



Pedagogická
fakulta
Faculty
of Education

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

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Pedagogická fakulta

Katedra biologie

Bakalářská práce

Role vegetace v koloběhu vody v krajině - vliv badatelské výuky na úroveň žákovského porozumění tématu

Vypracovala: Michaela Koudelková

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

České Budějovice 2020

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

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

Datum: 17. 5. 2020

Podpis studenta:

Poděkování

Děkuji především paní RNDr. Renatě Ryplové, PhD. za vedení této bakalářské práce, její odborné rady a trpělivost.

Poděkování patří také ředitelům základních škol, za možnost uskutečnit tento výukový program na jejich školách, dále pak děkuji všem žákům za jejich spolupráci v hodinách.

Poděkování patří samozřejmě i mé rodině za veškerou podporu, které se mi nejen během studia dostává.

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá rolí vegetace v koloběhu vody v krajině a vlivem badatelsky orientované výuky na úroveň znalostí tohoto tématu u žáků devátých tříd.

V první části práce jsou nastíněny základní pojmy problematiky vody v krajině, vlivu vegetačního pokryvu na udržení vody v krajině, tokem vody v rostlinném těle, biotické pumpy a s ní související velký a malý koloběh vody.

Dále jsou uvedeny základní poznatky o badatelsky orientované výuce, jejím vlivu na výuku přírodovědných předmětů a zařazení tématu do RVP ZV.

Hlavním cílem této práce bylo vyhodnocení dotazníkového šetření, porovnávající úroveň znalosti žáků před a po skončení badatelsky orientované výuky. Nalezneme zde celkové vyhodnocení dotazníků, jednotlivých testových otázek, porovnání programu venkovní a vnitřní verze, vyhodnocení jednotlivých škol.

Závěry vzniklé vyhodnocením dotazníkového šetření potvrzují kladný vliv badatelsky orientované výuky na úroveň znalostí žáků v tomto tématu.

Klíčová slova: badatelsky orientovaná výuka, biotická pumpa, velký koloběh vody, malý koloběh vody

Abstract

This bachelor thesis deals with the role of vegetation in the hydrological cycle in the landscape and the influence of inquiry-based instruction on the level of knowledge of this topic of ninth-graders.

The first part of the thesis outlines the basic concepts of water in the landscape, the influence of vegetation cover on water retention in the landscape, the flow of water in the plant body, biotic pumps and related large and small water cycle.

Furthermore, the basic knowledge of inquiry-based instruction, its influence on the teaching of science subjects and the inclusion of the topic in the RVP ZV are presented.

The main goal of this thesis was to evaluate a questionnaire survey comparing the level of knowledge of students before and after inquiry-based instruction. Here we will find an overall evaluation of questionnaires, individual test questions, a comparison of the outdoor and indoor versions of the program, and an evaluation of individual schools.

The conclusions drawn from the evaluation of the questionnaire survey confirm the positive impact of inquiry-based instruction on the level of knowledge of students in this topic.

Key words: inquiry-based instruction, biotic pumps, large water cycle, small water cycle

Obsah

1. Úvod	7
2. Literární přehled.....	8
2.1. Voda v krajině – vývoj civilizací	8
2.2. Jak rostliny využívají sluneční energii.....	9
2.2.1. Latentní vs. pocitové teplo	9
2.2.2. Koloběh vody v závislosti na vývoji rostlinného krytu.....	11
2.2.3. Fotosyntéza	13
2.3. Voda v rostlinném těle	14
2.3.1. Příjem, transport a výdej vody	14
2.3.2. List	15
2.3.3. Průduchy	15
2.4. Biotická pumpa.....	17
2.4.1. Velký koloběh vody	18
2.4.2. Malý vodní cyklus	19
2.5. Začlenění tématu do výuky v rámci RVP ZV	21
2.6. Badatelsky orientovaná výuka	23
2.6.1. Pojem bádání.....	23
2.6.2. Význam učitele	24
3. Metodika	26
3.1. Průběh badatelsky orientované výuky.....	27
4. Výsledky.....	29
4.1. Vyhodnocení jednotlivých testových otázek.....	29
4.2. Celkové vyhodnocení dotazníků.....	37
4.3. Vyhodnocení jednotlivých škol.....	39
5. Diskuze	44
6. Závěr.....	48
7. Seznam literatury	49
8. Zdroje obrázků	52
9. Přílohy	54

1. Úvod

Ve sdělovacích prostředcích stále častěji slyšíme o obrovském suchu střídaném na mnoha místech bleskovými povodněmi, o klimatické změně, tropických bouřích a tajfunech. Zároveň zjišťujeme, jak málo je společnost informovaná o vlivu vegetačního pokryvu na rozložení vody v krajině, a to nejen ta laická ale i studenti pedagogických fakult (Ryplová a Pokorný, 2019) či pedagogové samotní (Hotařová, 2019).

Při realizaci této práce se podařilo propojit dva důležité aspekty, a to problematiku nedostatku vody a její souvislost s vegetačním pokryvem a výuku žáků devátých tříd, zastupujících budoucí společnost, která bude v mnoha ohledech ovlivňovat budoucí osud naší planety.

Žáci devátých tříd již mají dostatečné znalosti, nutné k pochopení této problematiky a utvoření si co nejširšího pohledu na svět. Zároveň mnoho z nich se již ve svém dalším studiu na středních a středních odborných školách s výukou přírodopisu neseťká. Proto v tomto výzkumu chceme ohodnotit nakolik jsou žáci devátých tříd schopni propojit informace získané v přírodopisu, zeměpisu, fyzice a chemii.

Mnozí z nich doposud o provázanosti vody a vegetace nic neslyšeli. Pokud by se podařilo zařadit toto téma do osnov výuky přírodopisu, či jen formou projektových dnů rozšiřovat informovanost žáků, mělo by to jistě velký význam. Jde především o to, aby si žáci vytvořili vlastní názor na příčiny globálních problémů a možnosti jejich nápravy, založený na vědecky správném základu.

2. Literární přehled

2.1. Voda v krajině – vývoj civilizací

Lidské civilizace se vždy rozvíjely a rozvíjejí v úrodné krajině s dostatkem vody. Tuto krajinu lidé svojí činností intenzivně přeměňovali k obrazu svému. Vnik a vývoj všech civilizací má některé společné rysy: v počátcích člověk odvodňoval močály, žďářil lesy a domestikoval zvířata, která spásala trvalé travní porosty. Pěstoval obilniny, které jsou vyšlechtěny ze stepních trav a jejichž kořeny nesnáší zatopení. V důsledku zasolování půd byla původně pěstovaná pšenice postupem času nahrazena odolnějším ječmenem, který zasolení půd lépe snáší. Čím více člověk odvodněnou krajinu zavlažoval, tím rychleji půdy v důsledku vysokého zasolení přestávaly rodit. Civilizace tímto zjednodušeně popsaným způsobem vyčerpala svoji krajinu a v tomto místě nakonec zanikla. Tento konec byl typický pro Mezopotámii, Egypt, Persii, údolí Indu, území ve Střední Americe či střední Jordán (Pokorný a Dvořáková 2011; Pokorný 2014).

Dnes v rozvinutých zemích pracuje v zemědělství méně než 5 % populace. A lidé žijící ve městech ztratili kontakt s okolní krajinou a neuvědomují si, jak zemědělci a lesníci ovlivňují kvalitu vody a klima dané oblasti. V mírném pásmu zaujímal původní klimaxový les před rozvojem zemědělství asi 90 % plochy. Tento les byl složen z mnoha druhů dřevin různého věku. Dnes lesy tvoří stejnověkové monokultury, jejichž biomasa je z lesů odvážena. Lesy jsou často odvodněné a koloběh živin je otevřený (Pokorný a Dvořáková, 2011; Pokorný, 2014). Problematika otevřeného koloběhu vody bude rozebrána dále v této práci.

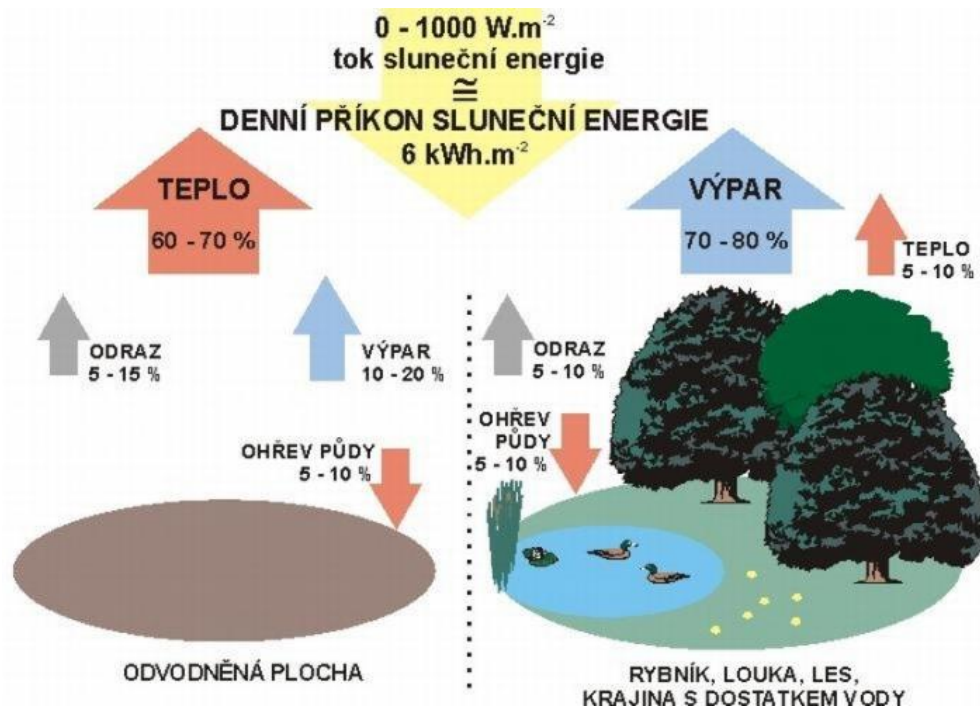
Když lidé hovoří o koloběhu vody často ji vnímají pouze v její tekuté formě, jako srážky a vodu v říčních tocích a rybnících. Méně často do ní zahrnují i vodu obsaženou ve vodní páře, vodu uloženou v krajině, v půdě a tělech rostlin a ostatních organismů (Pokorný a Dvořáková, 2011). Takto zkrešený model koloběhu vody nalezneme například i v učebnici Zeměpis 6 Přírodní obraz Země, 2 díl. Přestože tato učebnice vznikla v souladu s tehdy platným RVP ZV (rámcově vzdělávací plán pro základní vzdělávání), není v koloběhu vody zmíněn fakt, že se voda vypařuje také z rostlin a zemského povrchu mimo řeky a jezera (Hübelová et al., 2016).

2.2. Jak rostliny využívají sluneční energii

Množství sluneční energie, dopadající na zemský povrch, je ovlivněno mnoha faktory, které souvisí s délkou slunečního svitu, zeměpisnou šířkou (směrem k pólům se množství záření zmenšuje), orografií dané oblasti, ale i třeba oblačností. Sluneční energie tedy přímo vstupuje do hydrologického cyklu a ovlivňuje vodní režim dané oblasti (Čížková et al., 2017).

2.2.1. Latentní vs. pocitové teplo

Jak uvádějí Kravčík et al. (2007), Pokorný (2014) či Čížková et al. (2017) v našich zeměpisných šířkách je průměrný roční úhrn záření od 1000–1150 kWh/m². Osud této energie je závislý na přítomnosti vody v daném ekosystému, jak znázorňuje obr. č. 1. Tato energie je distribuována mezi dva hlavní toky tepla, a to teplo pocitové a teplo latentní. Latentní teplo, které lze též označit jako skupenské teplo vypařování, je množství energie, kterou musí voda přijmout, aby se přeměnila v páru. Pokud jej přepočteme na jeden kilogram látky, pak mluvíme o měrném skupenském teple, které je 2 243,7 kJ/kg (za normálního atmosférického tlaku 1013,25 hPa a teplotě 25 °C). Tj. množství energie spotřebované na výpar každého litru vody bez zvýšení okolní teploty (Kravčík et al., 2007). Tato energie je opět uvolněna do okolního prostředí při kondenzaci vodní páry na chladnějším místě a to ve formě horizontálních srážek v podobě rosy nebo jinovatky (Čížková et al., 2017).



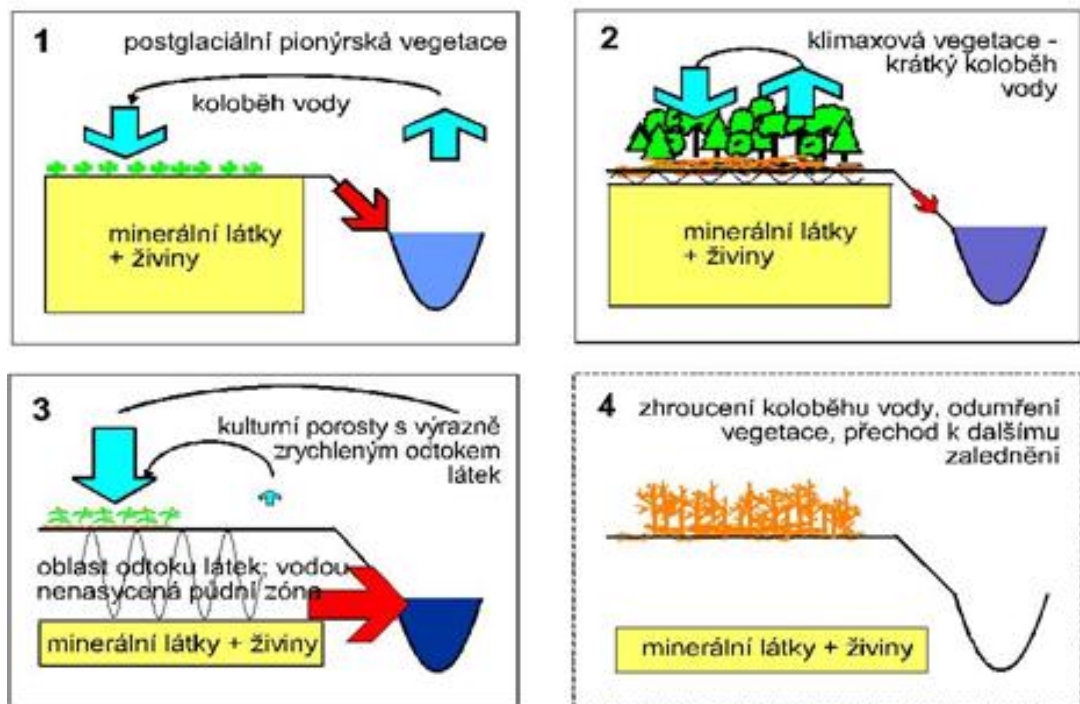
Obr. č. 1: Porovnání distribuce sluneční energie dopadající na odvodněnou plochu a na krajinu dobře zásobenou vodou (Pokorný, 2001).

V krajině dobře zásobené vodou se až 80 % energie spotřebuje na výpar, který bezprostředně neohřívá prostředí, zatímco ve vysušené krajině je 60 % této energie spotřebováno na pocitové teplo, které ohřívá okolní vzduch (Pokorný, 2019).

Ještě v této souvislosti nezapomeňme na vztah mezi teplotou a vlhkostí vzduchu. Kdy se zvyšující se teplotou vzduchu nad povrchem dochází ke zvyšování schopnosti vzduchu přijímat vodní páru. Mění se tedy vodní sytostní doplněk, který představuje v podstatě sací tlak pro vodní páru. Je tedy rozdíl mezi výparem z volné vodní hladiny, který se v důsledku přicházejícího teplého vzduchu z okolí zvyšuje, a výparem z vegetace, která transpiraci může tlumit zavíráním průduchů. Vlhkost vzduchu je klimatickým prvkem, který má vliv na evapotranspiraci a zároveň ovlivňuje vlastní ekosystém. Vysoká intenzita výparu, například z mokřadů, umožňuje přenos vody do atmosféry a vznik kupovité oblačnosti, která ovlivní celkovou energetickou bilanci odstíněním a výrazným zvýšením albeda (Čížková et al., 2017).

2.2.2. Koloběh vody v závislosti na vývoji rostlinného krytu

Na problematiku funkce rostlinstva v koloběhu vody v krajině se lze zaměřit z poněkud širší perspektivy, od doby posledního zalednění zhruba 12 000 let př.n.l., tedy od vzniku trvalého vegetačního pokryvu. Pro lepší názornost a snazší pochopení celé problematiky související s tokem látek a energií, ale i důsledků působení lidské činnosti si popíšeme obr. č. 2. Obrázek č. 2 znázorňuje tento vývoj, který je rozdělen do 4 fází (Eiseltová et al., 1996).



Obr. č.2 : Koloběh vody a odtok látek v různých stádiích vývoje krajiny (Ripl, 1995)

V první fázi vidíme postglaciální pionýrskou vegetaci. Zde je počátek rozvoje půdy a vegetace, jako takové po ústupu ledovce. Vodní toky formovaly ráz krajiny především povrchovou erozí. S primární fází je spojen velký koloběh vody a s ním související počáteční vysoký odtok minerálních látek, který se s rozvojem vegetačního pokryvu postupně snižoval (Eiseltová et al., 1996). Vegetace připomínala tundru a srážky byly značně nepravidelného charakteru (Pokorný a Dvořáková, 2011).

Druhou fází je klimaxový stupeň, přirozený rozvoj vegetace vytvořil na rozsáhlých plochách dlouhodobě ustálené formy vegetace, které nazýváme klimax (Pokorný a Dvořáková, 2011). Její další rozvoj je tak u konce a limitujícím faktorem se

stává prostor. Vzájemné časoprostorové propojení organismů vede k propojení a zvýšení účinnosti ekosystému. Rostliny recyklují dostupné látky a živiny, regulují koloběh vody a primární produkci pomocí evapotranspirace. Systém se tedy stává uzavřeným s minimálními ztrátami vody, energie, minerálních látek a živin (Eiseltová et al., 1996).

Třetí fáze znázorňuje rušivou činnost člověka, který od roku 1500 př.n.l. kultivuje krajinu se stále se zvyšující intenzitou. Tato činnost souvisí s opětovným otevřením velkého koloběhu vody a z něj vyplývající i zvýšený odtok minerálních látek a živin. Za povšimnutí stojí i značné rozkolísání hladiny spodní vody v souvislosti s degradací porostů související se vznikem zemědělství. Ještě výraznější vliv na koloběh vody měl vznik industriální společnosti a s ní související raketový růst měst a zastavěných ploch. Na územích s nízkým vegetačním pokryvem dochází ke klesání evaporačního potenciálu a s ním je spojen pokles srážek (Eiseltová et al., 1996). V krajině celkově ubývá zelená voda vázaná v organismech a půdě. Srážky mají často přívalový charakter a střídá se sucho a povodně. S úbytkem drobných srážek souvisí zvýšení teplotních rozdílů mezi dnem a nocí (Pokorný a Dvořáková, 2011).

Čtvrtý stupeň znázorňuje hynutí vegetačních porostů a zničení ochlazovacích systémů, na které navazuje celkové zhroucení koloběhu vody. Čím větší jsou současné zásahy do vodní rovnováhy tím rychleji dochází k degradaci povodí a nastupuje proces desertifikace krajiny, tak jako tomu bylo u starověkých kultur například v Mezopotámii, nebo v severní Africe (Eiseltová et al., 1996).

Jak uvádí Pokorný (2014) zhroucení vodního systému lze pozorovat i v dnešní době např. v keňské oblasti Mau Forest. Tato oblast je mapována přes dvacet let a výsledky hovoří jasně. Za posledních 15 let došlo v této oblasti k vykácení téměř 200 000 ha lesa a jeho přeměnění na zemědělskou půdu. V důsledku čehož zde došlo ke změnám, které lze jednoznačně označit za změny klimatu. V období dešťů zde téměř neprší a celá oblast je sužována vysokými teplotami a extrémním suchem. V souvislosti s úbytkem vegetačního pokryvu je dobře patrné odvodnění oblastí Východoafrické propadliny, Viktoriina jezera či řeky Sondu Miriu.

2.2.3. Fotosyntéza

Při fotosyntéze dochází k využití méně než jednoho procenta dopadající energie ze slunečního záření a k její přeměně v energii chemických vazeb organických látek. Organismy, které jsou této přeměny schopné, označujeme jako primární producenty biomasy. Svoji schopnost získaly díky přítomnosti speciální organely – chloroplastu, obsahující zelené fotosyntetické barvivo chlorofyl. Jedná se o nejmenší funkční jednotku, která je schopná absorbovat sluneční záření, fixovat CO₂ a tento uhlík zabudovat do struktury cukru (Beránková, 2001; Pavlová, 2005). Chloroplasty mají dvojitou povrchovou membránu a specifický systém vnitřního uspořádání, který nazýváme thylakoid. Vnitřní prostor chloroplastu nazýváme stroma. Pokud na sebe jednotlivé thylakoidy těsně nasedají, nazýváme je grana. Vnitřní prostor thylakoidů nazýváme lumen, a je vyplněn vodou a rozpuštěnými solemi (Procházka, 2007).

Fotosyntézu, přestože se jedná o velmi složitý proces mnoha chemických reakcí, můžeme vyjádřit chemickou rovnicí: $6 \text{CO}_2 + 12 \text{H}_2\text{O} + \text{energie} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{H}_2\text{O}$ (Pavlová, 2005).

Průběh fotosyntézy můžeme rozdělit na dva oddělené děje, a to na primární a sekundární fázi (Calvinův cyklus). Primární fáze probíhá v membránách thylakoidů za přítomnosti světelného záření o vlnové délce 380 - 710 nm. Uvolněné elektrony s vysokým obsahem energie, vzniklé zachycením záření na chloroplastech, procházejí elektron – transportním řetězcem a jejich energie je využita k tvorbě ATP a NADPH (adenosintrifosfát, nikotinamidadeninukleotidfosfát). Dochází k rozštěpení molekuly vody a tím k uvolnění kyslíku, který difunduje ven z buňky jakožto odpadní produkt (Závodská, 2006).

Sekundární fáze probíhá ve stromatu chloroplastů a pro její průběh není nezbytné sluneční záření. Dochází k asimilaci CO₂ za využití produktů primární fáze fotosyntézy. Dochází k navázání CO₂ na ribulózu-1,5-bisfosfát, katalyzátorem je enzym Rubisco, vzniká nestabilní šestiuhlíkatý produkt, který se rozpadá na 3 - fosfoglycerát, který reaguje s ATP a NADPH za vzniku glyceraldehyd – 3 – fosfátu. V cytoplazmě pak z těchto tříuhlíkatých cukrů vznikají šestiuhlíkaté cukry – glukóza, fruktóza, ze kterých se skládá sacharóza (Beránková, 2001; Pavlová, 2005; Závodská, 2006).

2.3. Voda v rostlinném těle

Fakt, že na naší planetě by bez vody nevznikl život, je znám, stejně jako skutečnost, že živočichové ani rostliny bez ní nemohou existovat. Podrobně rozebereme, jakým způsobem se voda do rostlin dostává, jak s ní rostliny hospodaří i jak opouští rostlinné tělo (Penka, 1985).

2.3.1. Příjem, transport a výdej vody

Hlavním místem vstupu vody z vnějšího prostředí je kořen. Každý kořen má svoji neaktivnější zónu příjmu 10–50 mm od kořenové špičky. Zároveň v tomto prostoru dochází k nejčastější tvorbě kořenových vlásků, které zvětšují sorpční plochu kořenů. Příjem vody je možný pouze tehdy, je-li vodní potenciál půdního roztoku větší, než vodní potenciál vody uvnitř kořenů. Rychlost, kterou je voda přijímána tedy závisí na rozdílu potenciálů, které umožňují vodě stoupat vzhůru, ale i na vodivosti v příčném směru tedy od pokožky ke xylému. Vodivé elementy xylému jsou dokonale vyvinuty. Čím je kořen starší, tím více klesá jeho sorpční aktivita (Procházka, 2007).

Rostliny mají vyvinutý specializovaný transportní systém. Vodivé složky xylému vytvářejí u krytosemenných rostlin cévy a cévice, u nahosemenných pouze cévice. Tento systém funguje na poměrně jednoduchém principu kohezní teorie, kdy se v úzkých kapilárách o průměru pouhých 10 nm se snižuje tlak až o 30 MPa. Tento podtlak se stává hybnou silou, pokud na konci vodivých drah, tedy v listech, dochází k vypařování. Jednotlivé cévy a cévice nejsou uloženy vedle sebe, ale celým kmenem se složitě proplétají. Díky tomu může vést voda z kořenů do kmene v jedné části a zároveň ústít do mnoha větví i na opačné straně stromu. Toto uspořádání je velmi praktické, pokud dojde k odstavení některých cév a cévic.

Maximální rychlost toku vody u dřevin se širokými cévami jako mají např. duby, jasany a jilmy je až 45 m/h. Ještě vyšší rychlost může být u některých lián. U druhů s úzkými cévami jako je např. bříza, ovocné stromy a všechny jehličnatých stromů bývá maximální rychlosti toku vody 1-6 m/h. Cévní svazky vstupují do listů, kde jsou patrné jako listová žilnatina (Procházka, 2007; Luštinec a Žárský, 2003).

Rostliny si z celkového množství přijaté vody ponechávají v těle asi 2 % z celkového příjmu. Zbývajících 98 % vydají do okolního prostředí formou transpirace - plynná forma, či formou gutace – kapalná forma. Transpirace jakožto výdej vodní páry z povrchu rostliny nejčastěji rozlišujeme na listovou a mimolistovou. Největší

podíl transpirace připadá na listovou. Transpirující list není plně nasycen vodou, proto vodní potenciál zůstává na nízké úrovni. Čím je transpirace intenzivnější, tím více se projevuje jako síla, která táhne vzestupný proud vody tělem rostliny a působí tak na nasávání vody kořeny (Procházka, 2007).

2.3.2. List

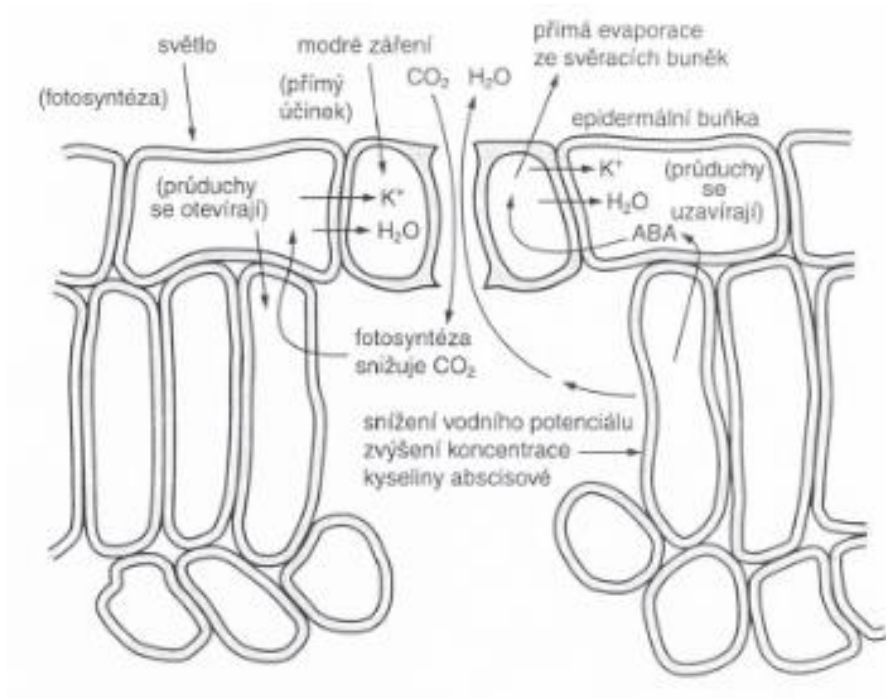
Nejdůležitějším transpiračním orgánem je list. Listy můžeme dělit opět z několika hledisek, prvním z nich je rozložení mezenchymu, jakožto hlavního pletiva. Takové listy pak dělíme na monofaciální a bifaciální. Monofaciální list má na obou stranách palisádový parenchym (nelze tedy rozlišit, která strana je svrchní a která spodní) a uprostřed parenchym houbový. Naopak bifaciální list má z vrchní strany palisádový parenchym a ze spodní strany houbový parenchym. Na povrchu každého listu se nachází pokožka (epidermis), jejíž vnější strana může být chráněna kutikulou (Procházka, 2007). V pokožce se nachází průduchy (stomata) na jejichž tvar a funkci se zaměříme. Na transpiraci má vliv i tvar a velikost listů, kdy malé a členité listy, mají vyšší rychlost transpirace (Luštinec a Žárský, 2003).

2.3.3. Průduchy

Průduchy pokrývají asi 1 % povrchu listu, přesto jich může být v závislosti na konkrétním rostlinném druhu i několik set na 1 mm² (Procházka, 2007). Průduchy jsou složeny ze dvou svěracích buněk ledvinitého tvaru, mezi nimiž se při otevírání vytváří štěrbinu. Významnou funkci hrají i buňky podpůrné, které mají epidermální původ. Průduchy se mohou otevírat a zavírat díky změnám objemu vody a tím i změnám turgoru. Odlišné je i uspořádání mikrofibril, kterými je vnitřní stěna zesílená. Při zvýšeném turgoru se tedy buňky vyklenou a vytvoří mezi sebou štěrbinu (Luštinec a Žárský, 2003). Ve svěracích buňkách dochází k náhlému zvýšení osmotického tlaku, s čímž souvisí tok K⁺ iontů do buňky. Dochází též ke stimulaci protonových pump, s čímž souvisí vzrůst H⁺ na vnější straně membrány. Při zavírání průduchů je naopak činnost protonových pump inhibována a dochází ke zpětnému transportu K⁺ (Procházka, 2007).

Existuje mnoho podnětů, které spouští mechanismus zavírání a otevírání průduchů. Celý tento proces včetně všech faktorů, ovlivňujících funkci průduchů, je znázorněn na obr. č. 3. Prvním z nich je vliv světla, kdy bylo zjištěno, že největší význam má světlo modré (430 - 460 nm), které ve velkém měřítku ovlivňuje činnost protonových pump. Dalším faktorem je koncentrace CO₂, kdy při nízkých hodnotách dochází

k otevírání a při vysokých k jejich uzavírání. Dalším významným faktorem je turgor (Procházka, 2007). Při poklesu obsahu vody v buňkách dochází k nárstu koncentrace kyseliny abscisové, která je jedním z hlavních fytohormonů, a dochází k uzavírání průduchů, což chrání list před nadměrnou ztrátou vody a tento faktor je nadřazen všem předchozím (Luštinec a Žárský, 2003).



Obr. č. 3: Mechanismus otevírání a uzavírání průduchů (Luštinec a Žárský, 2003).

2.4. Biotická pumpa

Voda podmiňuje život na zemi a opouští kontinenty přirozeným odtokem do moří a oceánů. Z globálního hlediska jsou zásoby vody na kontinentech velmi malé, uložené především v ledovcích, jezerech, a půdě. Kdyby se zastavil přísun vody z oceánů, veškerá voda na pevnině by odtékla během několika málo let. (Makarieva a Gorshkov, 2010).

Evoluce systémem biotické pumpy, zobrazené na obrázku č. 4, vyřešila dvě základní otázky – jak dostat vodu hluboko do nitra kontinentů a jak toto zásobování stabilně udržet (Makarieva a Gorshkov, 2010).



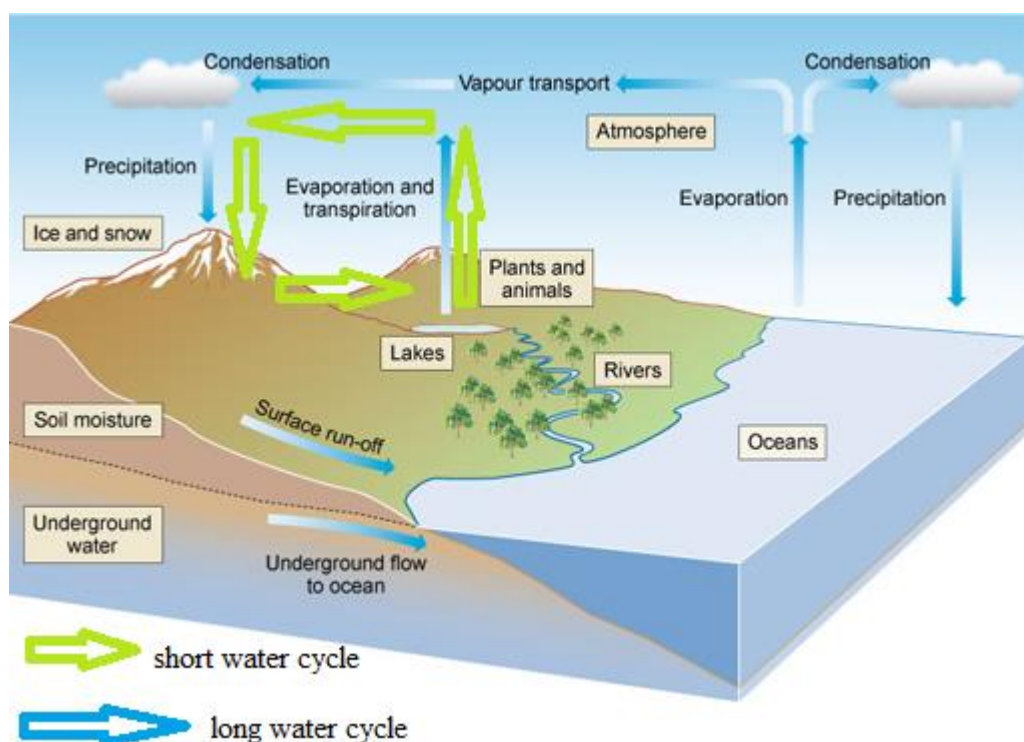
Obr. č. 4: Znárodnění a) fungující biotické pumpy transportující vlhkost na kontinent; b) narušení mechanismu biotické pumpy (Makarieva a Gorshkov, 2010).

Shodneme se, že voda odtékající z kontinentů má obrovskou sílu, a proto reverzní transport vody zpět na kontinent v kapalně formě by byl značně energeticky náročný. Voda se tedy na pevninu „dopravuje“ atmosférou ve formě vodní páry. Vodní pára transportovaná z oceánu kondenzuje nad pevninou a tím ji zásobuje vodou. Čím je ale ovlivněn fakt, že se vlhký vzduch sráží právě nad pevninou? Na pevnině s dostatečným vegetačním pokryvem je především u lesů vysoký index plochy listů, který zajišťuje vysokou evapotranspiraci, která může být vyšší než evaporace z povrchu oceánů. Následkem evapotranspirace je vzduch nad lesem syčen vodní párou (Čížková et al., 2017). Vodní pára během noci kondenzuje, což se projeví v atmosféře výrazným poklesem tlaku vzduchu nad danou oblastí (Čermák, 2017). Díky sníženému tlaku vzduchu se nasává vzduch horizontálně a vzniká horizontální tlakový gradient (Čížková et al., 2017). Vzduch pak proudí k oblastem nízkého tlaku, a nese s sebou vlhký vzduch od oceánu. Les, a především vzduch nad ním je v tomto případě v roli příjemce – akceptora vlhkosti přicházející od oceánu, a oceán se ocitá v roli donora této vlhkosti (Pokorný, 2014). Globální model rozložení dešťových srážek ukázal, že pokud je kontinent pokryt vzrostlým lesem nedochází k exponenciálnímu poklesu srážek od pobřeží, ale naopak k jejich mírnému vzrůstu, a to i na vzdálenosti větší než 3000 km (Čermák, 2017).

Odlesnění krajiny vede k narušení mechanismu biotické pumpy, které se projeví především v centrálních oblastech kontinentů, neboť dochází ke snížení množství importované vlhkosti. Pokud by odlesnění takovýchto ploch znamenalo pouhý pokles množství srážek, jednalo by se asi o 15% pokles z celkového množství, což je jistě průkazný úbytek, ale jeho následky by nebyly nijak katastrofální. Pokud ale dojde v důsledku kácení k narušení samotného mechanismu biotické pumpy – tj. přerušení transportu vlhkosti od oceánu, pak budou tyto následky daleko rozsáhlejší. Bez přísunu vlhkosti od oceánu, pak nebude v dané oblasti dostatek vody pro výpar a tím dojde k výraznému snížení intenzity koloběhu vody. Pro oblasti amazonského pralesa by takovýto zásah dle odhadů Makarievy a Gorshkova znamenal pokles intenzity srážek až o 90 % (Pokorný, 2014).

2.4.1. Velký koloběh vody

Pojmy uzavřený a otevřený koloběh vody byly zmíněny v předchozí kapitole - koloběh vody v závislosti na rostlinném krytu. Na obr. č. 5 je znázorněno porovnání obou typů, velkého i malého koloběhu vody.



Obr. č. 5: Porovnání velkého a malého vodního cyklu (upraveno podle The Open University, 2016).

Velký, otevřený, též dlouhý koloběh vody lze definovat jako výměnu vody mezi oceánem a pevninou. Z celkového úhrnu srážek vzniklých výparem padá 74 % těchto srážek nad oceánem a 26 % nad pevninou. Z této vodní bilance vyplývá, že moře a oceány prostřednictvím srážek a výparu dotují pevninu jistým objemem vody, který se nad ní dostává pomocí termodynamických proudů (Kravčík et al., 2007). Tyto proudy, můžeme označit jako biotickou pumpu, jsou schopné dostat se na velké vzdálenosti do vnitrozemí kontinentů (Makarjeva a Gorshkov, 2010).

Část vody spadlá na pevninu dosáhne hladiny podzemní vody a odteče podzemním odtokem, část vody užijí rostliny k opětovnému vypaření. Zbytek a také největší podíl této vody odteče povrchovou říční sítí zpět do moří a oceánů. Za rovnovážných podmínek z kontinentu odteče do moří a oceánů stejné množství vody, jakým byla pevnina dotována prostřednictvím srážek. (Kravčík et al., 2007).

K odvodňování kontinentů dochází, pokud je povrchový odtok větší, než je srážková dotace oceánu pevnině. Zapřičiňuje jej především činnost člověka, kdy se systematicky snižuje vsakování dešťové vody. Odlesňováním, urbanizací, či polním hospodařením je voda co nejrychleji odváděna do moře. Na pevnině se snižuje půdní vlhkost, klesá hladina podzemní vody, chradne vegetace a snižuje se výpar (Kravčík et al., 2007). Voda, která se v této oblasti vypaří v ní již nekondenzuje, protože tlak vodních par nedosahuje rosného bodu. Srážky přicházejí nepravidelně, období sucha střídají období dešťů a přívalové deště. Nedostatek drobných srážek, především horizontálního charakteru (rosa, mlha, jinovatka), vede ke zvyšování teplotních rozdílů mezi dnem a nocí (Pokorný a Dvořáková, 2011). Toto rozkolísání denních teplot se však nemusí na první pohled projevit na denním teplotním průměru (Pokorný, 2019). Záměrným zadržováním a zpomalováním dešťové vody v meandrujících říčních korytech, mokřadech, záplavových loukách a udržováním vegetačního pokryvu především lesního charakteru by šlo zastavit odvodňování a vrátit tak chybějící vodu kontinentům (Kravčík et al., 2007; Čížková et al., 2017).

2.4.2. Malý vodní cyklus

Lze definovat jako uzavřený koloběh vody, při kterém voda, vypařená nad pevninou, spadne v podobě srážek nad tím stejným pevninským prostředím. Označení malý koloběh vody může svádět k mylné představě, že je v něm obsaženo málo vody. Opak je ale pravdou. Když se zaměříme na průměrné roční srážky, které spadnou nad

pevninou, z celých 720 mm tvoří přísun z moří pouze 310 mm. Zbytek, a tedy i většinu, 410 mm si pevnina dotuje ze svého výparu. Prostřednictvím malého koloběhu vody se 50-60 % dešťové vody podílí na zpětné tvorbě srážek nad pevninou (Kravčík et al., 2007).

Tento cyklus je typický pro hydrologicky zdravou krajinu, krajinu nasycenou vodou a vodními parami, v níž voda cirkuluje v malých množstvích a na relativně krátké vzdálenosti. Většina vody, která se odpaří a pak zase srazí v dané oblasti nebo v její blízkosti. Děje se to díky rozdílu teplot mezi dnem a nocí.

Tyto srážky mají především charakter horizontálních srážek ve formě rosy, mlhy a jinovatky (Čížková et al., 2017). Evapotranspirace tlumí přehřívání krajiny přes den, v noci zabraňuje výraznému poklesu teploty, uvolněním skupenského tepla při srážení vodní páry. Krajina má tak vyrovnané teploty v čase (mezi dnem a nocí) i v prostoru (mezi jednotlivými místy) (Pokorný a Dvořáková, 2011). Časté a pravidelné místní srážky udržují vyšší hladinu podzemní vody a tím i vegetaci a výpar a celý cyklus se tak může neustále opakovat (Eiseltová et al., 1996; Kravčík et al., 2007).

Uzavření koloběhu vody vyžaduje relativně chladnější plochu krajiny, kde dochází ke kondenzaci. Takováto teplotní propadliště jsou vázána především na lokální zdroje vysoké evapotranspirace, což jsou především lesy a mokřady (Eiseltová et al., 1996). Stromy a lesy přispívají k zesílení srážek prostřednictvím biologických částic, které se uvolňují do atmosféry, včetně houbových spór, pylu, bakteriálních buněk a biologických zbytků. Lesy ovlivňují v lokálním měřítku tok tepla. Během horkých dnů především v tropických a mírných oblastech ochlazují lesy zemský povrch a to díky stínu a transpiraci. Naproti tomu ve vysokých zeměpisných šířkách, zejména v zimě lesy snižují albedo, což potenciálně přispívá k lokálnímu oteplování (Ellison et al., 2017).

2.5. Začlenění tématu do výuky v rámci RVP ZV

Vzdělávání v České republice vychází z Národního programu rozvoje vzdělávání – též označovaného jako Bílá kniha. Jedná se o „systémový projekt, formulující myšlenková východiska, obecné záměry a rozvojové programy, které mají být směrodatné pro vývoj vzdělávací soustavy ve střednědobém horizontu“ (MŠMT 2001).

Rámcové vzdělávací programy (RVP) vytváří obecně závazný rámec pro tvorbu školních vzdělávacích programů škol všech oborů a stupňů vzdělávání. Do vzdělávání byly zavedeny zákonem č. 561/2004 Sb., o předškolním, základním, středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání (školský zákon) (NúV, 2020).

RVP stanovuje konkrétní cíle, formy, délku a povinný obsah vzdělávání, a to všeobecného a odborného podle zaměření daného oboru vzdělání, jeho organizační uspořádání, profesní profil, podmínky průběhu a ukončování vzdělávání a zásady pro tvorbu školních vzdělávacích programů. Zahrnuje podmínky, pro vzdělávání žáků se speciálními vzdělávacími potřebami a nezbytné materiální, personální a organizační podmínky a podmínky bezpečnosti a ochrany zdraví. Současně musí odpovídat nejnovějším poznatkům vědních disciplín (NúV, 2020).

Po prostudování aktuální verze RVP pro ZV platné od 1.9.2017, bylo zjištěno, že vzdělávací oblast 5.6 Člověk a příroda, obsahuje všechny dílčí poznatky nutné k pochopení problematiky role vegetace v koloběhu vody v krajině (RVP ZV, 2017). Cílem této výuky bylo vzájemné propojení znalostí, které žáci měli získat během základní školní docházky na druhém stupni v předmětech chemie, přírodopis, fyzika a zeměpis tak, aby došlo k pochopení komplexnosti těchto vztahů.

V předmětu fyzika (5.6.1) se v rámci našeho tématu jedná především o oblast energií (F-9-4-03), kde jsou probírány přeměny forem energií a skupenství látek, učivo jmenovitě obsahuje tání, tuhnutí, vypařování, kapalnění a hlavní faktory ovlivňující vypařování. Druhou pro nás významnou oblastí jsou elektromagnetické a světelné děje (F-9-6-07,08) probírající vlastnosti a zdroje světla (RVP ZV, 2017).

V předmětu chemie (5.6.2) pak mezi očekávané výstupy řadíme znalost složení vody a její vlastnosti, řazené do oblasti směsi (CH-9-2-05), a v oblasti organických sloučenin (CH-9-6-04) se žáci orientují ve výchozích látkách a produktech fotosyntézy a dokáží určit podmínky fotosyntézy (CH-9-6-05) (RVP ZV, 2017).

Ve vzdělávacím oboru přírodopis (5.6.3) se v oblasti biologie rostlin (P-9-3-02,03) řadí do základních výstupů znalost stavby a funkce jednotlivých orgánů a popis základních fyziologických procesů probíhajících v rostlinách, jmenovitě se jedná o fotosyntézu, dýchání a rozmnožování. Transpirace jakožto další důležitý fyziologický proces bohužel není do učiva řazena. V oblasti neživé přírody (P-9-6-06) se žáci věnují tématu podnebí a počasí v závislosti na udržení života na zemi a mimořádným událostem, způsobeným přírodními vlivy (RVP ZV, 2017).

Posledním vzdělávacím oborem řazeným do této skupiny je zeměpis (5.6.4). Pro naše téma je důležitá především oblast přírodní obraz země, kde se probírají jednotlivé sféry pro nás nejdůležitější hydrosféra a s ní související koloběh vody (RVP ZV, 2017).

Ani v průřezových tématech kategorie environmentální výchovy nenalezneme zařazení tématu vlivu vegetace na rozložení vody v krajině. A to i přesto, že toto zařazení by bylo více než vhodné do kategorie ekosystémy, kde se probírají lesy i vodní zdroje. Toto téma by se dalo případně zařadit i do kategorií základní podmínky života, lidské aktivity a problémy životního prostředí (RVP ZV, 2017).

2.6. Badatelsky orientovaná výuka

Žáky vzděláváme za účelem předání znalostí a hodnot dané společnosti. Pro jejich co nejlepší integraci do okolního světa, kterým bude jedinec ovlivňován a zároveň, který jej bude ovlivňovat. Jedním ze způsobů, jak žáky vzdělávat je badatelsky orientovaná výuka, která nemá v češtině jednotnou definici, a je protipólem klasické transmisivní výuky (Dostál, 2015). Lze ji vysvětlit jako výuku, která je postavená na relativně samostatném poznávání skutečnosti jedincem prostřednictvím aktivní činnosti. Žákům tedy nejsou předkládány hotové poznatky, ale jsou vytvářeny situace, které umožňují samostatně objevovat a aktivně konstruovat poznání. Během výuky je praktikována zásada názornosti a spojení teorie s praxí (Dostál, 2013).

Dnešní žáci již nezískávají informace pouze ve školním prostředí, ale především z informačních a komunikačních technologií. Proto vyžadují, aby pro ně byl učitel spíše průvodcem a rádcem. Zároveň si můžeme povšimnout stoupajícího trendu neoblíbenosti přírodovědných oborů, ve větší míře u dívek. V důsledku obrovsky rychlého rozvoje poznatků došlo k zvýšení náročnosti a posunu k velké teoretičnosti (Papáček, 2010). Tradiční transmisivní pojetí výuky se snaží ze žáků udělat „kontejner na znalosti“ s cílem předat co nejvíce poznatků v hotové formě. Zatímco badatelsky orientovaná výuka se snaží, aby žák aktivně poznával okolní svět, rozvíjel své myšlení a kreativitu (Dostál, 2015).

Z výzkumů vyplývá, že badatelsky orientovaná výuka rozvíjí samostatnost, schopnost vyhledávat informace, zvyšuje motivaci, soutěživost, autonomii, ale vede i k lepší spolupráci žáků a pochopení jejich vztahů. Tento druh výuky se jeví jako efektivní, a to jak pro primární, tak pro sekundární vzdělávání, i pro žáky se speciálními potřebami. Nedochozí zde k prázdnému osvojování vědeckých pojmů, naopak je rozvíjeno myšlení žáků. Žáci jsou vedeni k tomu, aby skutečně porozuměli poznávané skutečnosti, a aby byli schopni tyto poznatky využít v praktickém životě (Dostál, 2013).

2.6.1. Pojem bádání

Bádání je cílevědomý proces, kdy žáci sami či za pomoci učitele formulují problémy, učí se badatelsky a kriticky myslet. Během výuky posuzují a ověřují alternativy, experimentují a vyvozují závěry. Zároveň se učí, že každý badatel může interpretovat data po svém, nemusí tedy nutně dojít k jednotnému výsledku. Může být rozdíl v původu informací a je důležité diskutovat a věcně argumentovat (Dostál, 2015).

Dostál (2015) obecně rozdělil bádání do několika dílčích kroků

- Pozorování a popis skutečnosti
- Uvědomění si rozporu a neuspořádanosti
- Formulace problému
- Formulace hypotéz
- Předvídání
- Ověření skutečnosti a předpovědi

2.6.2. Význam učitele

Učitel je především průvodcem (facilitátorem) celé výuky. Jeho činnost začíná před vyučováním, a to přípravou učebních situací, ve kterých budou žáci bádát. Tato příprava je náročnější než příprava na transmisivní vyučování, a to nejen z didaktického hlediska, ale i pro náročnost materiálně – technického vybavení a učebních pomůcek. Samozřejmě není možné nechat žáky bádát úplně samostatně, mohlo by dojít k chybnému pochopení, rozptýlení pozornosti od daného problému a tím nesplnění výukových cílů. Proto učitel pomáhá s formulací výzkumných otázek, předkládá problémy i cesty jakými je možné dosáhnout poznání, diskutuje se žáky. Pokud není žák schopen problém vyřešit sám, nabídne učitel doplňující otázky a rady, celkově dodá důvěru a raduje se z úspěchu spolu se žákem (Dostál, 2013; 2015).

K realizaci takto náročné výuky je zásadní podmínkou vysoká kompetence a znalost oborové didaktiky. V současné době je problémem neaprobovanost učitelů, kteří učí přírodovědné a technické předměty. Pokud učitel sám dostatečně nezná vědeckou podstatu metody a nemá nadšení a zájem o předmět, jen těžko jej může probudit v žácích (Dostál, 2013). Výsledkem výzkumu zaměřeného na kompetence učitelů je seznam deseti klíčových kompetencí učitele viz. obr. č. 6 (Dostál, 2015).

**KLÍČOVÉ
KOMPETENCE
K BOV**

- **Motivovat žáky k učení prostřednictvím badatelských aktivit.**
- **Propojit badatelské aktivity s praktickým životem.**
- **Demonstrovat žákům badatelské aktivity.**
- **Interpretovat průběh a výsledky badatelských aktivit.**
- **Zajistit bezpečnost při realizaci badatelských aktivit.**
- **Rozvíjet samostatné objevování poznatků žáky prostřednictvím badatelských aktivit.**
- **Rozvíjet prostřednictvím badatelských aktivit myšlení žáků.**
- **Realizovat badatelské aktivity v návaznosti na dosavadní znalosti a představy žáků.**
- **Rozvíjet představivost prostřednictvím badatelských aktivit žáků.**
- **Propojit badatelské aktivity s teorií.**

Obr. č. 6: Klíčové kompetence učitelů pro realizaci badatelsky orientované výuky (Dostál, 2015).

3. Metodika

Vliv badatelské výuky na žákovské znalosti role vegetace v rozložení sluneční energie a koloběhu vody v krajině byl testován na 104 žácích 9. třídy, na 4 náhodně vybraných školách v jižních a středních Čechách v období května až června 2019.

V rámci bakalářské práce byly ve výuce použity pilotní verze výukových materiálů vyvíjené kolektivem autorů v rámci řešení projektu TAČR TL 01000294. Výuková aktivita tedy nebyla zpracována v rámci řešení této práce a podléhá autorským právům řešitelů výše zmíněného projektu. Vzhledem k tomu bude uveden pouze stručný průběh výuky.

Výuka probíhala vždy v časovém rozsahu dvou vyučovacích hodin a byla vedena přímo autorkou práce. Vliv výuky byl zjišťován pomocí pre – testu a post-testu. Pre – test žáci absolvovali na začátku výuky, post – test bezprostředně po jejím skončení. Design vyučovacích jednotky, oba testy i ve výuce použitý pracovní list byly dodány vedoucí práce, jejich tvorba tedy nebyla vlastní součástí této práce a jsou součástí příloh (pre – test příloha č. 1, post – test příloha č. 2, pracovní list terénní varianta – příloha č. 3, pracovní list vnitřní varianta – příloha č. 4). Probíhaly dvě varianty badatelsky orientované výuky uzpůsobené venkovním a vnitřním podmínkám. Ve školách označených čísly 1, 2 a 3 proběhly terénní varianty výuky. Ve škole s číslem 4 ve třídách A i B proběhla vnitřní varianta výuky. S badatelsky orientovanou výukou se pravidelně setkávají pouze žáci na základní škole označené číslem 4 a to pouze ve třídě A, pro ostatní žáky se jednalo o první zkušenost s badatelsky orientovanou výukou v tomto rozsahu.

Pro zpracování a vyhodnocení všech testů byl použit program STATISTICA. Na jednotlivé testové otázky a celkové vyhodnocení dotazníků bylo použito t – testu, nezávislé, dle skupin. Na vyhodnocení výsledků jednotlivých škol a porovnání venkovní a vnitřní varianty byla užita ANOVA (analýza rozptylu) s interakcemi.

3.1. Průběh badatelsky orientované výuky

Po úvodní motivaci s využitím termovizních snímků následovala badatelská otázka: „*Jak se liší stín stromu a slunečnicku?*“ V letním rozpáleném městě se cítíme příjemněji ve stínu stromu, než ve stínu slunečnicku – zamyslete se co je příčinou.

Následovala skupinová práce, během níž žáci pomocí připravených nápověd získávali informace o roli vegetace a distribuci slunečního záření v krajině. Na základě zjištěných informací ze všech stanovišť pak měli žáci formulovat hypotézu. Prohlédnout si měli především obrázek a mezi sebou si říci, jak mu rozumí. Doprovodný text byl i součástí pracovního listu, který měl každý žák vlastní.

V první nápovědě bylo znázorněno spektrum dopadajícího záření. S doprovodným textem – Na 1 m² povrchu krajiny (např. trávníku ve městě, koruny stromů v lese, pšeničného lánu, dlážděného parku) dopadá po průchodu atmosférou za jasného letního dne až 1000 W sluneční energie. Lidské oko vnímá pouze část spektra slunečního záření, a to jako viditelné světelné záření. Ve skutečnosti je ale spektrum slunečního záření složeno i z několika částí, které nevidíme.

Druhá nápověda pak znázorňovala osud této energie po jejím dopadu na zemský povrch pokrytý vegetací. Sluneční energie se po dopadu na zemský povrch podle zákona o zachování energie mění v několik různých forem. Po dopadu na povrch krajiny porostlé vegetací dostatečně zásobenou vodou se 5–10 % sluneční energie odrazí zpět do atmosféry, 5–10 % se přemění na pocitové teplo (sluneční energie ohřívá povrch a od něho se ohřívá vzduch), 5–10 % ohřeje půdu a zůstává v ní tak „uschováno“ (akumulace tepla půdou). Vegetace spotřebuje pro fotosyntézu max. 1 % z celkového dopadajícího slunečního záření. Co se stane se zbývajícím slunečním energií?

Třetí nápověda pojednávala o výparném teple, a tedy o uložení energie do vodní páry. S textem – Víme, že skupenské výparné teplo vody je, při běžné teplotě 20°C, 2,45 MJ/l. To je přibližně 0,68 kWh sluneční energie.

Čtvrtou nápovědou byl obrázek průduchu doprovázený textem – Na povrchu listů jsou průduchy, kterými rostliny odpařují vodu. Otevření a uzavření průduchů může rostlina regulovat. Na 1 mm² je v listu až 100 průduchů. Vzrostlý strom s korunou o poloměru 4 m odpaří během jasného letního dne cca 200 l vody.

Po absolvování všech stanovišť se každá skupina poradila a na základě získaných informací formulovala hypotézu, proč je stín stromu chladnější než stín slunečnicku a poté ji prezentovala ostatním skupinám. Jednotlivé hypotézy byly následně diskutovány a byla stanovena jedna výsledná hypotéza ve správném znění „*Ve stínu stromu je chladněji, protože strom vypařuje vodu.*“

Po krátkém shrnutí všech informací vyučujícím žáci samostatně a s využitím určených pomůcek navrhovali terénní pokus k ověření této hypotézy.

V rámci pokusu bylo využito dvou ručníků, z nichž jeden byl namočen vodou a druhý ponechán suchý. Pokus probíhal již v terénu v těsném okolí školy s využitím slunečního záření. Žáci měřili povrchovou teplotu obou ručníků po vystavení slunečnímu záření za pomoci bezdotykových infračervených teploměrů. Data zapisovali do pracovních listů a vyvozovali závěry. Výsledky pokusu pak ověřovali v terénu měřením teploty různých povrchů - asfalt, dlažba, trávník, povrch koruny stromu, prostor pod korunou stromu. Ověřili si tím rozdíl v teplotách povrchů pokrytých vegetací a bez ní.

Závěry následně diskutovali se spolužáky a vyučujícím.

Při nepříznivém počasí byl připraven program uzpůsobený třídnímu prostředí. Jako zdroj dopadajícího záření byla použita halogenová lampa. Byly připraveny celkem 4 pokusy, kdy každá skupina si jeden připravila, pak ho ostatním prezentovala a u naměřených hodnot vysvětlila, proč tomu tak je. Žáci měřili povrchovou teplotu např. u dvou ručníků tentokrát bílé a černé barvy, na dvou podobných rostlinách, kdy jedna byla živá a dobře zalitá a druhá umělá, ve dvou miskách s vodou a zeminou. Poslední pokus byl totožný jako při terénní variantě, tedy ten se zelenými ručníky.

V závěru naší badatelské výuky žáci vyplnili v pracovních listech do připravených schémat hodnoty znázorňující přeměnu energie po dopadu na povrch slunečnicku a povrch koruny stromu.

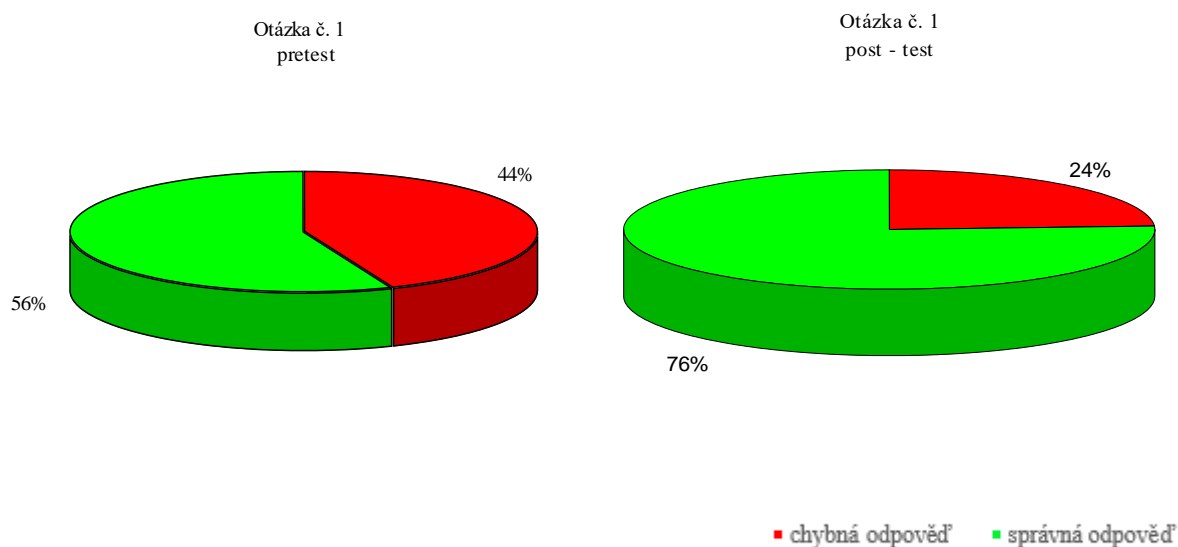
Ve zbytku času proběhla se žáky krátká ústní reflexe, zda se jim program líbil, co je překvapilo, jestli dané téma už někdy ve výuce probírali, jestli informace, které jim byly podány byly srozumitelné. Jestli a jak často se setkávají s badatelsky orientovanou výukou.

4. Výsledky

4.1. Vyhodnocení jednotlivých testových otázek

Otázka č. 1: Intenzita slunečního záření dopadajícího za jasného slunečního dne na travnatou plochu je větší / menší (zakroužkuj správnou možnost) než 600 W/m² (Pro srovnání – 600 W je výkon menší rychlovarné konvice).

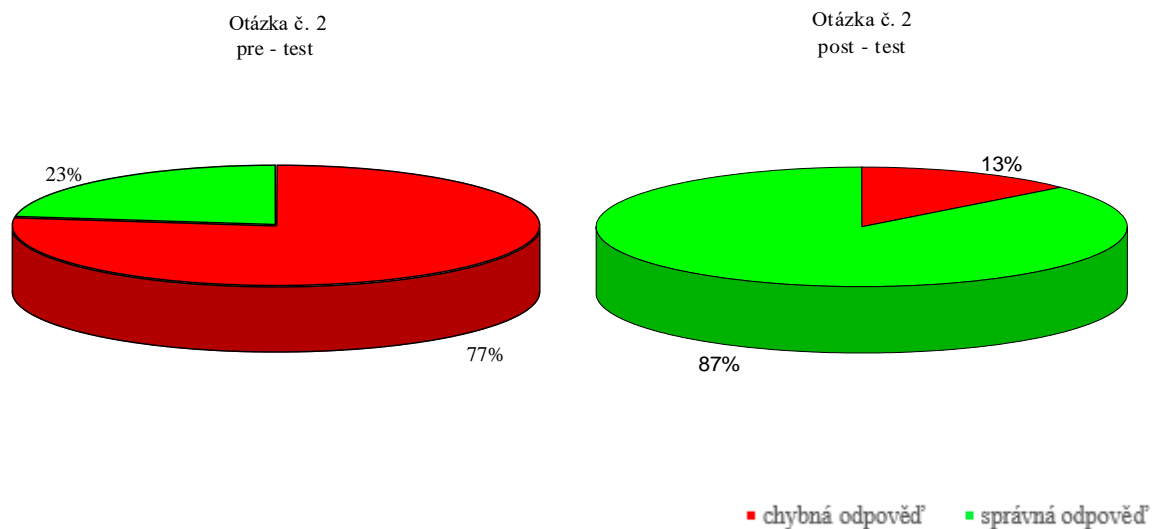
Intenzita záření dopadajícího na zemský povrch se v našich zeměpisných šířkách pohybuje okolo 1000–1150 W/m² (Kravčík et al., 2007), správnou odpověď, slovo větší, v pre – testu označilo 56 % žáků. Vyhodnocení dotazníkového šetření ukázalo statisticky průkazné zlepšení úrovně znalostí ($t = - 3,07$; $p = 0,0024$), kdy v post – testu odpovědělo správně již 76 % žáků. Grafické porovnání rozdílné úrovně znalostí v pre – testu a post – testu otázky č. 1 znázorňuje obr. č. 7.



Obr. č.7: Procentuální vyjádření správných a chybných odpovědí otázky č. 1 v pre – testu a post – testu. $N = 104$

Otázka č. 2: Z celkového množství sluneční energie, která dopadne na zemský povrch, spotřebují rostliny pro fotosyntézu více / méně (zakroužkuj správnou možnost) než 10 %.

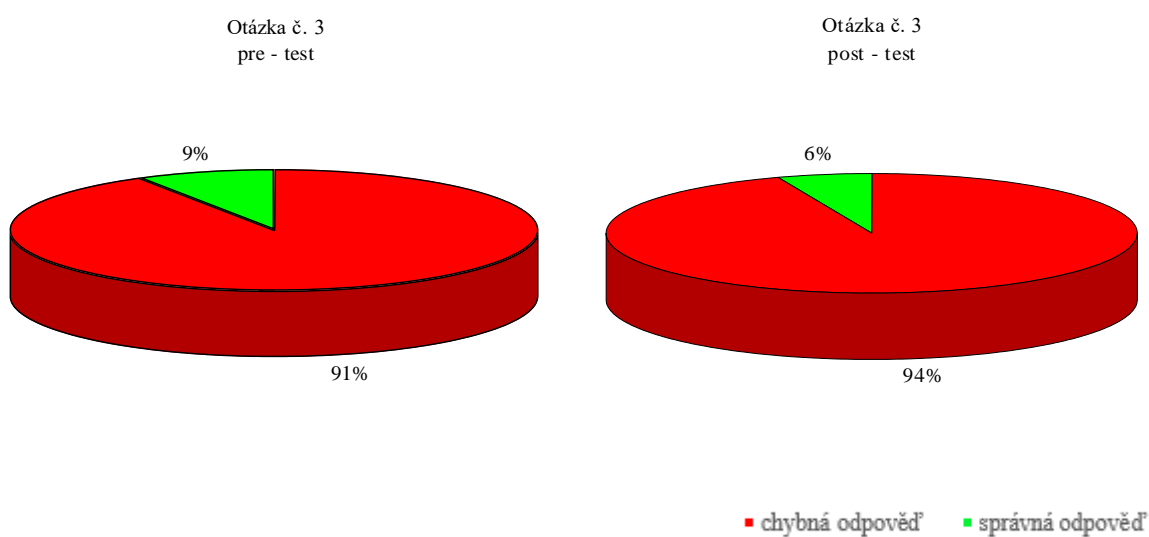
Rostliny pro fotosyntézu spotřebují méně než jedno procento dopadající sluneční energie (Pavlová, 2005). Na tuto otázku v pre – testu odpovědělo správně pouhých 23 % žáků. Po absolvování badatelsky orientované výuky došlo ke statisticky průkaznému zlepšení ($t = - 11,96$; $p = 0,00000$), kdy odpovědělo správně 87 % žáků (obr. č.8).



Obr. č.8: Procentuální vyjádření správných a chybných odpovědí otázky č. 2 v pre – testu a post – testu. $N = 104$

Otázka č. 3 – Ranní rosa ohřívá / ochlazuje (zakroužkuj správnou možnost) tělesa, na nichž se sráží.

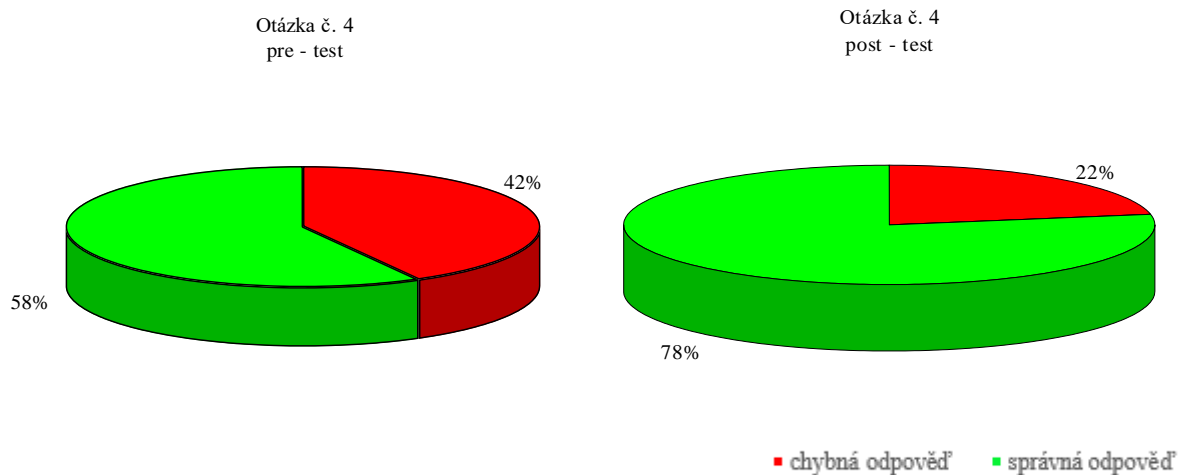
Tato otázka byla v porovnání s úspěšností ostatních testových otázek vyhodnocena jako nejméně úspěšná, co se týče úrovně znalostí, a to nejen v pre – testu ale i v post – testu. Celkový počet správných odpovědí, že rosa předměty ohřívá uvedlo v pre – testu pouhých 9 % žáků, V post – testu pak pouhých 6 % (obr. č. 9). V celkovém hodnocení rozdílu úrovně znalostí žáků nedošlo ke zlepšení, naopak došlo k mírnému zhoršení ($t = 0,782$; $p = 0,43502$).



Obr. č. 9: Procentuální vyjádření správných a chybných odpovědí otázky č. 3 v pre – testu a post – testu. $N = 104$

Otázka č. 4 – Rostliny mají / nemají (zakroužkuj správnou možnost) schopnost termoregulace.

Již v pre – testu měla tato otázka téměř 60% úspěšnost správných odpovědí. Rostliny mají schopnost termoregulace. Bohužel v souvislosti s následující otázkou (otázka č. 5) nedošlo k propojení znalostí, že termoregulace souvisí s pohybem vody v rostlinném těle (Procházka, 2003). Vyhodnocením pre – testů a post – testů bylo prokázáno zlepšení úrovně znalostí ($t = - 3,12$, $p = 0,00250$). V post – testu správně odpovědělo 78 % žáků.

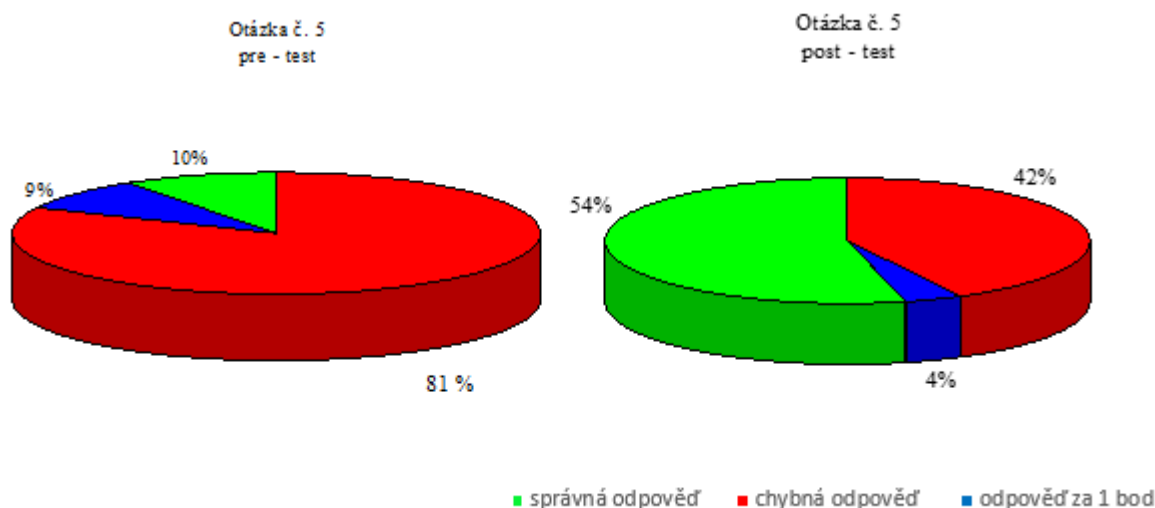


Obr. č.10: Procentuální vyjádření správných a chybných odpovědí otázky č. 4 v pre – testu a post – testu. $N = 104$

Otázka č. 5 – Voda se dostává do rostlinného těla kořeny. Existuje ale nějaká cesta, kudy se voda dostává z rostliny ven? (zakroužkuj správnou možnost)

- a) Ne, veškerá voda je rostlinou spotřebována.
- b) Ne, část vody je spotřebována a přebytečná část je rostlinou uložena ve vakuole.
- c) **Ano, a to..... (uved', jakým způsobem a jakou částí rostlinného těla se dle tvého názoru voda dostává ven z rostliny).**

Především v pre – testu se tato otázka jevila jako značně obtížná, správně odpovědělo pouhých 10 % žáků. V případě, že žáci zakroužkovali otevřenou odpověď a nic nedoplňli, dostali v hodnocení testu 1 bod. Takto bylo vyhodnoceno 9 % pre – testů. Zbylých 81 % žáků odpovědělo špatně. Vyhodnocení post – testu ukázalo výrazný vliv badatelsky orientované výuky ($t = -7,386$; $p = 0,00000$), kdy správně zakroužkovalo odpověď c a doplnilo slovy – průduchy, listy, průduchy v listech (Procházka, 2003) 54 % respondentů, 4 % opět zakroužkovali správnou odpověď, ale nic nedoplňli a zbylých 42 % odpovědělo špatně. Grafické vyhodnocení úrovně správných odpovědí v pre – testu a post – testu je znázorněno na obr. č. 11.



Obr. č.11: Procentuální vyjádření správných a chybných odpovědí otázky č. 5 v pre – testu a post – testu. N = 104

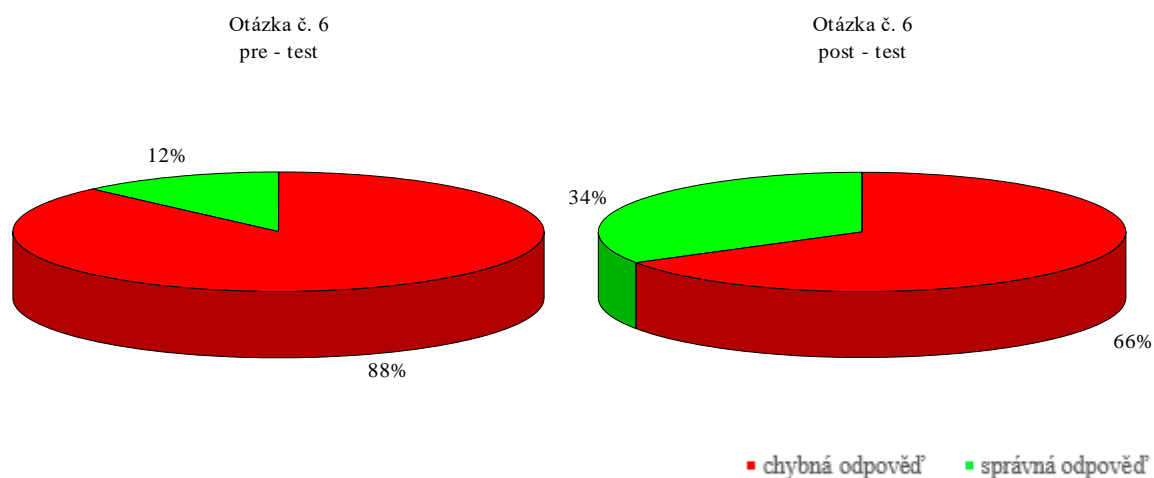
Otázka č. 6 - Na pouštích jsou velké rozdíly mezi denní a noční teplotou, protože:

a) se nacházejí v oblasti tropů a subtropů, pro které je rozdíl v denních a nočních teplotách typický.

b) tam chybí voda a rostliny.

c) ve dne je extrémně silné sluneční záření a naopak v noci tam silně proudí chladný vzduch, který povrch výrazně ochlazuje.

Vyhodnocení úrovně znalostí u této otázky se opět zařadilo mezi ty méně úspěšné, ale i tak statisticky průkazné ($t = -3,760$; $p = 0,00022$). V pre - testu odpovědělo správně pouhých 12 % respondentů v post – testu již 34 % (obr. č. 12). Vliv na úroveň správných odpovědí má i fakt, při výuce se tato skutečnost uvádí jako typická charakteristika pouště (Hübelová et al., 2016) a žáci nejsou nuceni o důvodech této proměnlivosti přemýšlet.



Obr. č.12: Procentuální vyjádření správných a chybných odpovědí otázky č. 6 v pre – testu a post – testu. $N = 104$

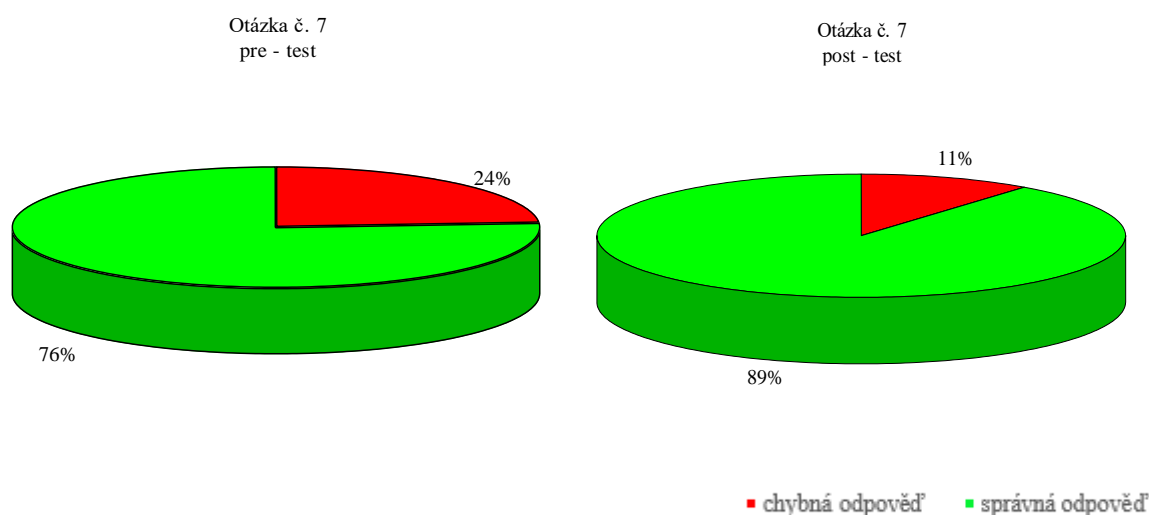
Otázka č. 7 – Co se stane, pokud vykácíme les?

a) Místní klima se ochladí, protože lesy jsou na povrchu zeměkoule tmavé plochy, které se nejvíce ohřívají. Pokud je vykácíme, povrch Země zesvětlíme, sníží se globální oteplování a na Zemi bude více vody.

b) V krajině zůstane více vody, protože ubudou stromy, které vodu vypařují a tak ji z krajiny odčerpávají.

c) Místní klima se oteplí, protože sluneční energie nebude spotřebována na výpar vody z lesů, ale na ohřev povrchu a vzduchu. Jestliže se voda nebude pomalu vypařovat, nebude se ani zpět do této krajiny vracet ve formě dešťů a mlhy. V krajině tak ubude voda.

Tato otázka byla vyhodnocena jako otázka s nejvyšším počtem správných odpovědí v pre – testu, kdy správně odpovědělo 76 % žáků. V krajině dobře zásobené vodou se až 80 % energie spotřebuje na výpar, který bezprostředně neohřívá prostředí. Zatímco ve vysušené krajině je 60 % této energie spotřebováno na pocitové teplo, které ohřívá okolní vzduch (Pokorný, 2019). Došlo zde ke statisticky průkaznému zlepšení úrovně znalostí ($t = - 2,560$; $p = 0,01116$), kdy v post – testu správně odpovědělo 89 % žáků. Porovnání úrovně znalostí je znázorněno na obrázku č. 13.



Obr. č.13: Procentuální vyjádření správných a chybných odpovědí otázky č. 7 v pre – testu a post – testu. $N = 104$

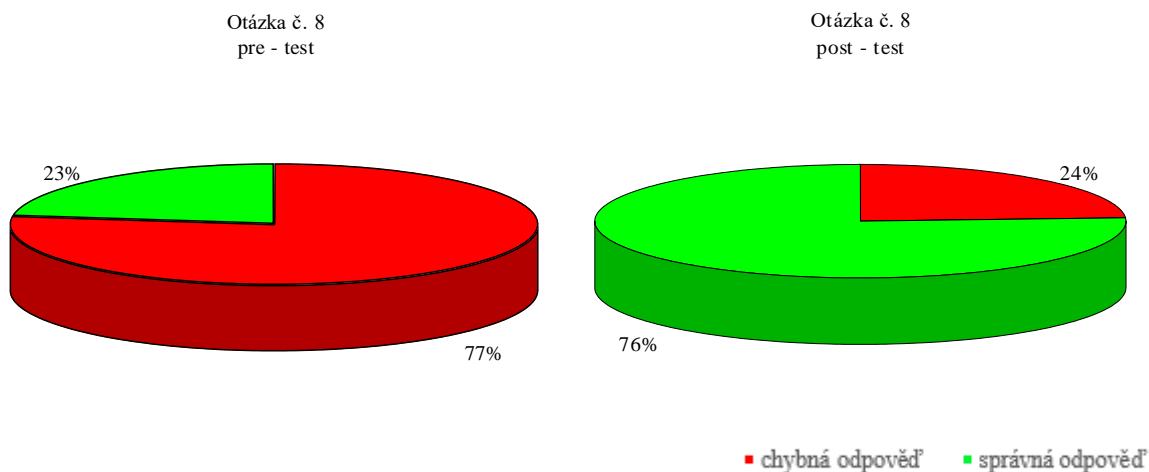
Otázka č. 8 - Hlavním důvodem proto, že za horkého letního dne je v parku se vzrostlými stromy chladněji, než na vydlážděném náměstí je to, že:

a) Stromy část sluneční energie spotřebují na fotosyntézu.

b) Stromy mají hodně listů, celkový povrch listů je mnohem větší než povrch dlážděného náměstí, a proto se z povrchu listové plochy odrazí větší množství slunečního záření. Méně sluneční energie se tak přemění v pocitové teplo.

c) Stromy odpařují z listů vodu a na výpar vody spotřebují hodně sluneční energie, která se tak nemůže přeměnit na pocitové teplo.

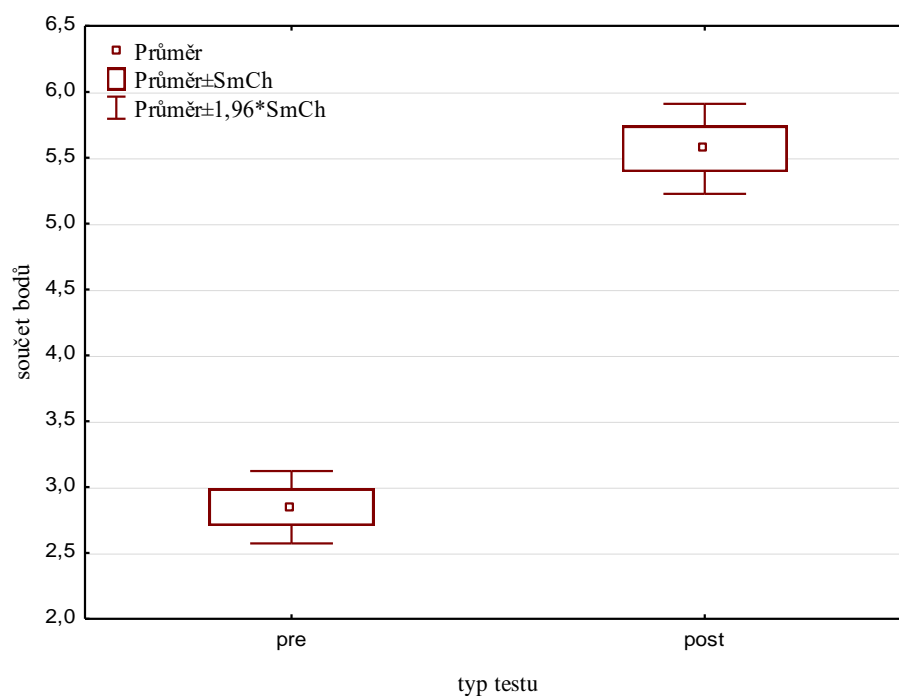
Otázka č. 8 byla významem velmi podobná otázce č. 7, správnost odpovědí v pre - testu, se však diametrálně lišila. Správně v pre – testu zvolilo odpověď c pouhých 23 % žáků. V post – testu se pak poměr správných odpovědí ku chybným odpovědím otočil, je zde tedy vidět výrazný vliv badatelsky orientované výuky na změnu úrovně znalostí ($t = -9,018$; $p = 0,00000$) viz. obr. č. 14.



Obr. č.14: Procentuální vyjádření správných a chybných odpovědí otázky č. 8 v pre – testu a post – testu. $N = 104$

4.2. Celkové vyhodnocení dotazníků

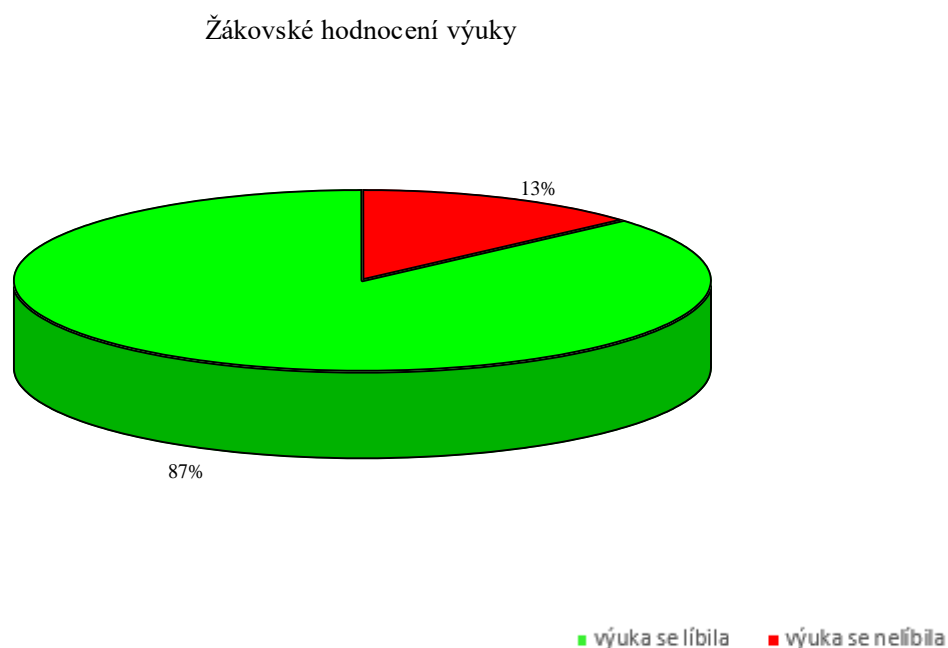
Celkové vyhodnocení dotazníků přineslo výsledky o zlepšení znalostí žáků k tématu vlivu vegetace na rozložení vody v krajině. Obr.č. 15 znázorňuje krabicový graf s průměrným počtem bodů získaných v pre – testu a post – testu. Došlo ke statisticky průkaznému zlepšení ve znalostech žáků, kdy v průměru žáci v post – testu získali o 2,7 bodu více ($t = -12,18$; $sv = 207$; $p = 0,00000$).



Obrázek č.15: Porovnání celkového součtu bodů získaných v pre – testu a post – testu. $N = 104$

V celkovém bodovém hodnocení rozdíl průměrného počtu bodů získaných v post – testu mezi místem probíhající výuky (uvnitř, venku) nebyl průkazný ($p = 0,61$; $sv = 205$).

V dotazníku byli žáci též tázáni, zda se jim výuka líbila a proč. Obr. č. 16 znázorňuje graf žakovského hodnocení výuky.



Obr. č. 16: Žakovské hodnocení výuky, $N = 104$.

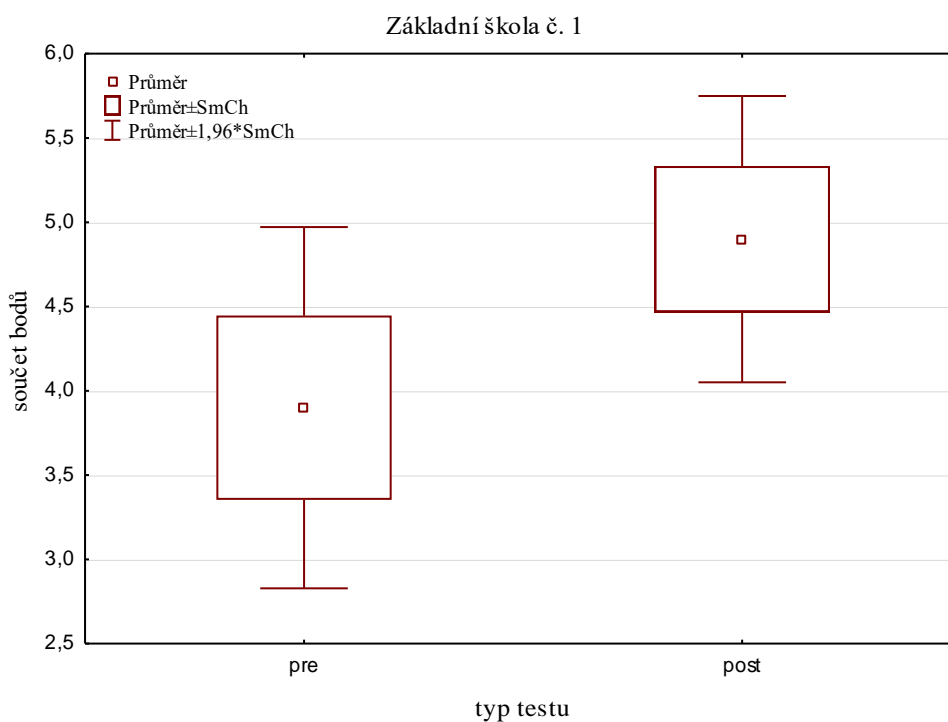
87 % žáků se výuka líbila. V odpovědi na otázku proč? Bylo často uváděno, že se jedná o zajímavé téma, o kterém ještě v rámci hodin neslyšeli. Další častou odpovědí bylo, že tento typ výuky považují ze skutečně interaktivní, kdy si mohou v praktické části vyzkoušet měření přístroji, které nejsou běžně ve školách k dispozici.

13 % žáků se pak výuka nelíbila, jako nejčastější důvod bylo uváděno, že je rostliny nezajímají, případně, že tématu dostatečně nerozuměli.

4.3. Vyhodnocení jednotlivých škol

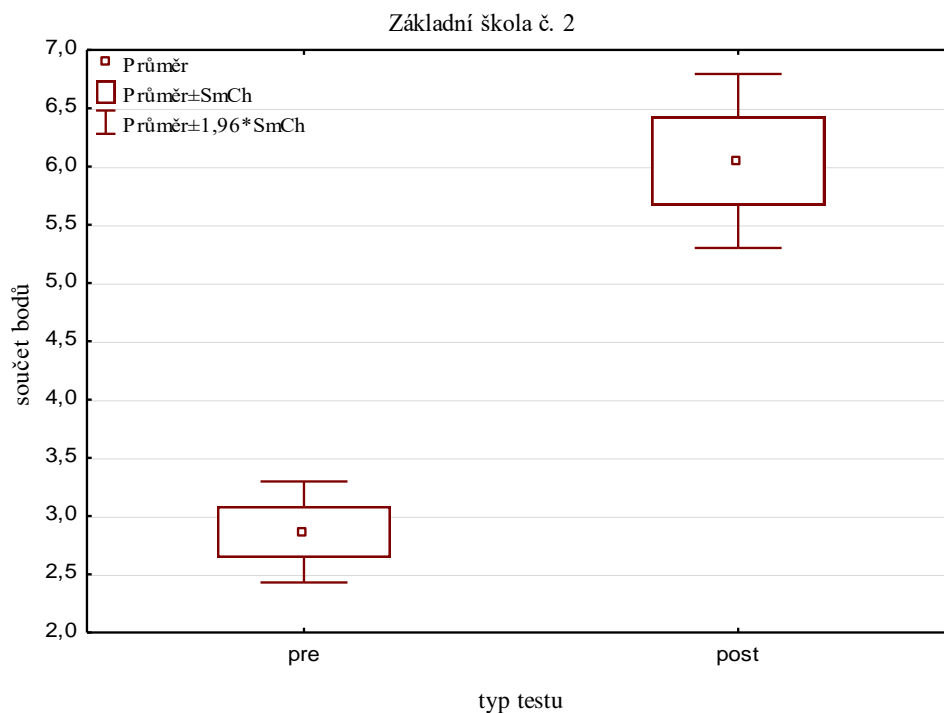
Na následujících grafech jsou znázorněny jednotlivé školy a průměrný počet bodů, které žáci získali v pre – testu a v post – testu.

Základní škola č. 1, byla nejmenší třídou s pouhými 10 žáky. V pre – testu žáci získali průměrně 3,90 bodu. V post – testu pak 4,90 bodu. Vyhodnocením dotazníků bylo zjištěno, že zlepšení úrovně znalostí, na této základní škole, není průkazné ($t = -1,43$; $sv = 18$; $p = 0,1689$). Grafické zpracování průměrného počtu bodů získaných v pre – testu a post – testu je znázorněno na obr. č. 17. Byla zde užita terénní verze výuky a žáci na této škole se s badatelsky orientovanou výukou ještě nesetkali.



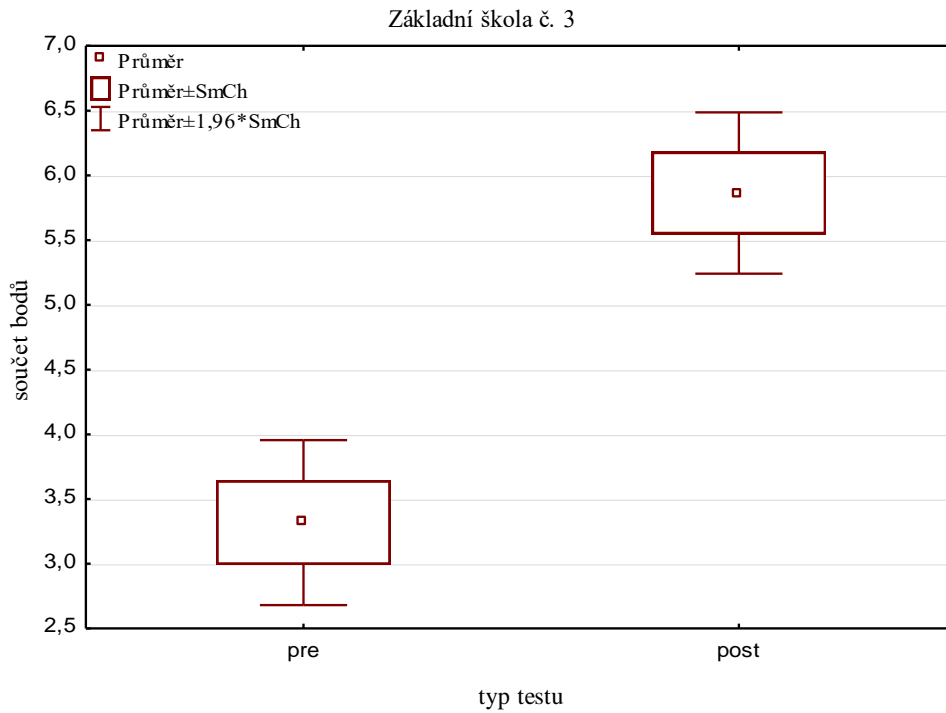
Obr. č. 17: Grafické znázornění průměrného počtu bodů získaných v pre – testu a post – testu (ZŠ č. 1).

Základní škola č. 2, s 21 žáky se ukázala jako druhá nejlépe hodnocená co se týče rozdílu průměrného počtu bodů získaných v pre – testu vs. v post – testu. V pre – testu průměrně žáci získali 2,86 bodu, v post – testu pak 6,04 bodu (viz obr. č. 18). Rozdíl v úrovni znalostí je statisticky průkazný ($t = -7,31$; $sv = 41$; $p = 0,00000$). I v tomto případě proběhla výuka formou terénní výuky. Na této škole se žáci s badatelsky orientovanou výukou setkali při projektových dnech, nikoli během běžného vyučování.



Obr. č. 18: Grafické znázornění průměrného počtu bodů získaných v pre – testu a post – testu (ZŠ č. 2).

Zlepšení úrovně znalostí na základní škole č. 3 s 22 žáky vyšlo v celkovém vyhodnocení testu jako statisticky průkazné ($t = - 5,60$; $sv = 42$; $p = 0,00000$). Žáci průměrně získali v pre – testu 3,31 bodu, v post – testu pak 5,86 bodu (viz. obr. č. 19). Byla užitá terénní verze výuky, a žáci na této škole se s badatelsky orientovanou výukou také ještě nikdy nesetkali.



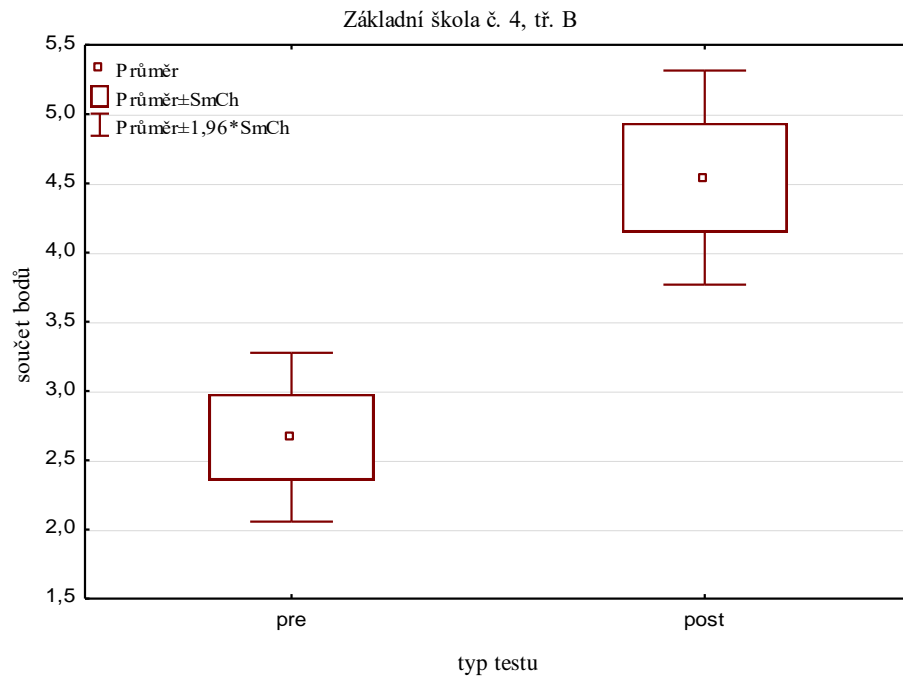
Obr. č. 19: Grafické znázornění průměrného počtu bodů získaných v pre – testu a post – testu (ZŠ č. 3).

Základní škola č. 4, měla dvě deváté třídy, označené jako třída A a B, v obou třídách byla použita vnitřní verze výuky. Ve třídě A bylo 27 žáků a tato třída byla vyhodnocena jako nejlepší, co se týče průměrného rozdílu počtu získaných bodů v pre – testu a post – testu a to o 3,89 bodu. V pre – testu žáci průměrně získali 2,22 bodu, v post – testu pak 6,11 bodu (viz. obr. č. 20). Tuto skutečnost ukazují i výsledky t - testu ($t = - 10,03$; $sv = 52$; $p = 0,00000$). S badatelsky orientovanou výukou se žáci pravidelně setkávali v hodinách matematiky.



Obr. č. 20: Grafické znázornění průměrného počtu bodů získaných v pre – testu a post – testu (ZŠ č. 4, tř. A).

Ve třídě B bylo 24 žáků, a i zde bylo po vyhodnocení dotazníků statisticky průkazné zlepšení úrovně znalostí ($t = -3,73$; $sv = 46$; $p = 0,00000$). V pre – testu žáci získali průměrně 2,66 bodu, v post – testu pak 4,54 bodu. Rozdíl průměrného počtu bodů získaných v pre – testu a post – testu je znázorněn na obr. č. 21. Žáci se s badatelsky orientovanou výukou setkali, ale není pravidelnou formou výuky.



Obr. č. 21: Grafické znázornění průměrného počtu bodů získaných v pre – testu a post – testu (ZŠ č. 4, tř. B).

5. Diskuze

Vyhodnocení dotazníkového šetření, zabývajícího se tématem role vegetace na rozložení vody v krajině, přineslo především zjištění, že žáci 9. tříd základních škol mají velmi kusé znalosti. Když nahlédneme do RVP ZV zjistíme, že všechna dílčí témata, která jsou v naší práci zmiňována se nacházejí v obsahu předmětů přírodopis, zeměpis, fyzika a chemie a žáci by je tedy měli znát. Toto očekávání se však nepotvrdilo, v pre – testech žáci průměrně získali pouze 2,8 bodu, což je z 9 možných bodů velmi málo. Na základě zjištění, že žáci mají na začátku naší výuky minimální znalosti, nebylo možné očekávat, že po skončení badatelsky orientované výuky v časovém rozsahu dvou vyučovacích hodin dojde k velmi výraznému zlepšení. Vyhodnocení post – testů přineslo statisticky průkazné zlepšení ($t = -12,18$, $p = 0,00000$), kdy žáci v průměru získali 5,5 bodu ze stále stejného základu 9 bodů. Vyhodnocení jednotlivých testových otázek také ukázalo statisticky průkazné zlepšení úrovně znalostí. Pouze u jedné otázky vyšlo zlepšení úrovně jako neprůkazné. U 6 otázek pak překročila úroveň zlepšení znalostí hranici 20 %.

Jako největší problém se ve všech školách, na kterých tento výzkum probíhal, ukázala vzájemná neprovázanost učiva. Sami žáci se snaží velice striktně dodržovat hranice mezi jednotlivými předměty. Často pozorovanou reakcí žáků na náповědu číslo jedna viz. kapitola metodika, byla věta „*tohle sem nepatří, to je fyzika*“. Pokud v souvislosti na jejich reakci připustíte, že se skutečně jedná o fyziku jsou žáci schopni jmenovat rozsahy pro jednotlivé barvy viditelného záření, UV a mikrovlnného záření. Fakt, že největší podíl dopadajícího záření tvoří infračervené záření, už většina žáků neví. A spojit tuto znalost s tím, že se jedná o prosté teplo, je také velice obtížné.

Otázka č. 2 byla překvapivá nejen svým obsahem – tedy faktickou znalostí množství energie spotřebované na fotosyntézu, ale i poznatky, které během jejího řešení vyvstaly. Otázka pojednávala o množství energie spotřebované při fotosyntéze, konkrétně jestli je při ní spotřebováno více či méně než 10 %. S touto otázkou souvisela náповěda č. 2, která znázorňovala sluneční záření dopadající na povrch pokrytý vegetací dostatečně zásobenou vodou s následujícím popisem: 5–10 % sluneční energie se odrazí zpět do atmosféry, 5–10 % se přemění na pocitové teplo (sluneční energie ohřívá povrch a od něho se ohřívá vzduch), 5–10 % ohřeje půdu a zůstává v ní tak „uschováno“

(akumulace tepla půdou). Vegetace spotřebuje pro fotosyntézu max. 1 % z celkového dopadajícího slunečního záření. Co se stane se zbývající sluneční energií?

Ze závěrů výzkumného šetření, provedeného v této bakalářské práci, vyplývá, že dalším problémem ve výuce fotosyntézy může být také mylná představa žáků o celkovém množství sluneční energie, kterou rostliny pro fotosyntézu využívají. Častým tipem žáků je, že pro fotosyntézu musí být spotřebováno i více než 50 % dopadající energie.

O nadhodnocení podílu fotosyntézy v celkové distribuci sluneční energie v krajině z pohledu studentů hovoří již Ryplová a Pokorný (2019) a ke stejným výsledkům dospěla i Hotařová (2019).

Poznatek, získaný během výuky, který přímo nesouvisí s touto prací, ale přesto zde bude zmíněn, je otázka fotosyntézy, která bývá jedním z problematických témat ve výuce přírodopisu (Ryplová a Čekal, 2016). V mnoha případech byla pozorována základní neznalost průběhu fotosyntézy a dýchání. U některých žáků dokonce přetrvává dezinformace, že rostliny přes den fotosyntetizují a v noci dýchají. Touto problematikou se zabývá z dlouhodobého hlediska více autorů. Uveďme například práci Beránkové (2001), která byla zaměřena na výuku tématu fotosyntézy na základních a středních školách, či výzkum Keles a Kefeli (2010), kteří se tomuto tématu věnují na školách vysokých.

Další poznatek, který byl během diskuze se žáky zjištěn, a to ve všech třídách, je skutečnost, že na otázku, kolik je onen zmiňovaný zbytek energie, o kterém se mluví v nápovědě č. 2 (viz. kapitola metodika), většina žáků nezná odpověď. Hodnoty, které si v doprovodném textu přečetli, dokáží bezchybně zopakovat. Ze své vlastní iniciativy však žáci nic nedopočítávají a někteří se dokonce hájí tím, že jsem neřekla, že mají něco počítat. Přitom nejde o dopočítání jednotek procent, naopak v nápovědě se mluví, kdyby hodně tak o třech desítkách procent. I přesto osud zbývajících 70 % energie nikoho ze žáků nezajímá. Z této skutečnosti vyplývá, že současní žáci devátých tříd neprojevují velkou iniciativu a stále reagují na jasně zadané úkoly.

Otázka č. 3 se stala, jak už bylo zmíněno v kapitole výsledky, jedinou neprůkaznou otázkou, co se týče zlepšení úrovně porozumění tématu. Žáci skutečnost, že při výparu se energie spotřebuje a při kondenzaci zase uvolní, nepochopili. Přičemž položíme-li žákům otázku týkající se zákona zachování energie, žáci potvrdí jeho znalost.

Značnou roli opět může hrát postoj žáků k samotnému předmětu. Z výzkumu Chalupníková (2015) jasně vyplývá, že se fyzika u žáků základních škol neřadí mezi oblíbené předměty. Oblíbenost nezvyšuje ani nízká časová dotace předmětu, v důsledku čehož je předmět považován za náročný s vysokou mírou memorování z paměti. Z výzkumu také vyplývá, že se žáci nedostatečně věnují přípravě na jednotlivé hodiny.

V otázkách 4 a 5 opět především v pre – testech nedošlo k propojení vědomostí. Více než polovina žáků v pre – testu uvedla, že rostliny mají schopnost termoregulace. Termoregulaci ovšem žáci nespojili s pohybem vody v rostlinném těle. Během krátkého výkladu, kdy šlo především o korekci získaných informací, byli žáci tázáni na průduchy a jejich funkci. Většina žáků shodně potvrdila, že se o nich ve škole učili. Vědí, jaký má průduch tvar, vědí, že se otevírá a zavírá, někteří jej dokonce viděli při mikroskopování (většinou v přírodovědně orientovaných kroužcích). I přes tuto znalost odpovědělo v pre – testu správně pouhých 10 % žáků. Způsob, jakým se lišilo vyplňování pre – testů a post – testů, bude zmíněn dál v diskuzi.

V otázce č. 6 opět nedošlo k velkému zlepšení znalostí, možná i proto, že pouště se probírají především v zeměpisu. A ani v novějších učebnicích není uváděno žádné zdůvodnění, proč se na pouštích tak výrazně liší teploty mezi dnem a nocí. (Hübelová et al., 2016). Žáci mají tuto informaci již tak zafixovanou, že ji často uvedou jako první charakteristiku pouště a o tom, proč tomu tak je nepřemýšlejí.

Otázky č. 7 a 8 byly opět významově velice podobné, přesto především v pre – testech byly rozdíly ve správnosti odpovědi diametrální. Možná, že žáci nedokáží srovnat, že princip distribuce solární energie v parku a lese je obdobný. Další možností tak rozdílné úspěšnosti správných odpovědí mohl být způsob jakým žáci tipují správné odpovědi.

Během diskuze bylo zjišťováno, zda došlo k nějaké změně mezi vyplňováním pre – testu a post – testu. Většina žáků uvedla, že v pre – testu správné odpovědi většinou pouze tipovali. Kroužkovací otázky řešili metodou 50:50, u otázek kde bylo na výběr ze tří možností volili tu, kde byl nejdelší text. U otázky s otevřenou odpovědí žáci tuší, že bude správná, protože je jedinou tohoto typu. Přesto většina žáků uvedla, že když nevěděli, jaké slovo by do odpovědi doplnili, raději zakroužkovali jinou odpověď. Dle svých slov se báli ztrapnit se doplněním slova, které by bylo mimo dané téma. Jako příklad poslouží věta, kterou vyslovil jeden z žáků: „*Když zakroužkuju odpověď, co je*

špatná, tak jsem se pouze netrefil, ale když napíšu něco, co je mimo, pak jsem za hlupáka.“.

Při vyplňování odpovědí v post – testu byl patrný vliv badatelsky orientované výuky. Žáci uváděli, že si byli při výběru odpovědí více jistí. Velký vliv přikládali samostatnému měření v terénu, či provádění experimentů ve třídě, díky kterým si lépe pamatovali naměřené hodnoty. O principech, na kterých stojí tato problematika přemýšleli a byli schopni vyvozovat závěry, ke kterým dochází a z jakého důvodu. U vnitřní verze programu byla interpretace intenzivnější, protože každá skupina měla jiný úkol. U terénní verze probíhala interpretace závěrů také, možná vzhledem ke skutečnému kontaktu s přírodou dokázali žáci lépe propojit své poznatky s realitou. Žáci tímto vlastním hodnocením popsali dílčí kroky bádání a bez jakékoli metodické znalosti popsali badatelsky orientovanou výuku tak, jak ji podává např. Dostál (2015).

Během diskuze jsme hovořili také o tom, zda se žáci již někdy setkali s tématem vlivu vegetace na rozložení vody v krajině, či s nějakým tématem, věnujícím se podobné problematice. Téměř všichni odpověděli záporně. Pouze několik žáků, kteří potvrdilo, že o něčem podobném slyšeli, ovšem ne ve škole, ale v kroužcích zaměřených na biologii.

Žákovské hodnocení výuky bylo víceméně kladné, téma bylo pro žáky nové a zajímavé. Žáci velmi ochotně spolupracovali a v někteří jedinci byli do výuky tak zabráněni, že si ani neuvědomovali, že se učí. I toto odsunutí pozornosti od samotného procesu vyučování je cílem badatelsky orientované výuky. Odpověď, která byla nalezena v dotazníku a potvrzuje tento fakt zní: „*Nemuseli jsme se učit a něco jsme se dozvěděli*“. Především chlapci ocenili možnost vyzkoušet si měření sami, ne jako u většiny přednášek, kde jsou jim pokusy pouze demonstrovány.

6. Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo zjištění úrovně znalostí žáků 9. tříd základních škol k tématu role vegetace v koloběhu vody v krajině, ověření výukového programu a opětovné zjištění úrovně znalostí po skončení výuky.

Z výsledků, získaných vyhodnocením pre – testů bylo zjištěno, že žakovská úroveň znalostí k tomuto tématu je nízká. Ačkoli toto téma souvisí s řadou oblastí RVP ZV, přímo s ním se žáci v praktické výuce doposud nesečkali.

Na výsledcích post – testů je patrný pozitivní vliv badatelsky orientované výuky. Většina žáků, kteří se účastnili tohoto výzkumu, se s badatelsky orientovanou výukou v tomto rozsahu dosud nesečkala. Žáci o toto téma i způsob výuky jevíli zájem a byli překvapeni možnostmi, které nabízí badatelsky orientovaná výuka i technickým vybavením, které měli k dispozici.

7. Seznam literatury

Beránková T., 2001: Uplatňování metod kritického myšlení ve výuce fotosyntézy. Diplomová práce, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova, Praha, 124 s.

Čermák J., 2017: Les a voda v hydrologickém cyklu krajiny. Klimatické změny a my, 5., 5 – 11 s.

Čížková H., Vlasáková L., Květ J., 2017: Mokřady: ekologie, ochrana a udržitelné využívání. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích (Episteme. Natura), 630 s.

Dostál J., 2013: Badatelsky orientovaná výuka jako trend soudobého vzdělávání. E - pedagogium, 3, 81- 93 s.

Dostál J., 2015: Badatelsky orientovaná výuka. Pojetí, podstata, význam a přínosy. Univerzita Palackého v Olomouci, pedagogická fakulta, Olomouc, 245 s.

Eiseltová M., Björk S., Hauser V., Hrbáček J., Matěna J., Musil P., Pokorný J., Ridgill S., Ripl W., Šimek K., Verner B., Vyhnálek V., Wolter K.D., 1996: Obnova jezerních ekosystémů holistický přístup. Wetlands International 32. 190 s.

Ellison D., Morris C. E., Locatelli B., Sheil D., Cohen J., Murdiyarso D., Gutierrez V., Noordwijk van M., Creed I. F., Pokorný J., Gaveau D., Spracklen D. V., BarguésTobella A., Ilstedt U., Teuling A. J., GebreyohannisGebrehiwot S., Sands D. C., Muys B., Verbist B., Springgay E., Sugandi Y., Sullivan C. A., 2017: Trees, forest and water: Cool insightsfor a hot world. Global Environmental Change 43, 51 – 61 s.

Hotařová N., 2019: Postoje učitelů přírodopisu k výuce tématu role vegetace v distribuci sluneční energie a udržení vody v krajině. Bakalářská práce, Pedagogická fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice, 58 s.

Hübelová D., Novák S., Weinhöfer M., 2016: ZEMĚPIS 6 Přírodní obraz Země učebnice, 2. díl. Nová Škola, 84 s.

Chalupníková R., 2015: Postoj žáků k fyzice a možnost jeho formování. Disertační práce, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Hradec Králové, Hradec Králové, 143 s.

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

Kravčík M., Pokorný J., Kohutiar J., Kováč M., Tóth E., 2007: Voda pre ozdravenie klímy- Nová vodná paradigma., Krupa Print, Žilina 93 s.

Luštinec J., Žárský V., a Univerzita Karlova, 2003: Úvod do fyziologie vyšších rostlin. Karolinum, Praha, 261 s.

Makarjeva A.M., Gorshkov V., 2010: The Biotic Pump: Condensation, atmospheric dynamics and climate. *International Journal of Water* 5 (4), 365 – 385 s.

MŠMT, 2001: Národní program rozvoje vzdělávání v České republice. Bílá kniha. Praha: Ústav pro informace ve vzdělávání, 98 s.

MŠMT, 2017: Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání. Praha. 165 s. Dostupné z: http://www.nuv.cz/uploads/RVP_ZV_2017.pdf

NúV, 2020: Rámcově vzdělávací programy, Národní ústav pro vzdělávání, Praha. Dostupné z: <http://www.nuv.cz/t/rvp>

Papáček M., 2010: Badatelsky orientované přírodovědné vyučování – cesta pro biologické vzdělávání generací Y, Z a alfa? *Scientia in educatione* 1 (1), 33 – 49 s.

Pavlová L., a Univerzita Karlova, 2005: Fyziologie rostlin. Karolinum, Praha, 256 s. Dostupné z: <https://kramerius5.nkp.cz/uuid/uuid:c2d93300-7336-11e4-b2f6-005056827e51>

Penka M., 1985: Transpirace a spotřeba vody rostlinami, Academia Praha, 256 s.

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

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

Pokorný J., 9.4.2019: Opomíjená úloha vegetace v distribuci sluneční energie a utváření klimatu. Mimořádná přednáška Učené společnosti České republiky, Akademie věd ČR v Praze 1, sál 206,205. Dostupné z:

<https://www.youtube.com/watch?v=AEtepYuvwyk&t=3s>

Pokorný, J., & Dvořáková, J. 2011: Voda v krajině. Hamerský potok. Dostupné také z: <http://www.auc.cz/ipb/vpk/doc/hydro03a2012/Voda-v-krajine.pdf>

Procházka S., 2007: Botanika: morfologie a fyziologie rostlin. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno 244 s. Dostupné z:

<https://kramerius5.nkp.cz/uuid/uuid:46606d1a-6a61-4f68-9a3a-3bc6e6ea731e>

Procházka S.,2003: Botanika: morfologie a fyziologie rostlin. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, 242 s.

Ripl W., 1995: Management of water cycle and energy flow for ecosystem control: the energy.transport.reaction (ETR) model. Ecological Modelling, 78 (1-2), 61-76 s.

Ryplová R., Čekal T., 2016: Implementing didactic measuring technology joined with inquiry approach – A way to enhance students understanding of photosynthesis. TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology - Special Issue for INTE 2016, The 7th International Conference New Horizons in Education, Vienna Austria, 13.-15.7.2016, 1190 – 1195 s. Dostupné z: http://www.tojet.net/special/2016_11_1.pdf

Ryplová R., Pokorný J., 2019: Opomíjená úloha vegetace v distribuci sluneční energie a utváření klimatu – sonda znalostí začínajících studentů učitelství přírodopisu. Envigogika 14.1, 19 s.

The Open University, 2016: Study Session 4, The Water Cycle and Sources of Water. Dostupné z: <https://www.open.edu/openlearncreate/mod/oucontent/view.php?id=79936&printable=1>

Závodská R., 2006: Biologie buněk, základy cytologie, bakteriologie, virologie. Scientia, Praha, 159 s.

8. Zdroje obrázků

Obr. č. 1: Porovnání distribuce sluneční energie dopadající na odvodněnou plochu a na krajinu dobře zásobenou vodou.

Dostupné z: <https://www.pf.jcu.cz/structure/departments/kbi/wp-content/uploads/2020/01/metodick%C3%A9-listy-pro-pracovn%C3%ADky-M%C4%9B%C3%9A-pro-web.pdf>

Obr. č. 2: Koloběh vody a odtok látek v různých stádiích vývoje krajiny.

Dostupné z: https://aa.ecn.cz/img_upload/410697af7dfcb092dfd4e3937dd69e3f/mokradly-v-zemedelske-krajine_martina-eiseltova.pdf

Obr. č. 3: Mechanismus otevírání a uzavírání průduchů.

Luštinec J., Žárský J., a Univerzita Karlova, 2003: *Úvod do fyziologie vyšších rostlin*. Praha: Karolinum, 261s.

Obr. č. 4: Znázornění a) fungující biotické pumpy transportující vlhkost na kontinent; b) narušení mechanismu biotické pumpy

Makarjeva A.M., Gorshkov V., 2010: The Biotic Pump: Condensation, atmospheric dynamics and climate. *International Journal of Water* 5 (4), 365 – 385 s.

Obr. č. 5: Porovnání velkého a malého vodního cyklu.

Dostupné z:

https://www.google.com/search?q=long+and+short+hydrological+cycle&tbm=isch&ved=2ahUKEwjOm8C--63pAhUj3OAKHeaABo4Q2-cCegQIABAA&oq=long+and+short+hydrological+cycle&gs_lcp=CgNpbWcQAzoECAAAQZoGCAAQBxAeOggIABAHEAUQHjoICAAQCBAHEB46BAgAEB5Q99kUWJWJFWCTjRVoAXAAeACAAZkBiAGuDpIBBDE2LjSYAQCgAQQGqAQtnD3Mtd2l6LWltZw&client=img&ei=D2a6Xo7YFqO4gwfmgZrwCA&bih=626&biw=1349&client=firefox-b-d&hl=cs#imgsrc=-g5XgL-ZYFVzQM

Obr. č. 6: Klíčové kompetence učitelů pro realizaci badatelsky orientované výuky

Dostál J., 2015: Badatelsky orientovaná výuka. Pojetí, podstata, význam a přínosy. Univerzita Palackého v Olomouci, pedagogická fakulta, Olomouc, 245 s.

9. Přílohy

9.1. Seznam příloh

Příloha č. 1 Pre – test

Příloha č. 2 Post – test

Příloha č. 3 Pracovní list – terénní varianta

Příloha č. 4 Pracovní list – vnitřní varianta

Příloha č. 1

(V pretestu byly použity otázky ze širšího dotazníkového šetření vytvořené autorským kolektivem projektu TAČR TL 01000294. Sestavení pretestu nebylo součástí této bakalářské práce)

Prosím, uveď svůj věk

Pohlaví: Dívka Chlapec

V následující tvrzeních vyber jednu z nabízených možností tak, aby tvrzení bylo pravdivé, vybranou možnost zakroužkuj

- 1) Intenzita slunečního záření dopadajícího za jasného slunečního dne na travnatou plochu je **větší / menší** (zakroužkuj správnou možnost) než 600 W/m^2 (Pro srovnání – 600 W je výkon menší rychlovarné konvice)
- 2) Z celkového množství sluneční energie, která dopadne na zemský povrch, spotřebují rostliny pro fotosyntézu **více / méně** (zakroužkuj správnou možnost) než 10%.
- 3) Ranní rosa **ohřívá / ochlazuje** (zakroužkuj správnou možnost) tělesa, na nichž se sráží
- 4) Rostliny **mají / nemají** (zakroužkuj správnou možnost) schopnost termoregulace
- 5) **Voda se dostává do rostlinného těla kořeny. Existuje ale nějaká cesta, kudy se voda dostává z rostliny ven?** (zakroužkuj správnou možnost)
 - a) Ne, veškerá voda je rostlinou spotřebována
 - b) Ne, část vody je spotřebována a přebytečná část je rostlinou uložena ve vakuole
 - c) Ano, a to..... (uveď, jakým způsobem a jakou částí rostlinného těla se dle tvého názoru voda dostává ven z rostliny)
- 6) Na pouštích jsou velké rozdíly mezi denní a noční teplotou, protože:
 - a) se nacházejí v oblasti tropů a subtropů, pro které je rozdíl v denních a nočních teplotách typický
 - b) tam chybí voda a rostliny
 - c) ve dne je extrémně silné sluneční záření a naopak v noci tam silně proudí chladný vzduch, který povrch výrazně ochlazuje
- 7) Co se stane, pokud vykácíme les?
 - a) místní klima se ochladí, protože lesy jsou na povrchu zeměkoule tmavé plochy, které se nejvíce ohřívají. Pokud je vykácíme, povrch Země zesvětlíme, sníží se globální oteplování a na Zemi bude více vody.
 - b) V krajině zůstane více vody, protože ubudou stromy, které vodu vypařují a tak ji z krajiny odčerpávají

- c) Místní klima se oteplí, protože sluneční energie nebude spotřebováána na výpar vody z lesů, ale na ohřev povrchu a vzduchu. Jestliže se voda nebude pomalu vypařovat, nebude se ani zpět do této krajiny vracet ve formě dešťů a mlhy. V krajině tak ubude voda.
- 8) Hlavním důvodem proto, že za horkého letního dne je v parku se vzrostlými stromy chladněji než na vydlážděném náměstí je to, že:
- a) stromy část sluneční energie spotřebují pro fotosyntézu
 - b) Stromy mají hodně listů, celkový povrch listů je mnohem větší než povrch dlážděného náměstí a proto se z povrchu listové plochy odrazí větší množství slunečního záření. Méně sluneční energie se tak přemění v pocitové teplo.
 - c) Stromy odpařují z listů vodu a na výpar vody spotřebují hodně sluneční energie, která se tak nemůže přeměnit na pocitové teplo.

Příloha č. 2

(V posttestu byly použity otázky ze širšího dotazníkového šetření vytvořené autorským kolektivem projektu TAČR TL 01000294. Sestavení posttestu nebylo součástí této bakalářské práce)

Prosím, uveď svůj věk

Pohlaví: Dívka Chlapec

V následující tvrzeních vyber jednu z nabízených možností tak, aby tvrzení bylo pravdivé, vybranou možnost zakroužkuj

- 9) Intenzita slunečního záření dopadajícího za jasného slunečního dne na travnatou plochu je **větší / menší** (zakroužkuj správnou možnost) než 600 W/m^2 (Pro srovnání – 600 W je výkon menší rychlovarné konvice)
- 10) Z celkového množství sluneční energie, která dopadne na zemský povrch, spotřebují rostliny pro fotosyntézu **více / méně** (zakroužkuj správnou možnost) než 10%.
- 11) Ranní rosa **ohřívá / ochlazuje** (zakroužkuj správnou možnost) tělesa, na nichž se sráží
- 12) Rostliny **mají / nemají** (zakroužkuj správnou možnost) schopnost termoregulace
- 13)** Voda se dostává do rostlinného těla kořeny. Existuje ale nějaká cesta, kudy se voda dostává z rostliny ven? (zakroužkuj správnou možnost)
- d) Ne, veškerá voda je rostlinou spotřebována
- e) Ne, část vody je spotřebována a přebytečná část je rostlinou uložena ve vakuole
- f) Ano, a to..... (uveď, jakým způsobem a jakou částí rostlinného těla se dle tvého názoru voda dostává ven z rostliny)
- 14) Na pouštích jsou velké rozdíly mezi denní a noční teplotou, protože:
- d) se nacházejí v oblasti tropů a subtropů, pro které je rozdíl v denních a nočních teplotách typický
- e) tam chybí voda a rostliny
- f) ve dne je extrémně silné sluneční záření a naopak v noci tam silně proudí chladný vzduch, který povrch výrazně ochlazuje
- 15) Co se stane, pokud vykáčíme les?
- d) místní klima se ochladí, protože lesy jsou na povrchu zeměkoule tmavé plochy, které se nejvíce ohřívají. Pokud je vykáčíme, povrch Země zesvětlíme, sníží se globální oteplování a na Zemi bude více vody.
- e) V krajině zůstane více vody, protože ubudou stromy, které vodu vypařují a tak ji z krajiny odčerpávají

f) Místní klima se oteplí, protože sluneční energie nebude spotřebováána na výpar vody z lesů, ale na ohřev povrchu a vzduchu. Jestliže se voda nebude pomalu vypařovat, nebude se ani zpět do této krajiny vracet ve formě dešťů a mlhy. V krajině tak ubude voda.

16) Hlavním důvodem proto, že za horkého letního dne je v parku se vzrostlými stromy chladněji než na vydlážděném náměstí je to, že:

d) stromy část sluneční energie spotřebují pro fotosyntézu

e) Stromy mají hodně listů, celkový povrch listů je mnohem větší než povrch dlážděného náměstí a proto se z povrchu listové plochy odrazí větší množství slunečního záření. Méně sluneční energie se tak přemění v pocitové teplo.

f) Stromy odpařují z listů vodu a na výpar vody spotřebují hodně sluneční energie, která se tak nemůže přeměnit na pocitové teplo.

17) Líbila se Ti dnešní výuka?

ANO Proč?.....

NE

Proč?.....

18) Co by ses k tomuto tématu ještě rád dozvěděl /a?



Pedagogická
fakulta
Faculty
of Education

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



Tento pracovní list byl vypracován s podporou projektu TAČR TL 01000294

Pracovní list pro badatelskou terénní výuku

(pilotní verze)

Sluneční energie, voda v krajině, vegetace

1. Jak se liší stín stromu a slunečnicku? V letním rozpáleném městě se cítíme příjemněji ve stínu stromu, než ve stínu slunečnicku.

Zkuste se zamyslet nad příčinou a navrhnete odpověď.

Otázka: Proč je stín stromu chladnější než stín slunečnicku?

Pracujte ve skupinách dle pokynů učitele:

Za pomoci nápověd se pokuste navrhnout hypotézu (domněnku), vysvětlující, proč je stín stromu chladnější než stín slunečnicku?

Nápovědy: (Každá z nápověd je umístěna v jednom z rohů učebny i s obrázkem. Postupně dle pokynů učitele projděte ve skupinách všechny rohy učebny, zamyslete se nad souvislostmi všech nápověd).

- **Nápověda A:** Na 1 m² povrchu krajiny (např. trávníku ve městě, koruny stromů v lese, pšeničného lánu, dlážděného parku) dopadá po průchodu atmosférou za jasného letního dne až 1000 W sluneční energie. Lidské oko vnímá pouze část spektra slunečního záření – a to jako viditelné světelné záření. Ve skutečnosti je ale spektrum slunečního záření složeno i z několika částí, které nevidíme.
- **Nápověda B:** Na povrchu listů jsou průduchy, kterými rostliny odpařují vodu. Otevření a uzavření průduchů může rostlina regulovat. Na 1 mm² je v listu až 100 průduchů. Vzrostlý strom s korunou o poloměru 4m odpaří během jasného letního dne cca 200l vody.
- **Nápověda C:** Víme, že skupenské výparné teplo vody je při běžné teplotě 20°C 2,45 MJ/l. To je přibližně 0,68 kWh sluneční energie.
- **Nápověda D:** Sluneční energie se po dopadu na zemský povrch podle zákona o zachování energie mění v několik různých forem. Po dopadu na povrch krajiny porostlý vegetací dostatečně zásobenou vodou se 5 – 10% sluneční energie odrazí zpět do atmosféry, 5 – 10% se přemění na pocitové teplo (Sluneční energie ohřívá povrch a od něho se ohřívá vzduch), 5-10% ohřeje půdu a zůstává v ní tak „uschováno“ (akumulace tepla půdou). Vegetace spotřebuje pro fotosyntézu max. 1% z celkového dopadajícího slunečního záření. Co se stane se zbývajícím sluneční energií

Formulujte domněnku (hypotézu) vysvětlující, proč je stín stromu chladnější než stín slunečnicku:

.....
.....

.....
.....

Navrhněte pokus, kterým tuto hypotézu ověříte. K pokusu můžete využít dva stejné zelené ručníky, vodu, infračervený bezdotykový teploměr a slunce venku před školou. (Při zatažené obloze lze slunce nahradit přenosnou halogenovou lampou a pokus provést ve třídě)

Návrh pokusu:

.....
.....
.....
.....

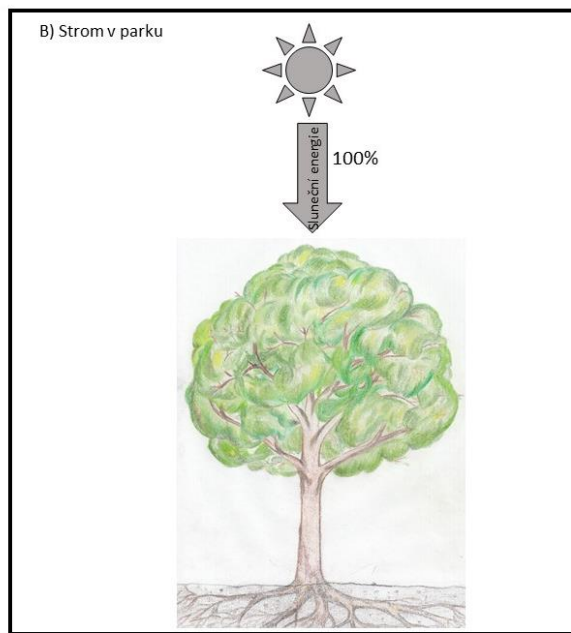
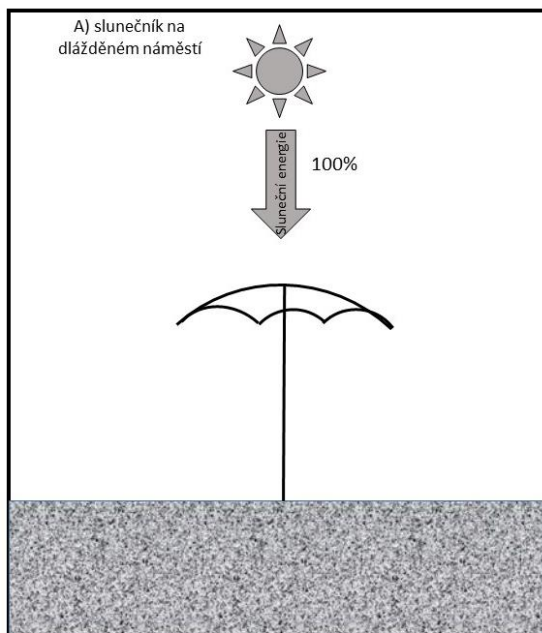
Výsledky měření:

Závěr pokusu:

.....
.....
.....

Znáznorněte do připravených obrázků vysvětlení, proč je stín stromu chladnější než stín slunečnicku:

*Na základě dosud zjištěných informací domalujte a popište do připravených schémat šipky, znázorňující, jak se liší přeměna sluneční energie na jednotlivé další formy (tedy distribuce sluneční energie) po dopadu na: **a**) povrch slunečnicku a **b**) korunu stromu. U každé šipky doplň číselný údaj určující, kolik procent sluneční energie se do konkrétní formy energie dle tvého názoru přibližně převede.*



2. Zjištěné závěry ověřte v terénu v blízkosti školy. Pomocí měřiče intenzity slunečního záření změřte množství dopadající sluneční energie na různých místech zemského povrchu dle následující tabulky. Na každém místě pomocí bezdotykového IR teploměru změřte zároveň i teplotu povrchu.

Stanoviště	Intenzita dopadajícího slunečního záření [W/m ²]	Teplota [°C]
volné prostranství, dlažba, asfalt		
volné prostranství, trávník		
povrch koruny stromu		
pod korunou stromu		

3) Spočítejte rozdíl v intenzitě slunečního záření dopadajícího na povrch koruny stromu a pod jeho korunu. Pokuste se zodpovědět následující otázky:

- a) Jak velký rozdíl jste zjistili mezi intenzitou slunečního záření dopadajícího na povrch stromu a pod strom? Kam se „ztratila“ či jak byla využita energie odpovídající zjištěnému rozdílu?

Zjištěný rozdíl v intenzitě dopadajícího slunečního

záření:.....

Vysvětlení:.....

.....

.....

.....

- b) Který z měřených povrchů byl nejteplejší a proč?

.....

4) Spočítejte, jakým výkonem chladil své okolí vzrostlý strom v parku, jestliže za 1 hodinu se z něj prostřednictvím prúduchů odpařilo 10l vody? (Počítejte s hodnotou skupenského výparného tepla vody při teplotě při 20 °C – tj. 0,68kWh)

.....

...

Závěr: Na základě získaných zkušeností v dnešní výuce vyjádřete vlastními slovy, proč je důležitá vegetace v krajině:



Pedagogická
fakulta
Faculty
of Education

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



Tento pracovní list byl vypracován s podporou projektu TAČR TL 01000294

Pracovní list pro badatelskou výuku ve třídě

(pilotní verze)

Sluneční energie, voda v krajině, vegetace

2. Jak se liší stín stromu a slunečnicku? V letním rozpáleném městě se cítíme příjemněji ve stínu stromu, než ve stínu slunečnicku.

Zkuste se zamyslet nad příčinou a navrhnete odpověď.

Otázka: Proč je stín stromu chladnější než stín slunečnicku?

Pracujte ve skupinách dle pokynů učitele:

Za pomoci nápověd se pokuste navrhnout hypotézu (domněnku), vysvětlující, proč je stín stromu chladnější než stín slunečnicku?

Nápovědy: (Každá z nápověd je umístěna v jednom z rohů učebny i s obrázkem. Postupně dle pokynů učitele projděte ve skupinách všechny rohy učebny, zamyslete se nad souvislostmi všech nápověd).

- Nápověda A: Na 1 m² povrchu krajiny (např. trávníku ve městě, koruny stromů v lese, pšeničného lánu, dlážděného parku) dopadá po průchodu atmosférou za jasného letního dne až 1000 W sluneční energie. Lidské oko vnímá pouze část spektra slunečního záření – a to jako viditelné světelné záření. Ve skutečnosti je ale spektrum slunečního záření složeno i z několika částí, které nevidíme.
- Nápověda B: Na povrchu listů jsou průduchy, kterými rostliny odpařují vodu. Otevření a uzavření průduchů může rostlina regulovat. Na 1 mm² je v listu až 100 průduchů. Vzrostlý strom s korunou o poloměru 4m odpaří během jasného letního dne cca 200l vody.
- Nápověda C: Víme, že skupenské výparné teplo vody je při běžné teplotě 20°C 2,45 MJ/l. To je přibližně 0,68 kWh sluneční energie.
- Nápověda D: Sluneční energie se po dopadu na zemský povrch podle zákona o zachování energie mění v několik různých forem. Po dopadu na povrch krajiny porostlý vegetací dostatečně zásobenou vodou se 5 – 10% sluneční energie odrazí zpět do atmosféry, 5 – 10% se přemění na pocitové teplo (Sluneční energie ohřívá povrch a od něho se ohřívá vzduch), 5 -10% ohřeje půdu a zůstává v ní tak „uschováno“ (akumulace tepla půdou). Vegetace spotřebuje pro fotosyntézu max. 1% z celkového dopadajícího slunečního záření. Co se stane se zbývajícím sluneční energií

Formulujte domněnku (hypotézu) vysvětlující, proč je stín stromu chladnější než stín slunečnicku:

.....
.....
.....
.....

Navrhněte pokus, kterým tuto hypotézu ověříte. K pokusu můžete využít dva stejné zelené ručníky, vodu, infračervený bezdotykový teploměr a slunce venku před školou. (Při zatažené obloze lze slunce nahradit přenosnou halogenovou lampou a pokus provést ve třídě)

Návrh pokusu:

.....
.....
.....
.....

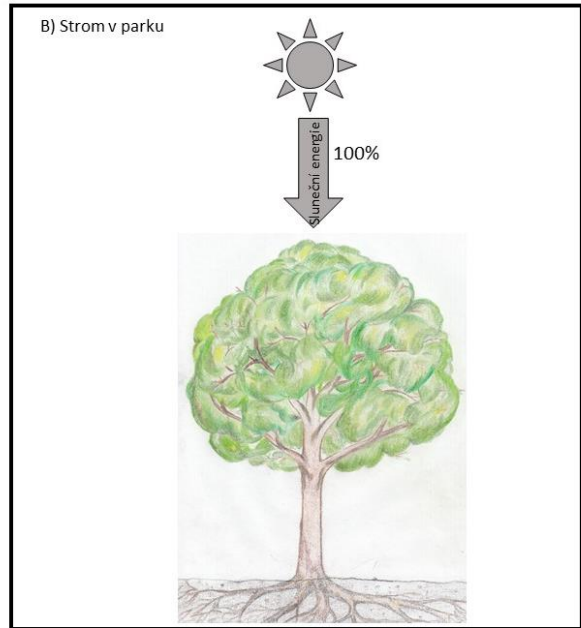
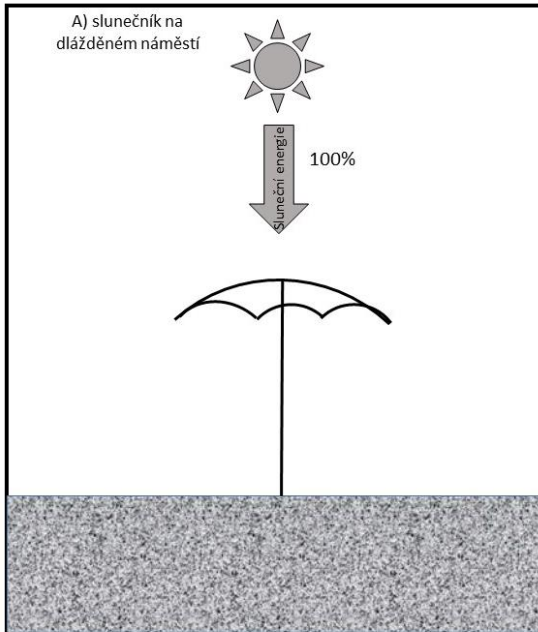
Výsledky měření:

Závěr pokusu:

.....
.....
.....

Znázorněte do připravených obrázků vysvětlení, proč je stín stromu chladnější než stín slunečnicku:

*Na základě dosud zjištěných informací domalujte a popište do připravených schémat šipky, znázorňující, jak se liší přeměna sluneční energie na jednotlivé další formy (tedy distribuce sluneční energie) po dopadu na: **a)** povrch slunečnicku a **b)** korunu stromu. U každé šipky doplň číselný údaj určující, kolik procent sluneční energie se do konkrétní formy energie dle tvého názoru přibližně převede.*



Spočítejte, jakým výkonem chladil své okolí vzrostlý strom v parku, jestliže za 1 hodinu se z něj prostřednictvím průduchů odpařilo 10l vody? (Počítejte s hodnotou skupenského výparného tepla vody při teplotě při 20 °C – tj. 0,68kWh)

.....

Každá pracovní skupina provede pouze jeden z následujících pokusů. Ostatní skupiny vždy sledují spolužáky a zapisují výsledky pokusů do pracovních listů

2) Navrhněte a proveďte pokus, kterým ve třídě ověříte, že rostliny chladí své okolí. K dispozici máte živou a dobře zalitou rostlinu v květináči, podobnou rostlinu umělou, bezdotykový IR teploměr, přenosnou halogenovou lampu.

Návrh pokusu:

.....

.....

.....

.....

Výsledky měření:

Závěr pokusu:

.....

.....
.....

3) Lesy představují na povrchu Země nejtmaší plochy. Souhlasíte s názorem, že lesy je potřeba vykácet, protože tak zesvětlíme povrch Země a snížíme globální oteplování klimatu? Své tvrzení odůvodněte pomocí experimentu. K dispozici máte tmavý a světlý ručník, bezdotykový IR teploměr, přenosnou halogenovou lampu a vodu.

Návrh pokusu:

.....
.....
.....
.....

Výsledky měření:

Závěr pokusu:

.....
.....
.....

4) Navrhňte a proveďte pokus, kterým ve třídě ověříte, že vodní nádrže na rozdíl od sklizených polí s holou půdou chladí své okolí. K dispozici máte dvě stejné misky, zeminu, vodu bezdotykový IR teploměr a přenosnou halogenovou lampu

Návrh pokusu:

.....
.....
.....
.....

Výsledky měření:

Závěr pokusu:

.....
.....
.....

Závěr: Na základě získaných zkušeností v dnešní výuce vyjádřete vlastními slovy, proč je důležitá vegetace v krajině: