírňuje i rychlost proudění vzduchu. Evapotranspirací se přeměňuje mnohonásobně více energie, než při fotosyntéze. Voda a rostliny jsou hlavními regulátory toku sluneční energie, mají významnou úlohu při tvorbě klimatu a hovoříme tak o přímé funkci vegetace a klimatizačním efektu evapotranspirace. V případě městského prostředí může být, díky absenci vody a vegetace, tok latentního tepla výparu téměř nulový.

4. Jak rostliny chladí

Rostlinami a půdou se z metru čtverečního za den odpaří několik litrů vody. Na výpar jednoho litru vody o teplotě $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ se spotřebuje $2,45\text{ MJ} \approx 0,68\text{ kWh}$ sluneční energie. Při odpaření kupříkladu 5 litrů z metru čtverečního se do vodní páry váže $3,4\text{ kWh}$, více než polovina dopadající sluneční energie. Sluneční energie vázaná ve vodní páře ve formě skupenského tepla se potom opět uvolní při kondenzaci vodní páry zpět na vodu, uvolní se tedy na chladných místech, na kterých se vodní pára sráží. Vázání sluneční energie výparem vody (chlazení) na místech s nadbytkem energie a uvolňování sluneční energie na místech chladných při kondenzaci vody je podstatou dokonalé přirozené klimatizace pomocí vody a rostlin. Na pouhém jednom metru čtverečním může činit v létě rozdíl mezi energií vázanou ve vodní páře a energií uvolněnou jako teplo i několik kWh za den. Toky sluneční energie vázané při evapotranspiraci dosahují tedy až několika set wattů na m^2 . Skupenské teplo výparu vody je pozoruhodně vysoké: na výpar jednoho litru vody se spotřebuje $2,45\text{ MJ}$ ($0,68\text{ kWh}$). Na ohřev jednoho litru vody o $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ se spotřebuje ca 125 kJ , tedy 20x méně než na výpar jednoho litru vody.

Na evapotranspiraci se spotřebovává $400\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ i více, zatímco na suché ploše se sluneční energie uvolňuje hlavně jako zjevné teplo. Rozdíl v distribuci sluneční energie na odvodněné ploše a ve vegetaci dobře zásobené vodou je ve slunném dnu v rozsahu několika set $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$. Evapotranspirace má dvojnásobný klimatizační efekt – ochlazuje výparem a ohřívá kondenzací (obzvlášť v noci). Ochlazují se místa s nadbytkem energie a ohřívají se jen místa chladná, kde dochází ke kondenzaci. Tok tepla do půdy může dosahovat hodnot několika $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ až desítek $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$. Tok tepla do půdy se snižuje s vysycháním půdy. Ve slunných dnech odráží betonová plocha až $200\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$, zatímco hladina rybníka odráží nanejvýš $50\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$. Odraz různých typů vegetace se příliš neliší a dosahuje hodnot okolo $150\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$, relativně méně odráží po většinu roku vegetace dobře zásobená vodou.

Toky sluneční energie, vody a činnost rostlin jsou vzájemně propojeny v perfektní, nedostižný klimatizační systém. Čím více sluneční energie, tím vyšší výpar (v případě dostatku vody), tím účinnější chlazení. Vodní pára se potom sráží na chladných místech v kvalitě destilované vody a vyrovnává tak teploty mezi místy i v čase (ranní rosa). Rostliny tedy ochlazují místa s přebytkem energie, přitom rostou (vytvářejí potravu), čistí vodu na kvalitu vody destilované a ohřívají pomocí vodní páry místa chladná a přenášejí energii z teplého dne do chladné noci. Klimatizační zařízení vyrobené člověkem spotřebovává elektrickou energii, ochlazuje místnost a v těsném sousedství ohřívá prostředí odpadním teplem. Navíc jako média nepoužívá vodu, ale toxické látky. Větší strom vydá transpirací (odebere z půdy a vypaří) v teplém dni i několik stovek litrů vody. Transpirace 100 litrů vody je spojena s vázáním 69 kWh energie – takové množství energie se neprojevuje zvýšením teploty (ochladí prostředí) a naopak ohřeje místa chladná při kondenzaci vodní páry. Člověk ovlivňováním (cíleným i nechtěným) rostlinného pokryvu a vodního režimu v krajině zásadním způsobem ovlivňuje místní klima, kvalitu i množství odtékající vody.



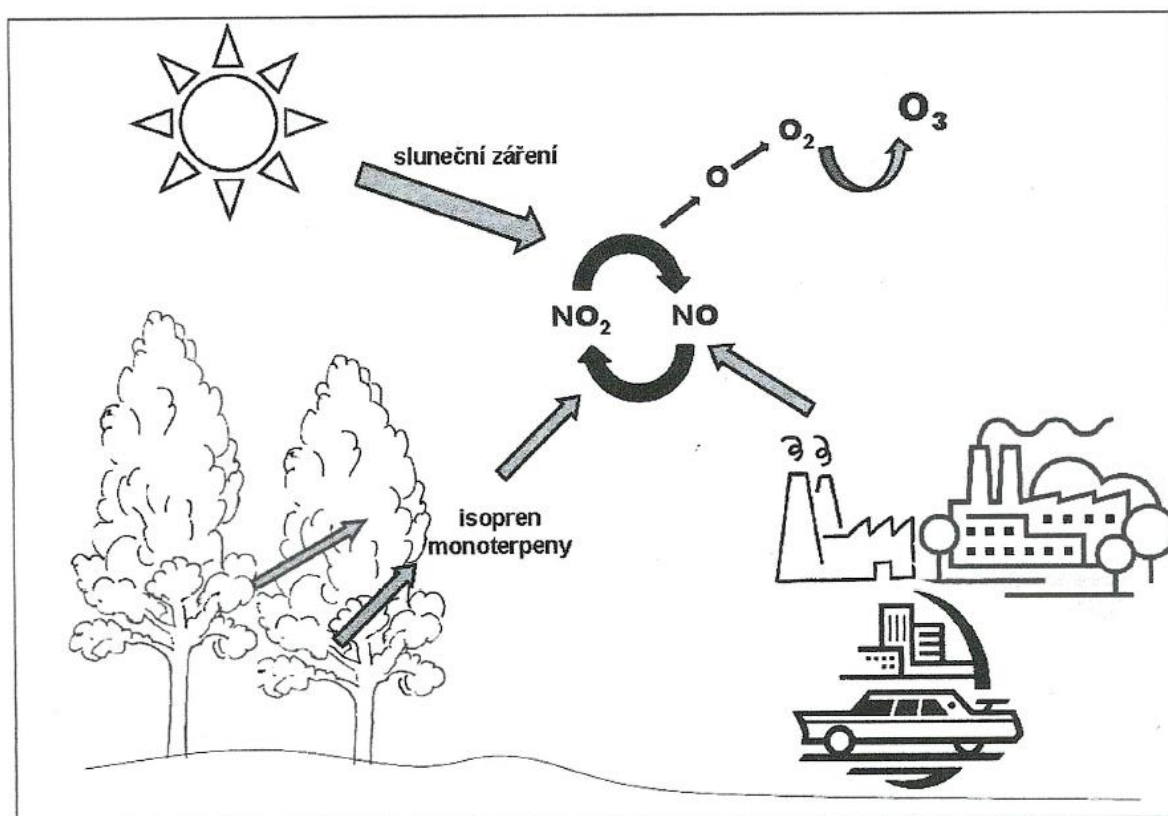
Obr. 1: Rozdíl v distribuci sluneční energie na suchém povrchu a v porostech dobře zásobených vodou.

Zdroj: J. Pokorný a kol., 2018: Význam zeleně pro klima města a možnosti využití termálních dat v městském prostředí; URBANISMUS A ÚZEMNÍ ROZVOJ, ROČNÍK XXI, ČÍSLO 1/2018; s. 27-28)

Isopren a monoterpeny patří k těkavým organickým látkám označovaným jako „BVOC“ (z angl. biogenic volatile organic compounds), které rostliny uvolňují prostřednictvím průduchů do ovzduší. Rostlinná emise BVOC se dostala do centra zájmu vědců zejména v posledních dvou desetiletích, po té, co bylo zjištěno, že tyto látky významně ovlivňují složení spodní vrstvy atmosféry - troposféry, tedy vzduchu, který nás bezprostředně obklopuje. Zhruba polovinu celkové světové produkce BVOC představuje isopren, dalších 10 - 15% monoterpeny, látky nám všem velmi dobře známé. Vůně jehličí - kouzlo vánoc. Každý, kdo šel jednou za teplého letního dne lesem, nebo postavil vánoční stromeček do teplého obýváku, je zná. Z biochemického hlediska je to typická vůně α a β -pinenu, myrcenu, limonenu a dalších v emisním spektru našich dřevin nejčastěji zastoupených monoterpenů. Isopren a monoterpeny jsou syntetizovány v listech, konkrétně v chloroplastech a mohou být rostlinami do ovzduší uvolňovány buď ihned anebo, pokud strom disponuje "úložnými

prostory", jako jsou např. pryskyřičné kanálky jehličnanů, jsou zde tyto látky ukládány ve formě silic a následně uvolňovány.

Isopren a monoterpeny jsou vysoce reaktivní látky, které v atmosféře velmi rychle (většinou už během několika minut) reagují s OH radikály a tím ovlivňují chemické složení pouze spodní vrstvy atmosféry. Jejich přítomnost ve vzduchu znečištěném oxidy dusíku (NO_x) za přítomnosti slunečního záření vede k fotochemickému vzniku troposférického ozonu, který má prokazatelně škodlivý vliv nejen na lidské zdraví. Stávají se také kondenzačním jádrem sekundárních aerosolů v atmosféře, přispívají ke kyselé depozici a ovlivňují celkové množství CO, tedy skleníkového plynu v atmosféře.



Obr. 30: Reakce terpenoidů ve znečištěném ovzduší

Globální světová produkce BVOC je cca 1,1 Gt uhlíku za rok. Oproti tomu je cca 0,15 Gt uhlíku z těkavých organických látek pocházejícího z antropogenních zdrojů jako je doprava, průmysl a zemědělství zcela zanedbatelné. Vliv BVOC na změny v atmosféře je proto velmi významný. V celosvětovém měřítku jsou nejpodstatnějším zdrojem emise těchto látek tropické deštné lesy. V lokálním měřítku však není ani emise jednotlivých stromů zanedbatelná, zvláště, rostou-li v prostředí znečištěného ovzduší či pod vlivem nejrůznějších stresových podmínek. V české krajině jsou největším zdrojem emise lesy, z našich zástupců pak především smrk a borovice, emitující především monoterpeny, ale také dub či většina druhů topolů, velmi silně emitující isopren. U nás tak častý buk emituje především

monoterpen sabinen. Druh a množství emitované látky se liší v závislosti na rostlinném druhu, stádiu vývoje a životních podmínkách rostliny.

S ohledem na význam isoprenoidů v atmosféře je samozřejmě důležité znát mechanismy regulace jejich emise. Zde věda došla k výraznému pokroku v posledních letech. Bylo zjištěno, že emise isoprenu i monoterpenů je závislá jednak na teplotě (to především u látek uložených uvnitř rostliny), a jednak je kontrolována současně probíhající fotosyntézou, protože část uhlíku, který rostliny vážou ve fotosyntéze je ihned zase uvolňována průduchy ve formě emise monoterpenů či isoprenu. Vzhledem k tomu, že ztráta uhlíku v této formě je pro rostlinu poměrně velká (od 1 % až do 20% fixovaného CO₂) nabízí se otázka, proč vlastně rostliny tolik investují do čeho, co ihned ze svého těla uvolňují?

Jako možná odpověď se nabízí obrana rostliny vůči různým formám stresu. Tato funkce isoprenu a monoterpenů je nyní intenzivně studována. Byly již prokázány antioxidační účinky těchto látek, které chrání rostlinu např. proti stresovým podmínkám vysokých teplot nebo zvýšené radiace. Isoprenoidy rostliny také ve zvýšené míře emitují na ochranu proti herbivorům nebo při mechanickém poškození.

Poslední studie dokazují, že antioxidačních účinků terpenoidů emitovaných stromy mohou zřejmě využívat i organismy v jejich okolí. Tak např. isopren přítomný v lesním vzduchu, chrání před tepelným stresem svého výrobce (tj. strom, který ho uvolňuje), zřejmě zvyšuje odolnost vůči teplotnímu stresu i u okolních stromů, které samy tuto látku emitovat neumějí. Laboratorní pokusy také již prokázaly, že isoprenoidy uvolňované rostlinami mají antioxidační účinky i pro živočichy, vyskytující se v jejich blízkosti.

Do budoucna se tedy nabízí otázka, zda nejsou tyto rostlinné antioxidanty využitelné i pro člověka. Pozitivní účinky již byly zjištěny např. v inhibici oxidace LDL (low density lipoproteins) v cholesterolu, tedy snižování škodlivého LDL cholesterolu a prevence arteriosklerózy. Terpenoidy uvolněné do vzduchu stromy také prokazatelně snižují hladinu glukózy v krvi u diabetiků a působí na pokles krevního tlaku. Ovlivňují také centrální nervovou soustavu, stabilizují autonomní nervovou aktivitu, léčí chronický stres a depresi. O těchto pozitivních účincích isoprenoidů však můžeme mluvit pouze při jejich emisi do ovzduší, které není znečištěno imisemi.

V poslední době se také mluví o uplatnění rostlinných terpenoidů v chemoprevenci či chemoterapii některých onkologických onemocnění.

Zdroj: R. Ryplová, 2014: Fyziologie rostlin, s. 77-79

Nebezpečí polétavého prachu



Co je to polétavý prach?

Jako polétavý prach jsou označovány především miniaturní tuhé částice, které se liší svou velikostí, chemickým složením i původem. Hlavními zdroji neviditelných prachových částic jsou především:

- spalovací procesy v těžkém průmyslu (hutě, spalovny odpadů, teplárny, elektrárny, kotelny),
- automobilová a nákladní doprava,
- vytápění domácností.

Za polétavý prach jsou považovány částičky menší než 10 mikrometrů (označeny jako PM₁₀ a PM_{2,5}). Částice PM₁₀ se dostávají do dolních cest dýchacích, jemnější PM_{2,5} pronikají až do plicních sklípků. Navíc na sebe navazují různé škodliviny (částice síranů, uhlíku), včetně karcinogenních látek (např.: arzen, kadmium, chrom, nikl, olovo nebo benzo(a)pyren, které jsou životu nebezpečné.

Výskyt prachu v životním prostředí

Polétavý prach je všudypřítomný. S vyššími koncentracemi se můžeme setkat především ve městech, která jsou zatížena průmyslovými zdroji a dopravou, nebo také v sousedství těžebních a cementářských provozů.

V menších městech a vesnicích je zdrojem prachu vytápění domácností kamny, která jsou ve špatném technickém stavu, nebo v nich jsou spalována nekvalitní paliva (případně odpad).

Jak nám polétavý prach škodí?

Vliv polétavého prachu na naše zdraví je zásadní.

I při jeho tzv. krátkodobém působení na člověka dochází ke:

- zvýšení počtu zánětlivých onemocnění plic (astma),
- nepříznivým účinkům na kardiovaskulární systém,

- zvýšení počtu hospitalizací,
- zvýšení potřeby léčiv a také k vyšší úmrtnosti.

Při dlouhodobém působení mají mikročástičky prachu za důsledek:

- zvýšený počet chronických onemocnění plic u dětí i dospělých (kašel a stížené dýchání),
- nevratné genetické změny,
- rakovinová onemocnění,
- poruchy plodnosti,
- předčasná úmrtí.



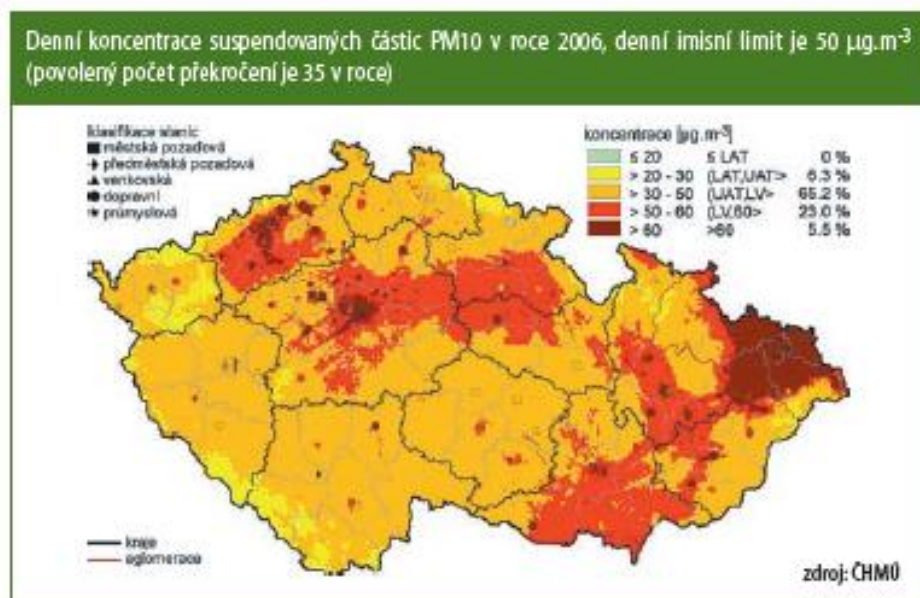
Kromě negativního vlivu na naše zdraví způsobuje polévací prach i nadměrnou ekonomickou zátěž společnosti v podobě:

- zvýšení počtu hospitalizací,
- zvýšení potřeby léčiv.

Podle statistik členských států Evropské unie **umírá na následky znečištění ovzduší kolem 370 000 lidí** a jen v Německu bylo prokázáno, že polévací prach má vliv na 65 000 úmrtí ročně. Experti odhadují, že vysoká koncentrace polévacího prachu každého z nás připraví o 9 měsíců života.

Která místa v republice jsou nejvíce zasažená?

Od roku 2002 se měří povinně koncentrace polévacího prachu na více než sto stanicích po celé republice. Vysokým koncentracím prachu bylo např. v letech 2005 a 2006 vystaveno přibližně 60 % populace.



I přes zlepšení v letech 2007 a 2008 však **stále dochází na řadě míst k překračování imisních limitů stanovených z hlediska ochrany lidského zdraví!**

Mezi města nejvíce zatížená polévacím prachem patří Ostrava, Karviná, Praha, Brno, Olomouc, Ústí nad Labem, Plzeň a další.

Studie Shrivastavi a Sharma z roku 2007 prokázala, že rostliny mohou fungovat jako biologické filtry, které odstraňují značné množství znečišťujících částic z atmosféry. Je to umožněno díky velké ploše listů a fyziologickým vlastnostem jejich povrchů (přítomnost trichomů nebo voskových kutikul).

Zdroje:

Tetiva T., 2010: Nebezpečí polétavého prachu. Ministerstvo životního prostředí.

Dostupné online z:

<https://www.mzp.cz/web/edice.nsf/9af90f28a8b1493bc1256fbe004bbefa/5bc8d18c9b814a6ec125772e00539b7a?OpenDocument>

Shrivastava N.G, a Sharma, C.S., 2007: Phytoremediation of particulate matter from ambient environment through dust capturing plant species, Central pollution control board, Ministry of Environment & Forests, Government of India, 137 s.

The sketchmap on the left shows the main structure of the settlement. The location of the village is depicted by a cluster of small houses. The main road is shown as a thick line. The sketchmap also includes a legend, a scale bar (0 to 50 m), and a north arrow.

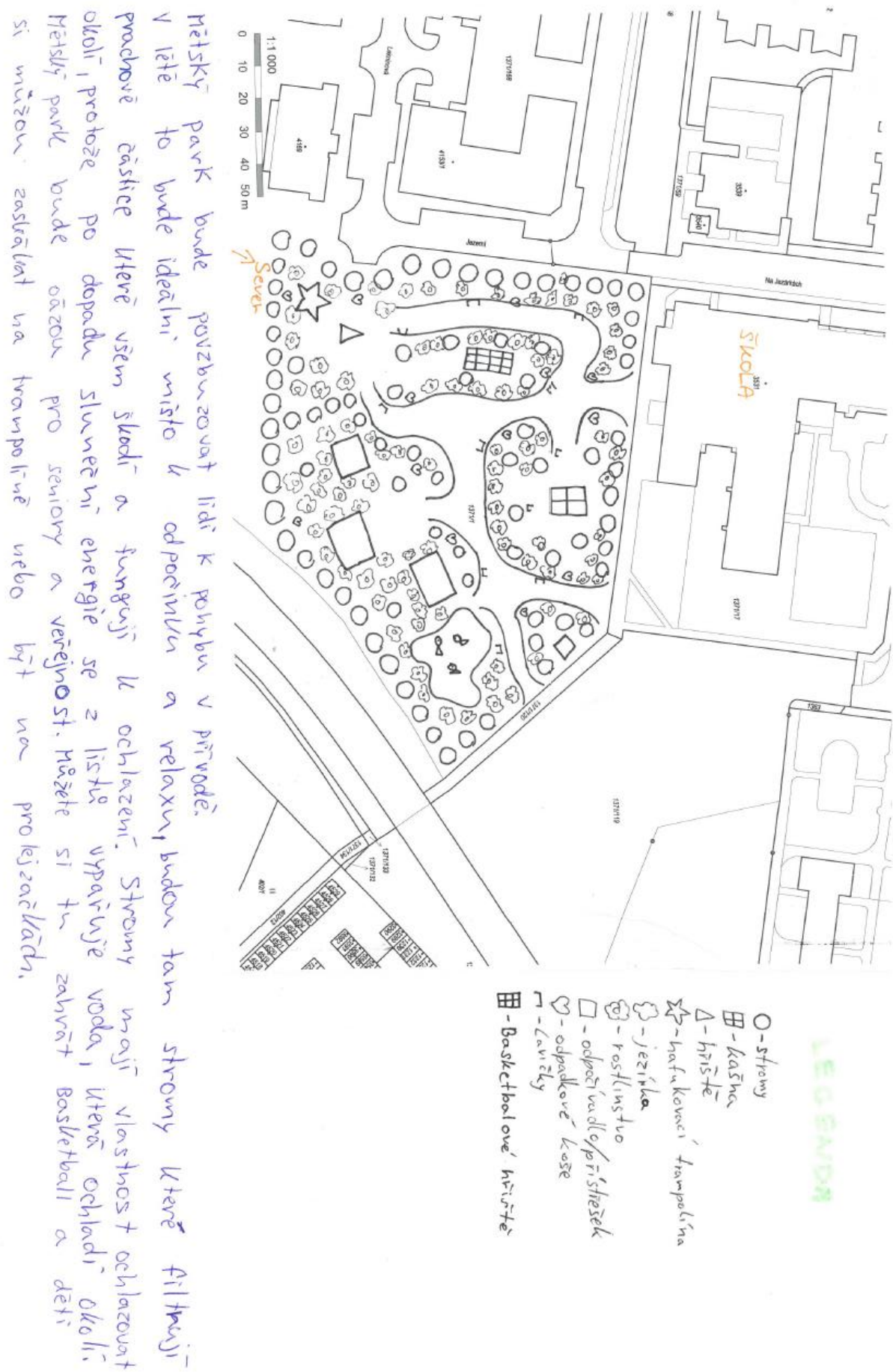
NÁVRH PÁRKU PŘED ŠKOLOU

PROC ZROVNA
PARK A NE
NAKU PMI CENTRUM?

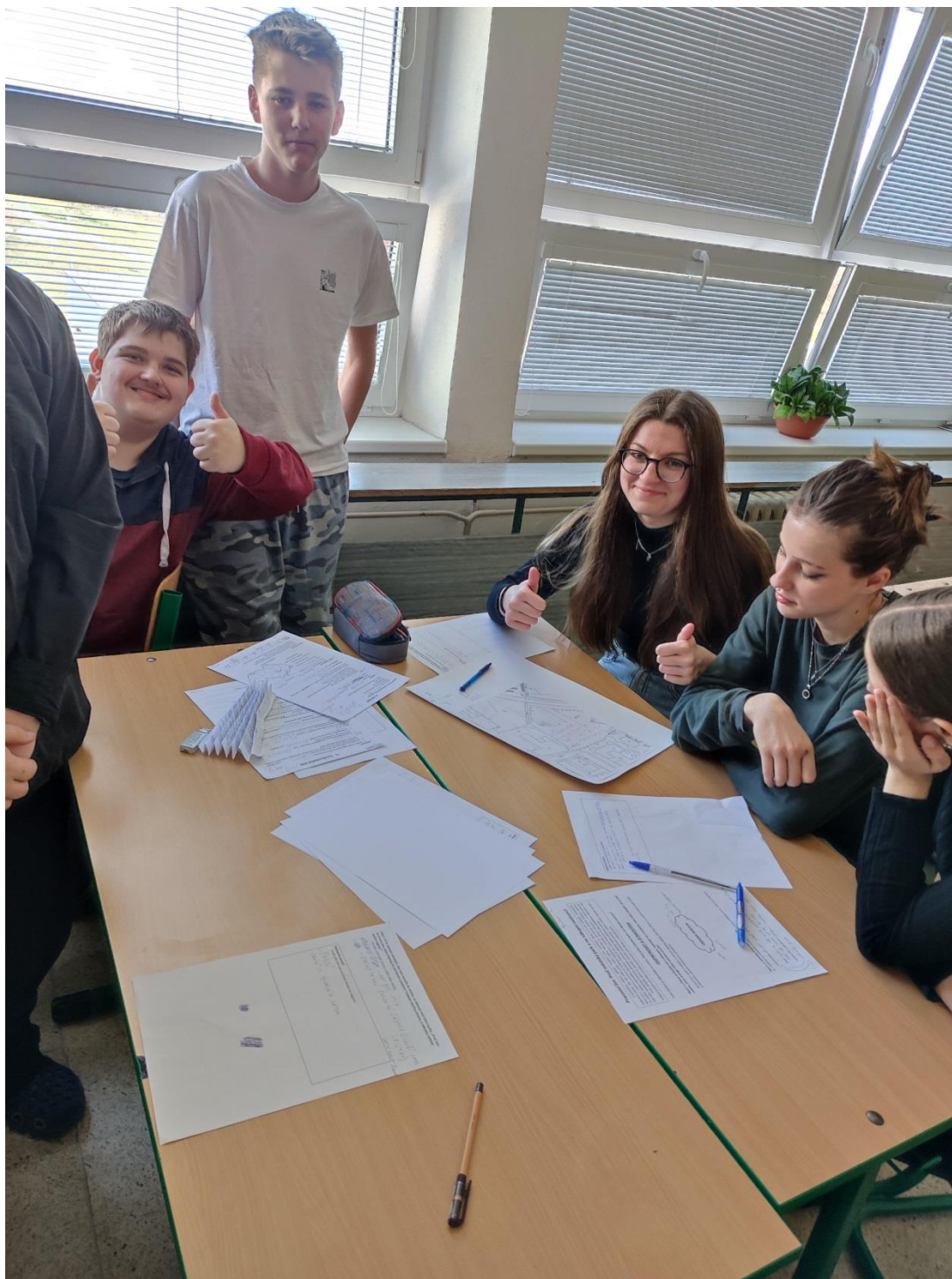
Odpočívání - čim' malován' pardu má mnoho způsobů a odpočívání proz. um.
U malů jeho způsobů se nachází obry, křivky a hran, velké velké, střední
malování. Takže malování pak jsou odlišnosti odpočívání a způsobů,
malování stromů, květin, jeho barevný svět. U panem klet' velkých parků obklopuje
obry a zároveň směr množství C² a obklopuje a separuje ho a jeho směr. Usm-
ot' jsou parky vel' ladit do prostředí.



Příloha č. 9 Ukázka návrhu městského parku



Příloha č. 10: Fotodokumentace



Obr. 13 Skupinová práce s učebními texty.

Foto: autorka práce



Obr. 14 Skupinová práce s učebními texty.

Foto: autorka práce



Obr. 15 Skupinová práce na tvorbě návrhu městského parku.

Foto: autorka práce



Obr. 16 Skupinová práce s učebními texty.

Foto: autorka práce



Obr. 17 Skupinová práce s učebními texty.

Foto: autorka práce