



Pedagogická
fakulta
Faculty
of Education

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

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Pedagogická fakulta
Katedra biologie

Diplomová práce

Vodní režim rostlin jako výukové téma v badatelsky orientovaném vyučování na gymnáziu

Vypracovala: Bezpalcová Eva
Vedoucí práce: RNDr. Renata Ryplová, PhD.

České Budějovice 2015

Prohlášení

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

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

Diplomová práce byla zpracována s podporou projektu GAJU 078/2013/S.

V Českých Budějovicích dne.....

Bezpalcová Eva

.....

Poděkování

Poděkování patří především vedoucí diplomové práce paní RNDr. Renatě Ryplové, PhD. za její vstřícný přístup, ochotu a trpělivost a stejně tak i cenné rady a připomínky při vedení a zpracování mé diplomové práce.

Dále bych chtěla poděkovat vedení Gymnázia Strakonice, panu řediteli Mgr. Miroslavu Hlavovi a paní zástupkyni RNDr. Mileně Pavlíkové za to, že mi umožnili provést evaluaci výukové prezentace. Děkuji také všem učitelům, kteří se na srovnávacím průzkumu podíleli, za jejich ochotu a pomoc při výuce a zpracování didaktických testů.

ABSTRAKT

Bezpalcová, E.: Vodní režim rostlin jako výukové téma v badatelsky orientovaném vyučování na gymnáziu. Magisterská diplomová práce, Jihočeská univerzita, Pedagogická fakulta, České Budějovice

Cílem diplomové práce bylo vytvořit výukovou prezentaci pro studenty gymnázií podle principů badatelsky orientovaného vyučování využitelnou v rámci výuky tématického celku „Vodní režim rostlin“, aplikovat ji ve výuce a zařadit tak badatelsky orientované vyučování do výuky fyziologie rostlin na gymnáziu.

Byl proveden srovnávací průzkum ve třech paralelních třídách 1. ročníku gymnázia, kterého se zúčastnilo celkem 90 studentů. Na základě sestaveného didaktického testu byla porovnána úroveň znalostí u studentů, kteří absolvovali výuku podle výukové prezentace doplněné pracovním listem a u studentů, kteří absolvovali výuku téhož učiva formou frontální výuky bez využití této prezentace. Cílem didaktického výzkumu bylo zjistit, zda má badatelsky orientovaná výuka vliv na úroveň získaných znalostí a zda vede k jejich trvalejšímu uchování.

Zjištěné výsledky byly statisticky vyhodnoceny a přehledně zpracovány do tabulek a grafů.

KLÍČOVÁ SLOVA: badatelsky orientovaná výuka, frontální výuka, výuková metoda, výuková prezentace, didaktický test, pracovní list

Vedoucí diplomové práce: RNDr. Renata Ryplová, PhD.

Katedra biologie, PF JU

ABSTRACT

Bezpalcová, E.: Water regime of plants as a learning topic in inquiry-based education at grammar school. Diploma thesis, University of South Bohemia, Faculty of Education, České Budějovice

The aim of the diploma thesis was to create educational presentation for grammar school students according to the inquiry-based education principles and used in the classroom for teaching the thematic unit Water regime of plants, its application in teaching process and inclusion of inquiry-based education into plant physiology lessons at grammar school.

A comparative survey which included 90 students was carried out in three first grade parallel classes. The level of students' knowledge was compared on a basis of the achievement test – some students attended lessons including educational presentation completed with a worksheet, other students attended lessons providing the same topic in a way of frontal teaching and without the presentation. The goal of this research was to find out if inquiry-based education affects the level of acquired knowledge and if it leads to its permanent preservation. The results were statistically evaluated and clearly classified into tables and graphs.

KEYWORDS: Inquiry-based education, frontal teaching, teaching method, educational presentation, achievement test, worksheet

The head of the diploma thesis: RNDr. Renata Ryplová, PhD.

Department of Biology

University of South Bohemia, Faculty of Education

OBSAH

1.	ÚVOD	8
2.	LITERÁRNÍ PŘEHLED	8
2.1	Výuková metoda.....	9
2.1.1.	Volba výukové metody	10
2.1.2.	Klasifikace výukových metod	12
2.1.3.	Aktivizující výukové metody	16
2.1.3.1.	Badatelsky orientované vyučování.....	16
2.2.	Rámcový vzdělávací program pro gymnázia	21
2.3.	Didaktický test	22
3.	METODIKA.....	26
3.1.	Tvorba výukové prezentace	26
3.2.	Didaktický výzkum	27
3.2.1.	Stanovení hypotéz	27
3.2.2.	Prostředky výzkumu	28
3.2.3.	Implementace do výuky a testování	28
3.3.	Sestavování didaktického testu.....	30
3.3.1.	Testové úlohy	30
3.3.2.	Bodování.....	33
3.3.3.	Test – řešení a ukázka bodování	33
4.	VÝSLEDKY.....	37
4.1.	Výuková prezentace	37
4.1.1.	Rozbor výukové prezentace	38
4.2.	Pracovní list	44
4.3.	Výsledky testu – rozbor otázek	44
4.4.	Výsledky – porovnání metod.....	54
4.4.1.	Průměrný bodový zisk	54
4.4.2.	Průměrné zlepšení.....	56
5.	DISKUSE.....	58
6.	ZÁVĚR.....	60

7.	SEZNAM LITERATURY	61
8.	SEZNAM PŘÍLOH	64

1. ÚVOD

Pro svoji diplomovou práci jsem si vybrala téma z přírodovědného oboru fyziologie rostlin, neboť mě více zajímá a lze zde vhodně uplatnit principy tzv. badatelsky orientovaného vyučování (dále jen „BOV“), nové aktivizující metody problémového učení (Papáček, 2010). V souladu s principy BOV jsem vytvořila výukovou prezentaci s pracovním listem k tématu „Vodní režim rostlin“, kterou jsem aplikovala ve výuce fyziologie rostlin na gymnáziu ve Strakonících.

V rámci diplomové práce jsem provedla didaktický výzkum, jehož cílem bylo zjistit, zda se projeví rozdíly ve znalostech z oblasti daného učiva u studentů vyučovaných dvěma rozdílnými formami výuky – frontální výukou a výukou s prvky BOV. Dále jsem ověřovala, zda má metoda BOV z časového hlediska větší efektivitu na uchování vědomostí, než klasická frontální výuka. Za tímto účelem jsem sestavila didaktický test, který jsem zadala celkem 90 studentům prvního ročníku strakonického gymnázia. Průzkum proběhl v měsících března až června 2013. Získaná data jsem statisticky vyhodnotila v programu Excel.

Výuková prezentace je zpracována v programu MS Office PowerPoint a její rozbor je proveden v kapitole „Výsledky“. V podobě DVD je součástí této práce.

2. LITERÁRNÍ PŘEHLED

2.1 Výuková metoda

Červenková (2013) charakterizuje výukovou metodu jako jednu ze základních didaktických kategorií, která představuje „*koordinovaný systém činností učitele vedoucí žáka k dosažení stanovených vzdělávacích cílů*“ (Průcha a kol., 2003, s. 278 in Červenková, 2013, s. 20).

Výukové metody jsou dle Červenkové (2013) v didaktice chápány jako nástroje, které učiteli slouží k vysvětlování, opakování a upevňování učiva, při tom však musí být zachována kontinuita interakcí mezi učitelem a žáky. Právě prostřednictvím výukových metod je interakce učitel-žák v průběhu výuky realizována a představuje vzájemnou spolupráci, v rámci které učitel respektuje individuální zvláštnosti žáka a žák přijímá stanovený vzdělávací cíl. Společně tak pracují na dosažení tohoto cíle. (Kalous a kol., 2002).

Stejného názoru, tedy že výuková metoda je prostředkem k dosažení výukových cílů, je Maňák (2003), neboť učitel svým metodickým jednáním pomáhá organizovat výukový proces a koordinuje jeho jednotlivé prvky tak, aby mezi nimi bylo dosaženo optimálního vztahu. Výuková metoda zahrnuje jak vyučovací činnosti učitele, tak učební aktivity žáka.

Výuková metoda by měla, podle Mojžíška (1975), splňovat určitá kritéria, tzn. měla by být:

- informačně nosná (tj. předá nezkrácené plnohodnotné informace a dovednosti);
- formativně účinná (tj. rozvíjí poznávací procesy);
- racionálně a emočně působivá (tj. strhne, aktivizuje žáka k prožitku učení a poznávání);
- respektující k systému vědy a poznávání;

- výchovná (tj. rozvíjí morální, sociální, pracovní a estetický profil žáka);
- přirozená ve svém průběhu a důsledcích;
- použitelná v praxi, ve skutečném životě (tj. přibližuje školu životu);
- adekvátní k žákům;
- adekvátní k učiteli;
- didakticky ekonomická;
- a hygienická.

2.1.1 Volba výukové metody

Červenková (2013) konstatuje, že výuková metoda je v teorii vzdělávání často podřízena obsahu výuky a je tradičně určena učebním obsahem a výukovými cíli. Přitom však práce žáků ve škole nezahrnuje jen osvojování vědomostí, nýbrž také například rozvíjejí své myšlení, získávají dovednosti, utvářejí si postoje atd. Univerzální metoda, která by vyhověla všem cílům, však neexistuje (Maňák, 2003). Metodu učení ovlivňují především aktuální podmínky výuky, jejichž prostřednictvím je modifikována.

Podle Červenkové (2013) vycházíme při volbě výukové metody z následujících skutečností:

- **faktor času** – na základě tohoto hlediska zvažujeme po jakou dobu výuková jednotka probíhá, např. plánujeme učební činnost žáků v rámci tradiční vyučovací hodiny (45 minut) nebo v rámci dvouhodinové vyučovací jednotky
- **prostředí** – je dáno tím, kde se učební činnosti odehrávají; nejčastěji výuka probíhá v klasické školní třídě, dále pak ve specializovaných učebnách a laboratořích, popř. mimo školní prostředí (např. z exkurze,..)

Faktor času a prostředí mnohdy učitel nemůže nijak ovlivnit, neboť hodinová dotace pro vyučovaný předmět je většinou již dána vzdělávacím plánem stejně jako místo výuky je dáno rozvrhem.

- Organizaci výuky si však učitel může řídit podle hlediska **počtu žáků** – rozhoduje o tom, zda žáci budou pracovat samostatně či ve skupinách, v párech nebo hromadně.
- **efektivita** výukové metody – představuje velmi důležitý faktor, neboť je dokázáno, že čím aktivněji je žák do výuky zapojen, tím snáze a efektivněji si osvojuje znalosti a dovednosti

Kalhous (2002) zmiňuje model tzv. pyramidy učení podle Sapira (1992), v níž je jednotlivým výukovým metodám přiřazeno procento vyjadřující schopnost zapamatování poznatků při jejich využití, čímž vyjadřuje jejich efektivitu:

- přednášky 5 %
- čtení 10 %
- audiovizuální metody 20 %
- demonstrace 30 %
- diskuze ve skupinách 50 %
- praktická cvičení 70 %
- vyučování ostatních 90 %

Z toho vyplývá, že nejvíce poznatků jsme schopni si zapamatovat vzájemným vyučováním (popř. vyučováním ostatních) a praktickou činností, nejméně informací si zapamatujeme z toho co slyšíme na přednášce. Kalhous (2002) však dodává, že u jednotlivých výukových metod je připouštěna určitá variabilita, neboť efektivita každé metody je ovlivněna mnoha faktory.

2.1.2 Klasifikace výukových metod

Jak již bylo řečeno dříve, univerzální klasifikace výukových metod, která by obsáhla všechna hlediska, neexistuje. Kalhous (2002) např. uvádí klasifikaci vyučovacích metod podle Lernerova (1986):

1. Informačně-receptivní metoda.
2. Reproductivní metoda.
3. Metoda problémového výkladu.
4. Heuristická metoda.
5. Výzkumná metoda.

Východiskem tohoto členění je charakter poznávacích (učebních) činností žáka, kterými si osvojuje obsah vzdělání a základní charakteristika učitelovy činnosti, jíž tuto činnost ve výuce organizuje. Z tohoto hlediska jsou tyto metody dále děleny do dvou základních skupin:

- A. Reproductivní metody (metoda č. 1 a 2) – žáci si osvojují hotové vědomosti a na požádání je reprodukuje.
- B. Produktivní metody (metoda č. 4 a 5) – žáci získávají nové poznatky převážně samostatně jako výsledek tvořivé činnosti.

Pro metodu problémového výkladu (č. 3) je charakteristické jak osvojování hotových vědomostí, tak i prvky tvořivé činnosti a stojí tak mezi těmito dvěma.

Přehled výše uvedených výukových metod podle Lernerovy klasifikace vypadá dle Kalouse (2002) následovně:

- **Informačně receptivní metoda**

Při této metodě je výukových cílů dosahováno předáváním hotových informací žákům a je nejrozšířenější metodou ve výuce všech vyučovacích předmětů, přičemž je např. realizována jako výklad, popis, vysvětlování, pomocí učebnic a učebních textů, demonstračních pokusů, filmů apod.

Učitelova činnost spočívá v prezentaci hotových informací a na straně žáků dochází k jejich uvědomělému vnímání a zapamatování.

- **Reproduktivní metoda**

Tuto metodu Kalhous (2002) popisuje jako metodu organizovaného opakování způsobů činnosti, při níž učitel vytváří systém učebních úloh pro činnost, kterou již znají díky informačně-receptivní metodě. Žáci plní učební úlohy různým způsobem např. čtením, psaním, výtvarnou činností aj.

V této úrovni již dochází k porozumění poznatkům, důležité ale je vyvarovat se jednotvárnosti učebních úloh, neboť ta u žáků snižuje motivaci a utlumuje soustředění. Ve výuce jsou tyto dvě metody využívány nejčastěji, z hlediska výuky totiž nejrychleji vedou k cíli.

- **Metoda problémového výkladu**

Podstatou této metody je představit žákům problémovou učební úlohu, na níž neznají odpověď, přičemž k této odpovědi se musí dopracovat vlastní činností za pomoci učitele.

Při tom si osvojují jednotlivé fáze řešení a učí se algoritmus postupu od vyjasnění podstaty problému, rozboru problému a argumentace, vytyčení možného způsobu řešení přes výběr toho nejpravděpodobnějšího způsobu a jeho ověření, potvrzení či vyvrácení a následné úpravy navrhovaného řešení.

- **Heuristická metoda**

Principem této metody je osvojování zkušeností na základě tvořivé činnosti žáků, kdy jim učitel předkládá učební úlohu, která pro žáky představuje určitý rozpor. Při tom vychází z dosavadních zkušeností žáků a daného okruhu učiva. Tyto úlohy vyžadují od žáků samostatné řešení charakteristické některé z výše uvedených fází, učitel provází žáky jednotlivými kroky řešení, vytyčuje dílčí cíle popř. formuluje protiklady a pomáhá žákům určovat jednotlivé kroky. Z hlediska úrovně osvojení si učiva podle Bloomovy taxonomie se jedná o úroveň *aplikace*, která vyžaduje zvládnutí řešení různých druhů problémových úloh.

- **Výzkumná metoda**

Pro tuto metodu je charakteristické, že vyžaduje od žáků samostatné hledání řešení problémové úlohy. Činnost učitele v tomto případě ustupuje do pozadí. Žáci v takových úkolech aplikují jak vědomosti, tak i získané praktické zkušenosti a dovednosti, při tom vybírají z několika různých způsobů řešení. Výzkumnou metodou se úroveň osvojení poznatků posouvá do roviny *analýzy* (žáci objasňují sdělení o jevech hlouběji a určují jejich strukturu); *syntézy* (kombinací prvků vytváří novou strukturu); *hodnotícího posouzení* (komplexní proces, kdy žáci používají hodnotící kritéria)

Jinou klasifikaci přináší např. Maňák (2003), podle níž jsou výukové metody klasifikovány následujícím (komplexnějším) způsobem:

1. Klasické výukové metody

- I. Metody slovní

- a. Vyprávění
- b. Vysvětlování
- c. Přednáška
- d. Práce s textem
- e. Rozhovor

- II. Metody názorně-demonstrační

- a. Předvádění a pozorování
- b. Práce s obrazem
- c. Instruktaž

- III. Metody dovednostně-praktické

- a. Napodobování
- b. Manipulování, laborování, experimentování
- c. Vytváření dovedností
- d. Produkční metody

2. Aktivizující metody

- a. Diskusní metody
- b. Metody heuristické, řešení problémů
- c. Metody situační
- d. Metody inscenační
- e. Didaktické hry

3. Komplexní výukové metody

- a. Frontální výuka
- b. Skupinová výuka
- c. Partnerská výuka
- d. Individuální a individualizovaná výuka, samostatná práce žáků
- e. Kritické myšlení
- f. Brainstorming
- g. Projektová výuka
- h. Učení dramatem
- i. Otevřené učení
- j. Učení v životních situacích
- k. Televizní výuka
- l. Výuka podporovaná počítačem
- m. Sugestopedie a superlearning
- n. Hypnopedie

2.1.3 Aktivizující výukové metody

Aktivizující metody lze charakterizovat jako *postupy, které vedou výuku tak, aby se výchovně-vzdělávacích cílů dosahovalo hlavně na základě vlastní učební práce žáků, přičemž důraz se klade na myšlení a řešení problémů* (M. Janovcová a kol., 1988 in Maňák 2003). Dále přispívají k osobnostnímu rozvoji žáků a podporují jejich tvořivost a samostatnost.

Důležité postavení zde mají např. již výše uvedené metody heuristické, zvláště metoda řešení problémů. Učitel se snaží využívat různé strategie a techniky s cílem přivést žáky k samostatné učební činnosti, např. kladením problémových otázek, které by měli žáky motivovat k objevování a bádání, přičemž si osvojují potřebné znalosti a dovednosti. Tzv. *učení cestou samostatného objevování* je metodou časově poměrně náročnou a žáci musí mít jasnou představu o cíli, kterého chtějí dosáhnout, ale musí být také přiměřený jejich kognitivním schopnostem. V průběhu těchto postupů zvládají řadu různých dovedností, např. shromažďování informací, jejich uspořádání a třídění, řešení problémových situací či rozporů nebo tvorbu hypotéz, což vyžaduje určitou základnu výchozích vědomostí (Maňák, 2003).

Tyto metody jsou považovány za jedny z nejefektivnějších, přesto se ve školách tyto postupy objevují velmi zřídka. Možným důvodem, jak se domnívá Maňák (2003) je nedostatečné zaměření výuky právě tímto směrem a ruku v ruce s tím také nepřipravenost žáků v oblasti samostatné aktivní činnosti.

2.1.3.1 Badatelsky orientované vyučování

Badatelsky orientované vyučování (= inquiry-based education, IBE; nebo také Inquiry-based science education, IBSE) je poměrně novým trendem v didaktice biologie, konkrétně představuje jednu z účinných aktivizujících metod problémového vyučování (Papáček, 2010a).

Jak dále uvádí Papáček (2010a), východiskem pro IBSE je konstruktivistický přístup ke vzdělávání, kdy učitel nepředává žákům učivo v hotové podobě výkladem, nýbrž vytváří znalosti cestou řešení problému a systémem kladených otázek (tzv.

komunikačním aparátem). Učitel se ve výuce při řešení problému stává zasvěceným průvodcem, který vede žáky postupem napodobujícím reálný výzkum, tzn. že zahrnuje tvorbu hypotéz, návrh způsobů řešení problému, získání výsledků a jejich diskuzi a v neposlední řadě také formulaci závěrů.

Stuchlíková (2010) z hlediska vnějšího řízení učitelem rozděluje IBSE podle Eastwella (2009) následujícím způsobem:

- potvrzující bádání – otázka i postup jsou studentům poskytnuty, výsledky jsou známy, jde o to je vlastní praxí ověřit
- strukturované bádání – otázku i možný postup sděluje učitel, studenti na základě formulují vysvětlení studovaného jevu
- nasměrované bádání – učitel dává výzkumnou otázku, studenti vytvářejí metodický postup a realizují jej
- otevřené bádání – studenti si kladou otázku, promýšlejí postup, provádějí výzkum a formulují výsledky

Tímto trendem se u nás v poslední době dále zabývá např. Dostál (2013), který definuje zavádění těchto badatelských přístupů jako změnu ve způsobu získávání a osvojování nových poznatků žáky na základě konstrukce vhodných situací, díky kterým žáci nové skutečnosti samostatně objevují a jejich poznání si sami aktivně konstruují. Charakteristickým rysem BOV tedy je nový způsob zapojení žáků do procesu učení. Bádání žáka chápe jako aktivní činnost jedince, která se zaměřuje na relativně samostatné a nezprostředkované poznávání skutečnosti. Tím se odlišuje od tzv. transmisivního pojetí výuky.

Toto bádání v sobě zahrnuje prvky empirismu, který jak dále uvádí Dostál (2013) předpokládá, že základem poznání je bezprostřední smyslová zkušenost, při tom se velmi uplatňuje zásada názornosti a spojení teorie s praxí. Bádání je zprostředkováváno především poznávacími metodami založenými na pozorování, experimentu a měření, kdy dochází ke studování dané skutečnosti prostřednictvím smyslů. Experimentální postupy prověřují a zdokonalují instrumentální dovednosti

žáků (Papáček, 2010a). Z tohoto hlediska se pro aplikaci BOV přírodovědné obory přímo nabízejí.

Pokusy o zavádění BOV do výuky v přírodovědných oborech pravděpodobně pramení z dlouhodobé krize přírodovědného vzdělávání a v dnešní době neustále se zvyšujícímu množství poznatků v těchto oborech (Papáček, 2010a). Jak dokazují rozsáhlé výzkumy (např. PISA = OECD Programme for International Student Assessment, 2006), o studium přírodovědných oborů je mezi studenty stále menší zájem.

Důvodem může být právě neustále se rozšiřující oblast poznatků v přírodovědných oborech (Papáček, 2010a). Při tom bylo v posledním rozsáhlém průzkumu PISA 2006 zjištěno, že čeští žáci mají v přírodovědných testech v mezinárodních průzkumech dlouhodobě nadprůměrné výsledky (Palečková J. a kol., 2007). Papáček (2010b) k tomu dále uvádí, že čeští studenti mají sice z oblasti přírodních věd osvojeno velké množství teorií a poznatků, problémy však mají v oblasti samostatného uvažování o přírodovědných problémech a jejich zkoumání, včetně tvorby hypotéz, hledání a navrhování způsobů jejich řešení, dále také interpretace zjištěných dat formulace závěrů, včetně jejich argumentace. Dostál (2013) se domnívá, že BOV představuje vhodný prostředek žádoucího ovlivňování profesní orientace žáků.

Ve vztahu k učení žáka dále charakterizuje badatelsky orientované učení např. Nezvalová (2010), jako aktivní proces, který reflektuje vědecké přístupy zkoumání a bádání v přírodě. Vychází při tom z konstruktivistického přístupu ke vzdělávání, tzn. že učitel nepředává studentům učivo v hotové podobě, ale vytváří znalosti cestou řešení problému a systémem kladených otázek (komunikačního aparátu) (Papáček, 2010). To v sobě podle Nezvalové (2010) zahrnuje následující 4 prvky:

- Učení je aktivní proces, při kterém si učící buduje vlastní poznatkovou strukturu na základě konstrukce svého porozumění;
- Individuální konstrukty závisí na předchozí zkušenosti a vědomosti, ovšem tato může být modifikována;

- Porozumění závisí na kontextu, čím je kontext rozmanitější, tím je porozumění širší a bohatší;
- Konstrukce porozumění má sociální dimenzi

Nezvalová (2010) dále charakterizuje BOV ve vztahu k vyučování, kdy žáci utvářejí výuku ve třídě, zatímco učitel je pouhým odborníkem na vedení diskuze. Žáci v průběhu výuky podle BOV využívají následující strategie:

- Žáci si kladou badatelsky orientované otázky;
- Žáci hledají důkazy;
- Žáci formují objasnění na základě důkazů;
- Žáci vyhodnocují objasnění s možností využití alternativ v objasňování;
- Žáci komunikují a ověřují objasnění.

Stuchlíková (2010) shrnuje přínosy a omezení IBSE (Inquiry-based science education) podle Edelsona, Goldina a Pea (1999) v následujících bodech takto:

- přínosy IBSE:
 - vytváření obecné schopnosti hledat a objevovat
 - speciální schopnosti a dovednosti potřebné pro zkoumání
 - zlepšení porozumění vědeckým pojmům
 - objevování vědeckých principů
 - zvýšení citlivosti na nedostatky ve vlastních znalostech a jejich doplňování cestou systematického zkoumání , upřesňování a využívání dosavadních znalostí

- obtíže při zavádění IBSE:
 - motivace studentů
 - dovednosti studentů potřebné pro zkoumání
 - zázemí studentských dosavadních znalostí
 - omezení možné realizace – čas, zdroje, učební plány atd

Jak uvádí Nezvalová (2010), v dnešní době, kdy máme snadný přístup k informacím, postrádá memorování faktů smysl. Mnohem důležitější je těmto faktům porozumět a umět s nimi naložit nejlepším možným způsobem. Aktivním objevováním si tak vytváříme porozumění okolnímu světu včetně přírody a společnosti. Touha po vědě a stejně tak potřeba vědět vychází z přirozenosti každého z nás. Při tom bychom objevování neměli chápat jen jako hledání správné odpovědi, ale důležité je najít řešení. Na závěr dodává, že badatelsky orientované přírodovědné vzdělávání podporuje rozvoj tvořivého myšlení žáka.

2.2 Rámcový vzdělávací program pro gymnázia (RVPG)

Rámcové vzdělávací programy byly zavedeny jako kurikulární dokumenty vymezující závazné rámce vzdělávání pro jeho jednotlivé stupně. V současnosti jsou nahrazeny novými kurikulárními dokumenty jež si školy na jejich základě vypracovaly samy – Školní vzdělávací programy. Podle nich se uskutečňuje vzdělávání na jednotlivých školách.

Rámcový vzdělávací program pro gymnaziální vzdělávání zahrnuje celkem 8 vzdělávacích oblastí, přičemž vzdělávací obor Biologie spadá do vzdělávací oblasti „Člověk a příroda“ spolu s dalšími čtyřmi obory (Fyzika, Chemie, Geologie a Geografie).

Na gymnáziu ve Strakonících jsou do předmětu Biologie zařazena průřezová témata Osobnostní a sociální výchova, Výchova k myšlení v evropských souvislostech, Environmentální výchova a Mediální výchova.

Učivo z oblasti přírodovědného oboru fyziologie rostlin je zařazeno v prvním ročníku v rámci výukového celku Biologie rostlin. Při zpracování tématu „Vodní režim rostlin jsem vycházela z učebnice Biologie rostlin pro gymnázia (Kincl a kol., 2000), podle které se zde vyučuje, a kde je toto téma rozděleno na kapitulu „Voda a její význam pro rostliny“ a vlastní kapitulu „Vodní režim.“ Ve vytvořené výukové prezentaci je důraz kladen zejména na problematiku „Transpirace“ a jejího významu v krajině.

2.3 Didaktický test

Podle Dvořákové (2000) je didaktický test jedním z prostředků systematického zjišťování výsledků výuky v jednotlivých předmětech a představuje důležitou formu zkoušení.

Pomocí didaktického testu má učitel dospět k určitému rozhodnutí týkajícího se výsledků žákovy výuky (Dvořáková, 2000). Aby mohl didaktický test tuto funkci plnit, musí to být dobrý test, což podle Dvořákové (2000) znamená, že je:

1. validní – dobře slouží účelu, k němuž byl sestaven a měří to, co má být měřeno
2. objektivní – nezaujatě a věcně posuzuje výkon (objektivita daného testu byla prokázána stabilními výsledky testu ve srovnání s různou klasifikací téhož výkonu žáka různými učiteli)
3. reliabilní – přesný a spolehlivý, tj. málo ovlivnitelný náhodnými, dočasnými a nepodstatnými vlivy; reliabilita je přímo úměrná počtu kvalitních testových položek
4. praktický – snadno se zadává, skóruje a interpretuje, ve srovnání s ústním zkoušením šetří čas

Jak uvádí Dvořáková (2000), na třídění didaktických testů je v odborné literatuře nahlíženo z různých hledisek, přičemž východiskem může být např. časové zařazení výuky. Podle toho rozlišujeme:

- a) vstupní testy (zjišťují daný stupeň předpokladů žáků před zahájením výuky)
- b) průběžné testy (uplatňují se během výuky a poskytují informace potřebné k regulaci výuky)
- c) výstupní testy (slouží ke zjištění úrovně osvojení učiva určitého celku – ročníku, semestru; jejich výsledků využívá učitel k hodnocení žáka či výukového programu)

Didaktické testy můžeme také dělit podle tématického rozsahu na:

- a) testy monotématické
- b) testy souhrnné

Jiným hlediskem třídění didaktických testů je interpretace výkonu v testu, na jehož základě dělíme testy na:

- a) NR (norm referenced) testy, tj. testy rozlišující (Byčkovský, 1983) cit. a upraveno podle Dvořákové (2000) – standardizované, na normy orientované testy; výkon jednotlivce je srovnáván s výkony populace; vysoká objektivnost a diferencovanost hodnocení
- b) CR (criterion referenced), tj. kritériální, též ověřující testy (Byčkovský, 1983) cit. a upraveno dle Dvořákové (2000) – základním kritériem nejsou obecné normy jako u NR, ale přesně vymezené oblasti učiva, zde je měřen výkon žáka (tj. stupeň zvládnutí učiva či jeho části; liší se podle zvláštností učiva v předmětu či tématu, konstrukce testu přihlíží k didaktické struktuře učiva i k možnostem žáků

Dalším kritériem při třídění didaktických testů může být dokonalost přípravy a provedení didaktického testu. Podle toho rozdělujeme testy na:

- a) testy standardizované, tj. testy obsahující: výkonové normy, podle nichž se výkon žáka zařazuje mezi výkony dané populace; rovněž testy přesně popsané co do zadání i interpretace – jsou určeny k rozsáhlejším a závažnějším měřením, obsahují příručky s návody pro zadávajícího i testovaného
- b) testy nestandardizované, tj. ty, které si učitel připravuje sám; slouží pro jeho individuální potřebu; příprava a stanovení normy je jednodušší než u testů standardizovaných, ale pro učitele jsou pracnější a časově náročnější než např. ústní zkoušení

Oproti klasickému zkoušení však vidí Dittrich (1992) přínos didaktického testu, neboť přináší zcela odlišnou informaci a tuto odlišnost vidí v tom, že:

- a) je oproštěn od individuálních zvláštností učitelova hodnocení
- b) je ovlivněn odlišným způsobem reprodukce znalostí, než je ústní zkoušení
- c) údaje jsou získávány ve standardní situaci pro všechny žáky a standardizováno je i hodnocení (statisticky)

Jak dále uvádí Dvořáková (2000), u didaktického testu je typická jeho důkladná příprava vycházející z určitých předpokladů, jeho objektivita, účelnost i kontrola jednotlivých dílčích postupů při přípravě, konstrukci i hodnocení výsledků testu.

Při konstrukci didaktického testu vychází učitel z pedagogických cílů (J. Skalková, 1985) in Hrabal (1989) a test konstruuje tak, aby zjistil, zda cílů bylo dosaženo. Tyto cíle charakterizují úroveň osvojení si učiva žáky nejčastěji uváděné jako Bloomova taxonomie cílů (upraveno podle Hrabala, 1989):

- zapamatování (znalost)
- porozumění
- aplikace
- analýza
- syntéza
- hodnotící posouzení

Dalším takovým východiskem při sestavování didaktického testu je didaktická analýza učiva a stanovení cíle didaktického testu (Dittrich, 1992).

Při sestavování didaktického testu je potřeba značnou pozornost věnovat tvorbě jednotlivých testových úloh. V didaktických testech jsou nejčastěji využívány následující druhy testových položek (Hrabal, 1989):

- otázky vyžadující krátké odpovědi,
- úlohy vyžadující doplňování,
- položky s alternativní odpovědí typu „správně – chybně“,
- položky vyžadující srovnávání,
- položky s mnohonásobnou volbou odpovědi.

Jak dále uvádí Hrabal (1989), každý druh testové položky má jiné diagnostické zaměření, neboť jednotlivé formy položek (např. výběr z alternativ) aktivizují určité poznávací struktury. Již výběr testové položky určuje, které dispoziční struktury bude daný test zjišťovat. Na základě porovnání výkonů žáka v didaktickém testu s požadavky získává učitel jasnou představu o žákových sociopsychických dispozicích (znanostech) v dané oblasti.

3. METODIKA

3.1 Tvorba výukové prezentace

Výuková prezentace „Vodní režim rostlin metodou badatelsky orientované výuky“ je vytvořena v programu MS Office PowerPoint a doplňuje ji textový materiál a pracovní list.

Prezentace pracuje zejména s využitím fotografického materiálu. Všechny fotografie použité v prezentaci jsou dílem autorky. Výjimkou je obrázek stromu použitý v prezentaci na snímku 1.1 (Distribuce světelné energie/den), dále v pracovním listu a stejně tak i v didaktickém testu, který byl stažen z internetu a upraven v programu Malování (zdroj:

http://www.123rf.com/photo_3935134_trees-with-roots-this-image-is-a-vector-illustration-and-can-be-scaled-to-any-size-without-loss-of-r.html).

Příprava některých podkladových materiálů probíhala v učebnách katedry biologie Pedagogické fakulty Jihočeské Univerzity v Českých Budějovicích. Takto byly zhotoveny mikroskopické preparáty „příčný řez stonkem muškátu“ (Obr. č. 7) a „otisk listové pokožky“ (Obr. č. 8), které autorka nafotila pomocí videomikroskopu VSMGA Trinokulár s kamerou Mintron. Některé pokusy nevyžadovaly speciální vybavení a tak mohly být realizovány a nafoceny v domácích podmínkách, další pak v průběhu samotné výuky v běžné učebně Gymnázia Strakonice. Sběr fotografického materiálu probíhal také v terénu.

Doplňkem je i vlastnoručně vyrobená pomůcka v podobě modelu stromu z lepenky.

3.2 Didaktický výzkum

Cílem didaktického výzkumu bylo porovnat míru znalostí a porozumění učivu téhož tematického celku vyučovaného dvěma rozdílnými formami výuky – frontální metodou bez využití prezentace a s využitím prezentace vytvořené podle principů BOV.

Srovnávací průzkum proběhl ve třech třídách prvního ročníku Gymnázia Strakonice s počtem studentů 28 až 31 a celkem se ho zúčastnilo 90 studentů. Výzkum probíhal v měsících březen až červen 2013 a měl několik fází:

- seznámení vyučujících biologie daných tříd s cílem a dílčími částmi průzkumu (březen)
- zadání a vypracování didaktického testu před výukou (duben)
- vypracování testu po výuce (květen)
- vypracování testu v rozmezí čtyř týdnů od probrání učiva (červen)

Výsledky průzkumu byly statisticky vyhodnoceny v programu Excel. Studentovým t-testem byl u zjištěných výsledků ověřován statisticky průkazný rozdíl na hladině významnosti 0,05.

3.2.1 Stanovení hypotéz

Před provedením srovnávacího průzkumu byly stanoveny následující hypotézy:

- Úroveň znalostí studentů 1. ročníku gymnázia v oblasti vodního režimu rostlin je nedostatečná
- Úroveň znalostí v oblasti daného učiva se po výuce zvýší
- Studenti, kteří absolvují výuku s prvky BOV dosáhnou lepších výsledků, tzn. úroveň jejich znalostí bude vyšší a budou uchovány déle, v porovnání se studenty, kteří budou s učivem seznámeni formou frontální výuky

3.2.2 Prostředky výzkumu

Nástrojem při získávání výsledků v tomto průzkumu byl didaktický test. Ten představuje poměrně rychlý způsob získání informací od tak rozsáhlého počtu studentů, přičemž údaje jsou od všech žáků získávány ve stejné standardní situaci. S výjimkou pre-testu, který zadávala autorka studentům osobně, byly ostatní testy zadávány vyučujícími biologie daných tříd podle přesně daných instrukcí.

Se studenty, kteří absolvovali výuku podle výukové prezentace, proběhla vždy krátká diskuze, ve které se mohli vyjádřit, co je na této pro ně nezvyklé formě výuky zaujalo, zda by uvítali něco podobného i v jiných předmětech, popřípadě co pro ně naopak žádným přínosem nebylo.

3.2.3. Implementace do výuky a testování

Studenti byli náhodně rozděleni do dvou skupin. U poloviny studentů byla ve výuce tématického celku „Vodní režim rostlin“ aplikována výuková prezentace s prvky BOV, zatímco s druhou polovinou studentů bylo stejné učivo probráno frontální metodou bez využití této prezentace.

Samozřejmostí bylo jednotlivé učitele předem seznámit s cílem průzkumu a jeho jednotlivými částmi. Nejnáročnějším prvkem bylo sladit organizační požadavky na výuku s rozvrhovými možnostmi daných tříd. Časová náročnost badatelsky orientované výuky byla odhadnuta na cca 60 minut oproti dostačujícím 45 minutám pro výuku frontální. Dalším ztěžujícím faktorem byl fakt, že testování studenti v každé třídě museli být rozděleni do dvou skupin tak, aby jedna skupina absolvovala výuku daného učiva „badatelsky“ a druhá skupina „klasicky“ frontální výukou. Při tom bylo žádoucí, aby vyučující biologie dané třídy byl na hodině vedené podle výukové prezentace přítomen. Tím bylo zajištěno, že byl detailně seznámen s obsahem učiva a měl jasný přehled o tom, co bylo ve výuce podstatné. Sladit tyto skutečnosti se podařilo díky využití jednak hodin určených pro laboratorní praktika („dvouhodinovky“), ale také „volných“ hodin v rámci suplování v návaznosti na běžnou hodinu biologie.

Testování probíhalo formou šetření znalostí prostřednictvím didaktického testu, který byl studentům zadán celkem třikrát.

Test č. 1 – tzv. pre-test:

Cílem prvního testu bylo u studentů zjistit spontánní míru znalostí daného učiva před jeho probráním na základě dříve nabytých vědomostí a zjistit, zda obě skupiny respondentů jsou srovnatelné (tj. zda ještě před absolvováním výuku nejevila jedna ze skupin vyšší míru znalostí této problematiky).

Test č. 2

Prostřednictvím druhého testu byla porovnávána efektivita výuky, v níž jsou uplatněny principy badatelsky orientovaného vyučování s výukou frontální. To znamená, že druhý test ověřoval schopnost zapamatování a pochopení učiva studenty u obou forem výuky. Druhý test následoval jeden týden po probrání daného učiva u obou skupin studentů.

Studenti v každé třídě byli rozděleni do dvou skupin na základě rozdělení do pracovních skupin pro laboratorní praktika, které se řídí pořadím v třídní knize. Tím vznikly skupiny s počtem studentů 14 až 15 (resp. 16). Pokud nějaký student chyběl, test si dopsal ihned v následující klasické hodině biologie v tom samém týdnu.

Test č. 3

Třetí test byl studentům zadán čtyř týdnů po výuce a ověřoval schopnost zapamatování a porozumění učivu s časovým odstupem několika týdnů od jeho probrání. Porovnáním výsledků u obou skupin lze zjistit, zda má některá z metod trvalejší charakter z hlediska uchování vědomostí.

3.3. Sestavování didaktického testu

Didaktický test použitý při průzkumu byl sestaven na základě prostudování daného učiva v učebnicích pro gymnázia Biologie rostlin (Kincl L. a kol., 2000), Botanika (Kubát K. a kol., 2003) a Biologie pro gymnázia (Jelínek, Zicháček, 2007). Didaktický test sloužil jako prostředek pro zjištění a porovnání úrovně znalostí daného učiva vyučovaného dvěma rozdílnými formami výuky. V rámci didaktického výzkumu byl didaktický test použit jako test vstupní (test č. 1) a výstupní (testy č. 2 a 3).

Na základě výše uvedených učebnic byla provedena didaktická analýza učiva. Dále byla prostudována odborná literatura zabývající se problematikou tvorby didaktického testu a byly sestaveny jednotlivé testové položky. Didaktický test je vzhledem k rozsahu učiva zpracovaného výukovou prezentací monotematický a proporcionalita zastoupených položek se odvíjí od přisouzení významnosti jednotlivým částem daného učiva tak, aby přitom byly respektovány cíle výuky. Současně s tím bylo navrženo bodování testových úloh.

Pro vyplnění testu dostali studenti časový limit v délce minimálně 12 a maximálně 15 minut. Orientačně lze říci, že u uzavřených testových položek by mělo stačit 0,5 minuty na jednu testovou úlohu, zatímco u otevřených položek lze počítat až s cca 2 minutami. V případě studentů s individuálními vzdělávacími potřebami lze časový limit navýšit dle potřeby.

3.3.1 Testové úlohy

Didaktický test je složen z 9 různých testových úloh. Použita je klasifikace podle Dvořákové (2000):

- I. položky uzavřené
 - a) klasické s nabízenou odpovědí
 - b) situační a interpretační
 - c) přiřazovací a uspořádací

d) položky dichotomické (ANO-NE)

e) doplňovací

II. položky otevřené

a) se stručnou odpovědí

b) se širokou odpovědí

V didaktickém testu byly zařazeny následující druhy testových položek, jejichž rozbor je upraven podle Hrabala (1989):

- I. Klasické položky s nabízenou odpovědí (také položky s mnohonásobnou volbou odpovědi), kdy má student vybrat z několika odpovědí pouze jednu odpověď správnou.

V didaktických testech se tento typ položek objevuje nejvíce. Velkou pozornost musíme u těchto položek věnovat nabízeným řešením (alternativním odpovědím), neboť tyto položky testují širokou oblast dispozic žáka. Pro učitele jsou položky tohoto typu výhodné v tom, že může žákům nabídnout nejčastější chybné odpovědi a jejich rozbořem si snadno ověřit, jakým způsobem dochází k osvojení znalostí. Za tímto účelem mohou být tyto položky v určité míře modifikovány (např. prověřují jeho analytické a interpretační schopnosti). Počet nabízených alternativ odpovědí by neměl být menší než 4, ideální počet je 5 a více.

V sestaveném didaktickém testu se jedná o úlohy č. 3, 5 a 7.

Při tvorbě těchto položek je třeba dodržovat následující obecná doporučení (Hrabal, 1992) cit. Dvořáková (2000):

- a) alternativní odpovědi musí být svou formou obdobné a musí vyplývat z podstaty úkolu
- b) je-li v otázce (instrukci) použita negativní forma, měla by být zvýrazněna podtržením

- c) je-li v testu více uzavřených úloh, neměla by správná odpověď být mezi nesprávnými možnostmi (distraktory) umístěna stále na stejné pozici
 - d) správná odpověď by neměla být kratší či delší než ostatní
 - e) otázky by měly být formulované jasně, nikoliv složitě
- II. Uzavřené uspořádací položky. Jsou založené na uspořádání např. pojmů, které jsou ve vzájemném vztahu.

V testu úloha č. 1

1. Podtrhněte, kudy je v rostlině vedena voda od kořenů až k listům.

xylém, floém, sítkovice, cévy a cévice

- III. Doplnovací položky – založené na doplňování pojmů, termínů či frází. Tento typ položek ověřuje konkrétní znalosti a pojmy a vypovídá nejvíce o pamětních dispozicích žáka. Důležité u těchto položek je, aby vynechaná slova či tvrzení byla v dané větě podstatná a musí být zachována jednoznačnost položky.

V testu úloha č. 6

6. Doplňte:

Tok vody od kořenů směrem k listům nazýváme jako _____.

Na udržení souvislého sloupce vody ve vodivém pletivu se podílí

_____ působící mezi molekulami vody.

- IV. Otevřené položky se širokou odpovědí. Umožňují žákovi individuální přístup k odpovědi. Nevýhodou těchto položek však je jejich obtížné hodnocení, proto by měly být jasně definované a musí se týkat měřeného údaje. U položek tohoto typu je třeba počítat s delším časovým intervalem pro jejich zodpovězení.

V testu úlohy č. 4, 8 a 9 a)

4. Napište, jak rostlina reguluje výdej vody.

8. Objasněte podstatu tohoto transportního mechanismu v rostlině.

TRANSPIRAČNÍ SÁNÍ: _____

9. a) Napište, jak se vegetace (zejména lesy) podílí na malém koloběhu vody v krajině:

3.3.2 Bodování

Většina testových úloh byla hodnocena jedním bodem. V případě doplňovací úlohy, kdy bylo třeba doplnit správné tvrzení, byla každá správná odpověď hodnocena půl bodem.

Pro získání lepší představy je uvedena ukázka testu s řešením a bodováním. Didaktický test a ukázka vyplněného testu tvoří přílohu č. 16.

3.3.3 Test – řešení a ukázka bodování

1. Podtrhněte, kudy je v rostlině vedena voda od kořenů až k listům:

xylém, floém, sítkovice, cévy a cévice

1 x 1 = 1 BOD

Bodování: pro získání jednoho bodu musí být správně 2 odpovědi

2. Doplňte správně tyto pojmy: TRANSPIRACE, FOTOSYNTÉZA:

Z celkového množství dopadající sluneční energie spotřebuje rostlina jedno procento na**TRANSPIRACI**....., převážnou část energie (80 %) využije na**FOTOSYNTÉZU**..... .

1 x 1 = 1 BOD

Bodování: pro získání jednoho bodu musí být správně 2 odpovědi

3. Vyberte správnou možnost.

Průměrný obsah vody v rostlinných pletivech je:

- a) 5 – 15 %
- b) 55 – 60 %
- c) 70 – 80%**
- d) 90 – 99 %

1 x 1 = 1 BOD

4. Napište, jak rostlina reguluje výdej vody.

....**Rostliny regulují výdej vody prostřednictvím průduchů (stomat), drobných otvůrků v listové pokožce, které mají schopnost otevírat a zavírat se podle aktuálních potřeb rostliny**....

1 x 1 = 1 BOD

5. Rozhodněte, které/á z těchto tvrzení o kořenovém vzlaku neplatí:

- a) uplatňuje se pouze na výdeji vody rostlinou, zejména na jaře
- b) souvisí s aktivním nasáváním vody kořeny
- c) vyžaduje od rostliny metabolickou energii
- d) navenek se projevuje vytékáním proudu asimilátů (mízy) po poranění dřevin

- A) neplatí tvrzení a**
- B) neplatí tvrzení b, c
- C) neplatí tvrzení c, d
- D) všechna tvrzení jsou správná

1 x 1 = 1 BOD

6. Doplňte:

Tok vody od kořenů směrem k listům nazýváme jako **....transpirační proud....** .
Na udržení souvislého sloupce vody ve vodivém pletivu se podílí **....kohezní (přitažlivé) síly / koheze....** působící mezi molekulami vody.

2 x 0,5 = 1 BOD

Bodování: jedna správná odpověď = 0,5 bodu, dvě správné odpovědi = 1 bod

7. Vyberte správné tvrzení.

Vodní potenciál:

- a) vyjadřuje schopnost vody pronikat z buňky do buňky
- b) je mírou hydratace buněk a udává schopnost buněk nasávat vodu
- c) dosahuje nejnižších hodnot v buňkách nejvýše položených pletiv
- d) dosahuje nejnižších hodnot v buňkách nejnižše položených pletiv

- A) platí a, c
- B) platí a, d
- C) platí b, c**
- D) platí b, d

1 x 1 = 1 BOD

8. Objasněte podstatu tohoto transportního mechanismu v rostlině.

TRANSPIRAČNÍ SÁNÍ:

....V důsledku odpařování vody z listů vzniká v xylému podtlak (podobně jako při pití brčkem) a voda je následně tažena touto silou směrem vzhůru. Tím v cévním svazku vzniká souvislý transpirační proud vody, ta se na jedné straně odpařuje z listů a na straně druhé je pasivně nasávána kořeny....

1 x 1 = 1 BOD

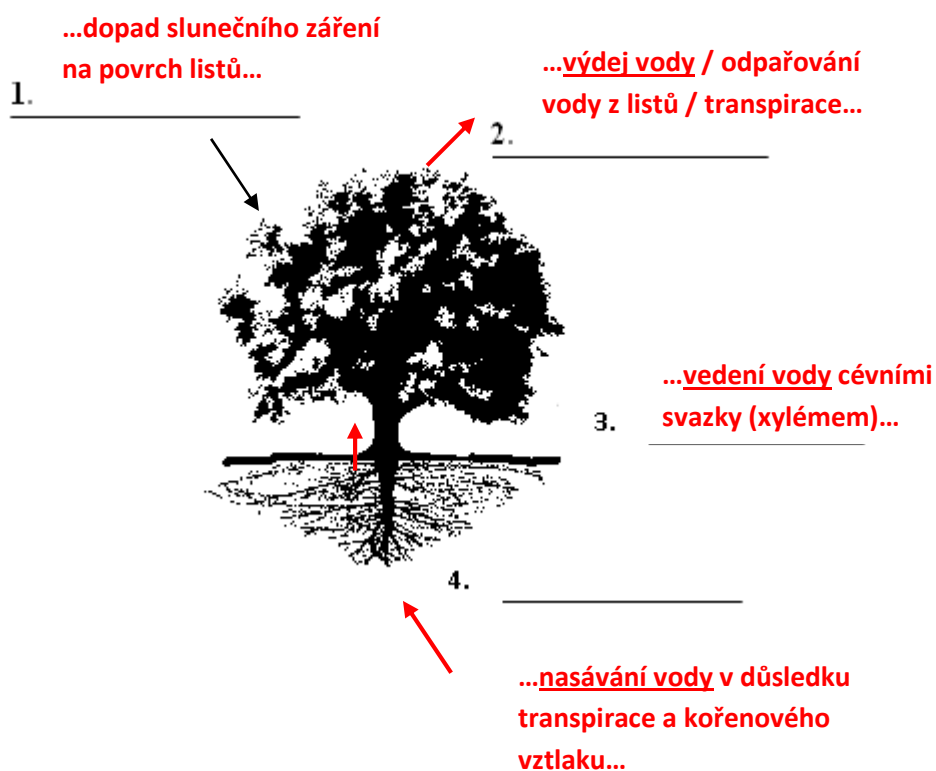
Bodování: jeden bod za správnou odpověď. Za správnou odpověď se považuje taková odpověď, kde je uvedeno, že při transpiraci (odpařování vody z rostliny) vzniká podtlak, který umožňuje tažení vody vzhůru.

9. a) Napište, jak se vegetace (zejména lesy) podílí na malém koloběhu vody v krajině:

.....Lesy zadržují v krajině vodu, která se vlivem působení slunečního záření odpařuje do okolního vzduchu při transpiraci, kde následně zkondenzuje a pak se formou srážek vrací zpět na zemský povrch. Lesy tak významně přispívají k zadržování vody na Zemi.....

Bodování: jeden bod za správnou odpověď. Za správnou odpověď se považuje taková odpověď, kde je uvedeno, že lesy zadržují v krajině vodu, kterou postupně odpařují zpět do okolního vzduchu při transpiraci.

b) A šipkami vyznačte tok vody stromem a na vyznačená místa doplňte, k jakému ději dochází:



1 x 1 + 5 x 0,5 = 3,5 BODU

Bodování: vyznačení směru transpiračního proudu v obrázku je hodnoceno půl bodem. Za každou správnou odpověď je získán další půl bod. Celkem lze tedy získat 2,5 bodu.

4. VÝSLEDKY

Výsledky zjištěné průzkumem byly statisticky vyhodnoceny v programu Excel a pro přehlednost zpracovány do grafů a tabulek. Statistická průkaznost výsledků byla ověřována Studentovým t-testem na hladině významnosti 0,05.

4.1 Výuková prezentace

Při sestavování výukové prezentace se vycházelo z předpokladu, že výuková prezentace jakož i samotná výuka studenty svým konceptem zaujme a bude mít významný vliv na úroveň dosažených znalostí. Problematika vyučovaného tématu byla podrobně nastudována z učebnic pro gymnázia (viz. kap. 3.3 – Sestavování didaktického testu) a dále z odborné literatury (Campbell N. A., 2006; Kincl M. a Krpeš V., 2006; Procházka a kol. 1998).

Výuka podle prezentace vytvořené na základě principů badatelsky orientovaného vyučování má ve studentech podnítit zvědavost a zájem tak, aby učitel jim byl jen jakýmsi průvodcem při výuce, ale aby oni sami byli schopni objevovat, nad zkoumanými jevy se sami zamýšlet a dospět vlastním uvažováním k jasnému závěru (Papáček, 2010). Současně se předpokládá, že studenti sami navrhnou k danému problému určitou hypotézu, kterou v průběhu výuky v jednotlivých krocích ověřují a v závěru prezentují výsledky své práce ostatním a mají možnost o problematice diskutovat. Tímto se učí postupům vědecké práce, rozvíjí se jejich schopnost spolupráce a učí se vyjadřovat vlastní názory (Papáček, 2010).

Studenti pracovali ve skupinkách po 3-4 a k vedení záznamu v průběhu výuky jim sloužil pracovní list. Pracovní list je přiložen jako příloha č. 16 .

4.1.1 Rozbor výukové prezentace

V úvodní části je studentům nastíněno, že podobně jako v lidském těle, tak i v tělech rostlin je voda nenahraditelnou složkou. Studenti hádají v jakých částech těla rostlin je obsaženo nejvíce vody a zkoušejí navrhnout, jak vypadá „vodní režim rostlin“. Informace pro pedagoga jsou uvedeny v textu „Vodní režim rostlin – úvod“, který je uveden v příloze č. 1.

V dalším kroku studenti dostávají motivační otázku: **„Kolik vody dokáže v letním dni vypít strom? Má nějakého mocného pomocníka?“**. Následuje přečtení kratšího textu „V hlavní roli: Transpirace“, který tvoří přílohu č. 2. Informace získané čtením textu studenti využijí při vlastní práci v průběhu výuky.

První takovou „aktivitou“ je přiřazování procentního podílu sluneční energie v rámci její distribuce v krajině se zelení (viz. příloha č. 3).

Následně je studentům předložena problémová otázka doplněná snímkem (Obr. č. 1), která má zároveň motivační funkci: **„Odkud se vzala pára ve vzduchu nad lesy?“**



Obr. č. 1: Výpar vody z lesů

Studenti mají nyní prostor pro to, aby navrhli hypotézu, odkud podle nich pochází voda vznášející se v podobě páry nad lesy. Učitel po chvíli může studenty

navést svými otázkami, např. se může zeptat, zda už takový jev někdy v přírodě zpozorovali, popřípadě kdy (za jakých podmínek) se s ním můžeme setkat. Studenti by měli dospět k hypotéze, že vodní páru do okolního vzduchu vydaly stromy (les). V dalších krocích si budou tuto hypotézu ověřovat.

V tuto chvíli dostanou studenti za úkol se jednoduchým experimentem přesvědčit, zda rostliny (stromy) uvolňují do okolí vodu. K dispozici však dostanou pouze rostlinu v květináči (byla použita pelargonie). Jejich úkolem nyní je navrhnout:

- a) další pomůcky, které budou k provedení pokusu potřebovat
- b) postup experimentu.



*Obr. č. 2: Pokus – Transpirace
(foto – autorka)*



*Obr. č. 3: Pokus – Transpirace
(foto – autorka)*

Samotný experiment byl proveden vždy demonstračně za asistence jednoho ze studentů (viz Obr. č. 2 a Obr. č. 3). Pokus mohl být díky slunečnému počasí realizován na okenním parapetu vystavenému přímému slunečnímu záření a k dodání energie potřebné pro transpiraci tak nebylo potřeba použít náhradní zdroj v podobě např. silné lampy. Rostlinu v květináči uzavřenou v igelitovém sáčku jsme postavili na vnější okenní parapet a nechali ji vystavenou působení sluneční energie (Obr. č. 4).



*Obr. č. 4: Pokus – transpirace
(foto – autorka)*

Za předpokladu, že rostliny skutečně odpařují vodu, mají nyní studenti navrhnout, jak (odkud, kudy a kam) je v rostlinném těle vedena voda. Své návrhy zapíší na popisovatelné „listy“, které připevní na modelový strom vyrobený z lepenky (Obr. č. 5).



*Obr. č. 5: Práce s pomůckou „strom“
(foto – autorka)*

Prostřednictvím kladení otázek a zařazením různých činností, jdoucích v určitém sledu za sebou, jsou dále studenti vedeni k tomu, aby si své domněnky na úrovni hypotézy ověřovali.

Jednoduchým pokusem s dlouhými brčkami například zjistí, zda může nějaká síla táhnout vodu v trubičce shora (viz. příloha č. 4). Všichni studenti si vyzkoušeli, co pití dlouhým brčkem obnáší (Obr. č 6). Zde dochází k začlenění mezipředmětových vztahů do výuky - na základě znalostí z fyziky působící sílu studenti správně identifikují jako *podtlak*.



Obr. č. 6: Pokus – pití dlouhými brčkami
(foto – autorka)

Následně mají studenti za úkol navrhnout postup pokusu, kterým by ověřili, zda může stejná síla působit také v rostlině. Malou nápovědou jim je květina s bílým květem umístěná do vázy s vodou. Pokus na vedení obarvené vody rostlinou byl v jednotlivých krocích předem nafocen (viz. přílohy č. 5).

Další část je věnována cestě vody rostlinou, konkrétně rostlinným pletivům. Za tímto účelem byly zhotoveny a nafoceny preparáty s příčným řezem stonku muškátu, pro zvýraznění vodivého pletiva byl použit modrý inkoust (Obr. č. 7).



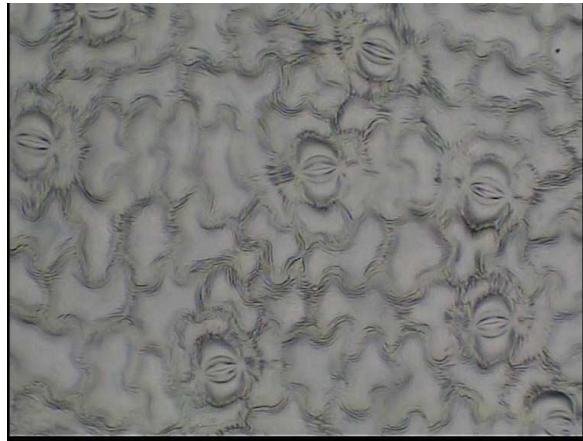
Obr. č. 7: Příčný řez stonkem muškátu

Studenti dostali obrázek příčného řezu stonkem k dispozici a měli rozhodnout, kterým pletivem se dostal inkoust až do květu. Dále měli zjistit, jak se tato vodivá pletiva nazývají (viz. příloha č. 6). V dalším kroku zjistili, která část cévního svazku vede vodu (viz. příloha č. 7). Vycházet při tom mohli z již dříve získaných znalostí z oblasti morfologie rostlin. Tyto znalosti aplikovali také při srovnání dlouhých brček a jim podobných struktur v těle rostlin (viz. příloha č. 8).

Následující aktivita – čtení textu s porozuměním – byla zařazena za účelem zapojení kritického myšlení studentů (viz. příloha č. 9). Ukázalo se, že práce s textem dělá mnohým studentům problémy, ačkoliv byl kladen důraz na to, aby daný text byl srozumitelný a podle zadaného úkolu jednoznačný. Znění textu je uvedeno v příloze č. 10.

S pomocí obrazového materiálu si v dalším kroku mohli studenti ověřit, které dva hlavní mechanismy se podílejí na vedení vody od kořenů až k listům (viz. příloha č. 11).

Jako další činnost je zařazeno pozorování průduchů na povrchu listu. K tomu byla využita tzv. mikroreliefová metoda. Postup zhotovení otisku listové pokožky byl názorně popsán a doplněn fotografiemi (viz. příloha č. 12). Otiskový preparát byl opět nafocen pod mikroskopem (Obr. č. 8) a tento obrázek studenti také dostali do svých rukou. Jejich úkolem bylo najít odpověď na otázku: **„Jsou na povrchu listu nějaké otvůrky, kterými může odcházet voda?“**



Obr. č. 8: Otisk listové pokožky – průduchy

Nyní je třeba vrátit pozornost studentů zpět k otázce energie.

V úvodní části hodiny řešili otázku, kde se vzala oblaka páry vznášející se ve vzduchu nad lesy. Sestavili pracovní hypotézu, že vodu uvolnily stromy (lesy) a založili jednoduchý pokus, kterým toto tvrzení měli podložit. V tuto chvíli je nanejvýš vhodné studentům výsledek experimentu předložit (Obr. č. 9):



*Obr. č. 9: Výsledek pokusu – Transpirace
(foto – autorka)*

Rostlina skutečně vydala do okolí vodu. Tím se jim zároveň potvrdí předpoklad, že rostliny (stromy) musí vodu někde vzít a dopravit ji od kořenů až do listů, aby mohla být vydána zpět do okolního vzduchu.

Jak se ale voda v listu přemění na vodní páru?

Učitel se může studentů zeptat, co by udělali oni pro to, aby přeměnili vodu ve vodní páru (viz. příloha č. 13). Další otázku již směřuje k samotné transpiraci (viz. příloha č. 14): ***Kde bere rostlina energii na přeměnu vody ve vodní páru?***

Závěrečná část výuky (cca 15 minut) je věnována shrnutí získaných informací, vyvozování závěrů (viz. příloha č. 15) popř. diskuzi nad ekologickými souvislostmi. Studenti dále prezentují dílčí výsledky vlastní práce s využitím materiálů získaných v průběhu výuky.

4.2 Pracovní list

Výuková prezentace je doplněna pracovním listem, který přesně kopíruje její osnovu. Studenti tak mají možnost vést si v průběhu výuky plnohodnotný záznam, který v jejím závěru využijí při shrnutí výsledků, a který jim dobře poslouží také při formulaci vlastních závěrů. Pracovní list tvoří přílohu č. 16.

4.3 Výsledky testu – rozbor otázek

Kritériem pro vyhodnocení testů byl průměrně získaný počet bodů v jednotlivých otázkách. Zjištěné výsledky byly pro přehlednost převedeny do podoby grafů.

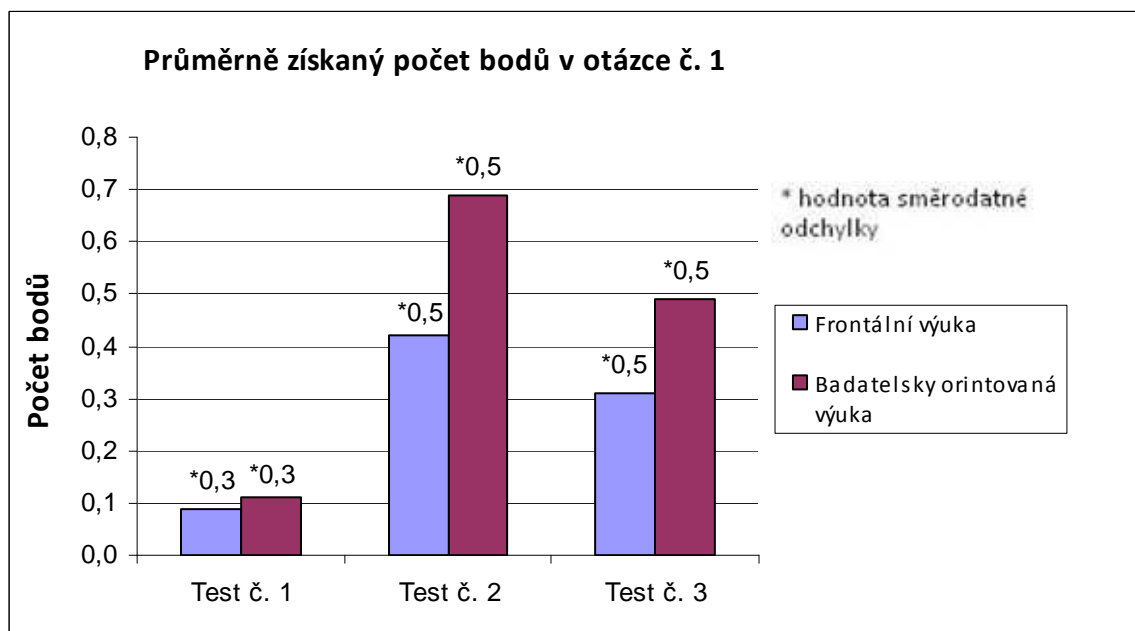
Vysvětlivky:

- forma výuky: BOV – badatelsky orientovaná výuka, FV – frontální výuka

Testová úloha č. 1

Podtrhněte, kudy je v rostlině vedena voda od kořenů až k listům.

Maximální počet bodů = 1



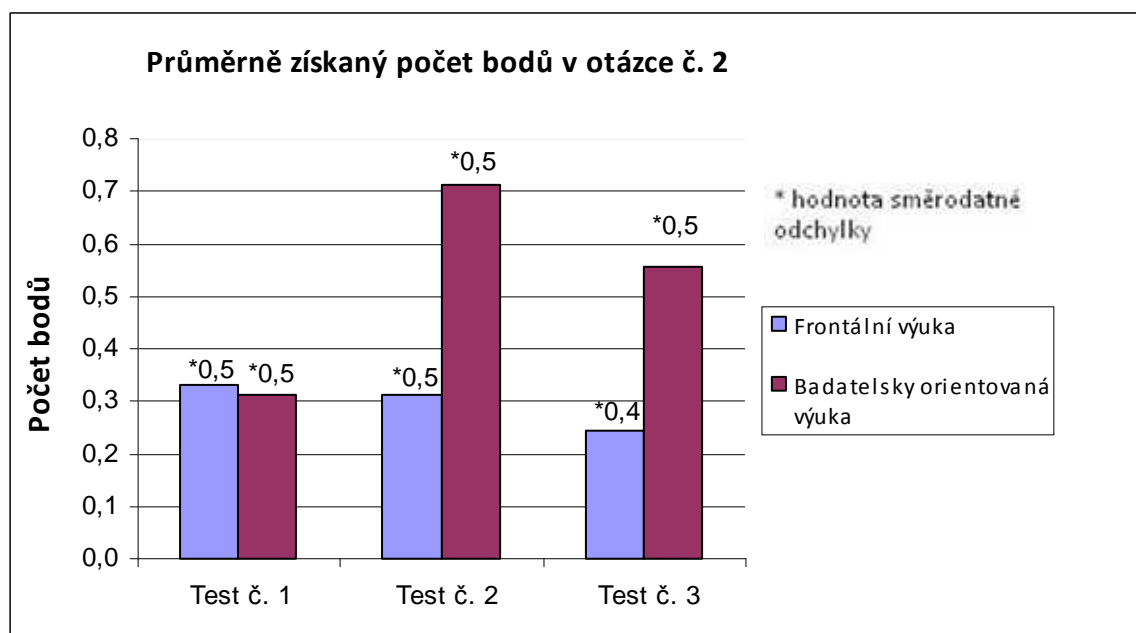
Graf č. 1: Průměrný počet získaných bodů v otázce č. 1

Otázka prověřovala znalosti z oblasti morfologie rostlin, jež úzce souvisí s fyziologickými ději vodního režimu rostlin. Za správnou odpověď bylo bráno pouze podtržení dvou správně přiřazených pojmů. V prvním testu bylo zaznamenáno jen 5 správných odpovědí u skupiny BOV a 4 u skupiny FV. V druhém testu správně vyřešila úlohu více jak polovina studentů vyučovaných metodou BOV, u studentů vyučovaných FV byla úspěšnost ve vyřešení dané úlohy poloviční. Lepších výsledků dosáhli studenti vyučovaní metodou BOV i ve třetím testu.

Testová úloha č. 2

Doplňte správně tyto pojmy: TRANSPIRACE, FOTOSYNTÉZA

Maximální počet bodů = 1



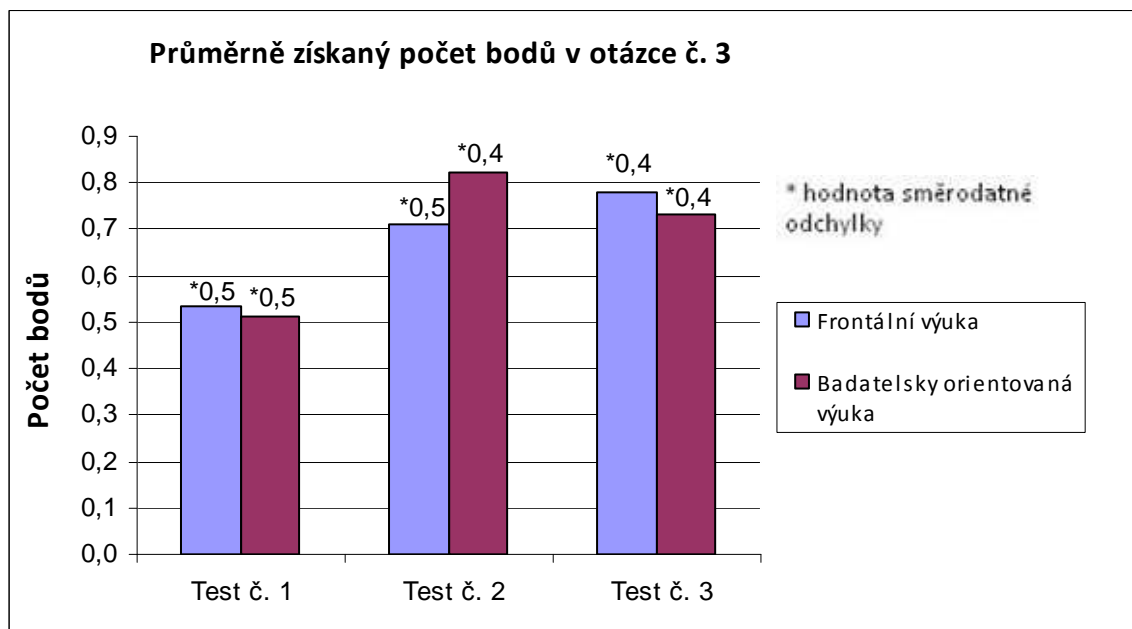
Graf č. 2: Průměrný počet získaných bodů v otázce č. 2

V této úloze měli studenti vhodně doplnit dva z nabízených pojmů do věty na základě pravdivosti tvrzení. U studentů vyučovaných frontální metodou příliš velké rozdíly ve výsledcích jednotlivých testů zjištěny nebyly, zatímco u skupiny vyučované BOV jsou rozdíly patrné.

Testová úloha č. 3

Vyberte správnou možnost.

Maximální počet bodů = 1



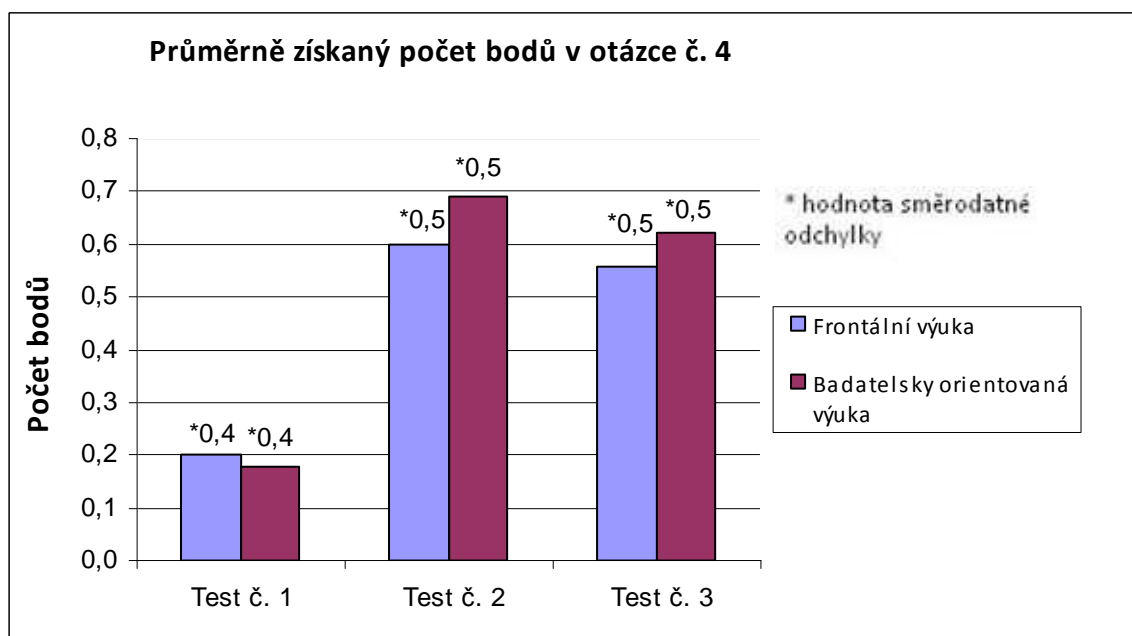
Graf č. 3: Průměrný počet získaných bodů v otázce č. 3

Tato úloha patřila mezi úlohy jednodušší. Spíše než cokoliv jiného šlo o faktografickou znalost. V případě třetího testu byli s těsným výsledkem lepší studenti vyučovaní FV. V případě studentů vyučovaných BOV může být horší výsledek v třetím testu dán tím, že ve výuce se toto téma probralo jen okrajově v úvodní části hodiny a nebyla mu přisuzována příliš velká priorita.

Testová úloha č. 4

Napište, jak rostlina reguluje výdej vody.

Maximální počet bodů = 1



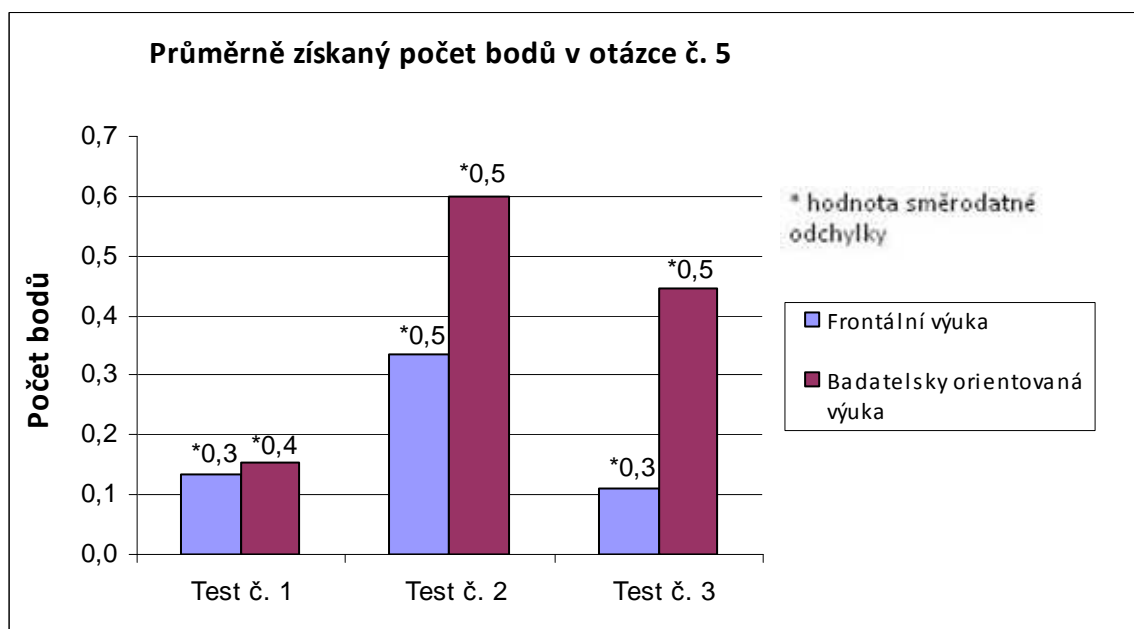
Graf č. 4: Průměrný počet získaných bodů v otázce č. 4

V této otevřené úloze tvořili studenti vlastní odpověď, přičemž nestačilo napsat pouze „průduchy“, ale uvést mechanismus jejich fungování. To činilo některým studentům problém. Z celkového počtu 14 špatných nebo žádných odpovědí u skupiny BOV bylo v druhém testu 9 odpovědí neúplných, u skupiny vyučované FV to bylo z celkového počtu 17 špatných nebo žádných odpovědí 12 neúplných odpovědí. Ve výsledcích třetího testu nebyly u obou skupin příliš velké rozdíly v porovnání s testem druhým.

Testová úloha č. 5

Rozhodněte, které/á z těchto tvrzení o kořenovém vztlaku neplatí:

Maximální počet bodů = 1



Graf č. 5: Průměrný počet bodů získaných v otázce č. 5

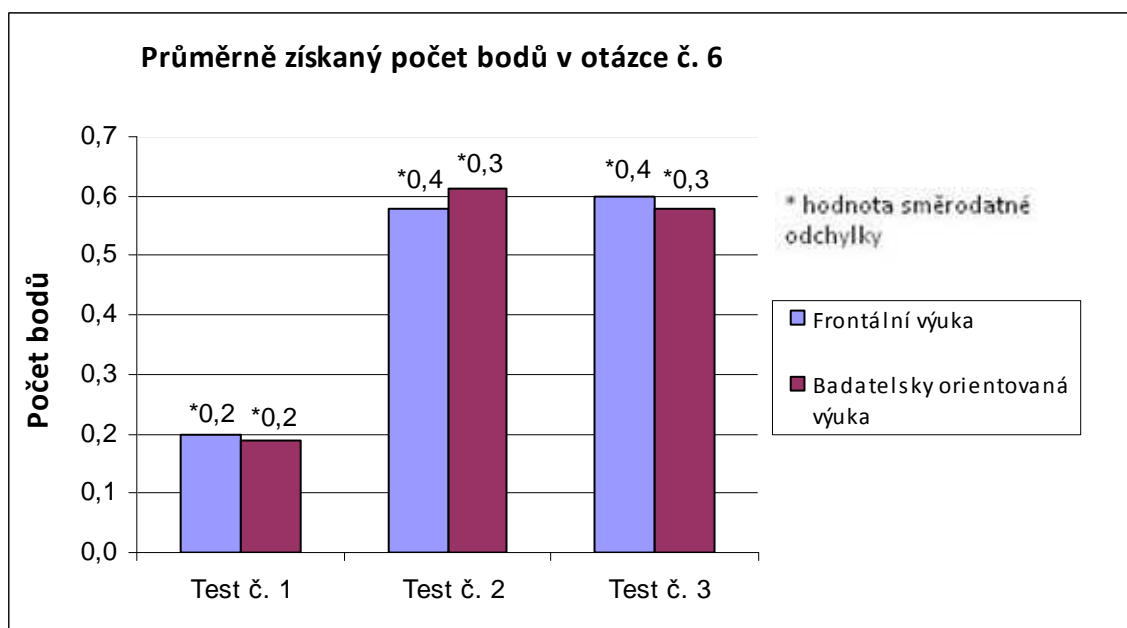
Z grafu je patrné, že tato otázka patřila k obtížnějším. Lepších výsledků v druhém a třetím testu dosáhli studenti vyučovaní BOV. Správně celkem odpovědělo o něco málo více jak polovina studentů.

Testová úloha č. 6

Doplňte.

Minimální počet bodů = 0,5

Maximální počet bodů = 1



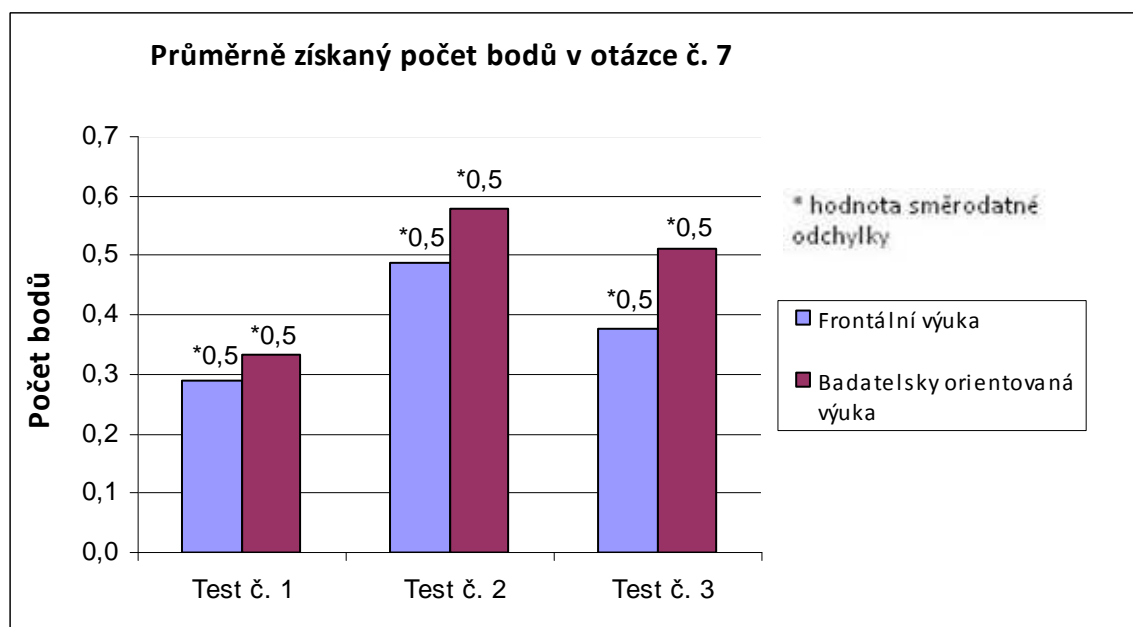
Graf č. 6: Průměrný počet získaných bodů v otázce č. 6

V této doplňovací úloze mohli studenti získat minimálně 0,5 bodu za jednu správně doplněnou odpověď a maximálně 1 bod za dvě správné odpovědi. U skupiny vyučované BOV získala v druhém testu tento minimální počet zhruba polovina studentů a necelá třetina pak získala maximální počet 1 bod. Ve skupině vyučované FV získala minimum 0,5 bodu přibližně třetina studentů a necelá polovina pak dosáhla maxima 1 bodu. Rozdíl byl v počtu nesprávných nebo špatných odpovědí, kdy otázku nezodpověděli (anebo špatně zodpověděli) 4 studenti ze skupiny BOV a 11 studentů ze skupiny FV. V třetím testu nepatrně těsně v celkovém počtu průměrně získaných bodů dosáhli lepšího výsledku studenti vyučovaní FV.

Testová úloha č. 7

Vyberte správné tvrzení.

Maximální počet bodů = 1



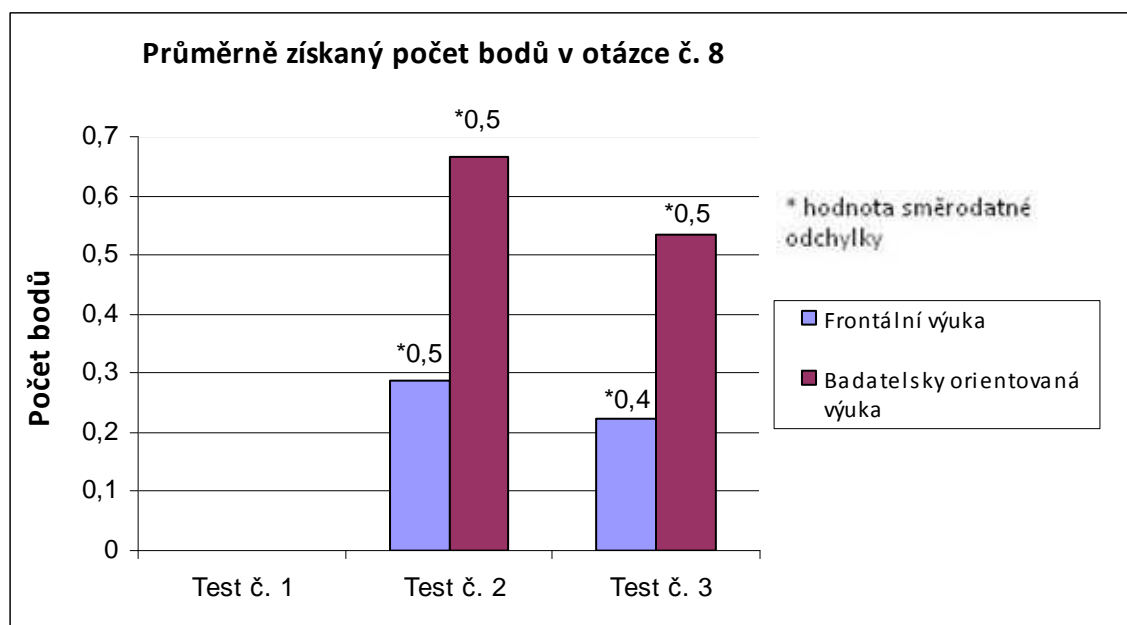
Graf č. 7: Průměrný počet bodů získaných v otázce č. 7

V této úloze projevili studenti logické usuzování. V případě BOV čerpali studenti znalosti o vodním potenciálu z textu, se kterým pracovali, a měli možnost zjištěné informace aplikovat v pracovním listu. V druhém testu správně zodpověděla otázku více než polovina studentů vyučovaných BOV, ve třetím testu to bylo o něco málo více než polovina. U studentů vyučovaných FV ve druhém testu správně odpověděla polovina studentů, v třetím testu zhruba jedna třetina studentů.

Testová úloha č. 8

Objasněte podstatu tohoto transportního mechanismu v rostlině.

Maximální počet bodů = 1



Graf č. 8: Průměrný počet bodů získaných v otázce č. 8

Tato úloha byla značně specifická, což je patrné u výsledků ve všech testech. Jednoznačně nejlepších výsledků dosáhli v druhém a třetím testu studenti vyučovaní BOV. Výsledek jasně naznačuje, že výuka dané problematiky podle BOV byla efektivnější.

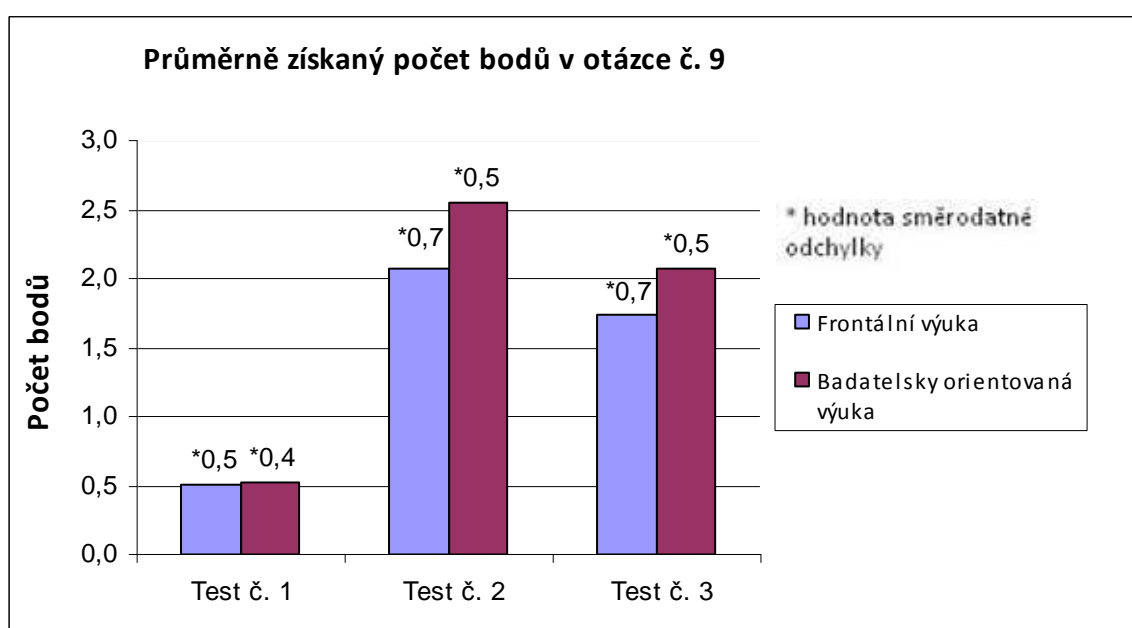
Testová úloha č. 9

a) Napište, jak se vegetace (zejména lesy) podílí na malém koloběhu vody v krajině.

b) A šipkami vyznačte tok vody stromem a na vyznačená místa doplňte, k jakému ději dochází.

Minimální počet bodů = 0,5

Maximální počet bodů = 3,5



Graf č. 9: Průměrný počet získaných bodů v otázce č. 9

V této úloze mohli studenti získat minimálně 0,5 bodu, ať už za vyznačení transpiračního proudu (toku vody) šipkami v obrázku stromu nebo za doplnění jedné správné odpovědi. V případě prvního testu se většinou jednalo o první možnost u obou skupin. Maximálním počtem bodů v této úloze byl počet 3,5 bodu. Maxima v druhém testu dosáhli pouze 3 studenti ze skupiny vyučované BOV, 16 studentů získalo 3 body a 26 studentů získalo méně než 3 body. Ze skupiny vyučované FV získali celkem 2 studenti maximum 3,5 bodu, 7 studentů získalo 3 body a 36 studentů získalo méně než 3 body.

4.4 Výsledky – porovnání metod

Výsledky zjištěné statistickým vyhodnocením jednotlivých testů byly dále zpracovány do níže uvedených tabulek. Porovnání výsledků dosažených u obou skupin bylo provedeno na základě průměrného bodového zisku a průměrného zlepšení v jednotlivých testech.

4.4.1 Průměrný bodový zisk

Přehled průměrně získaných bodů v jednotlivých testech u obou forem výuky zobrazuje Tabulka č. 1.

Vysvětlivky k tabulce č. 1:

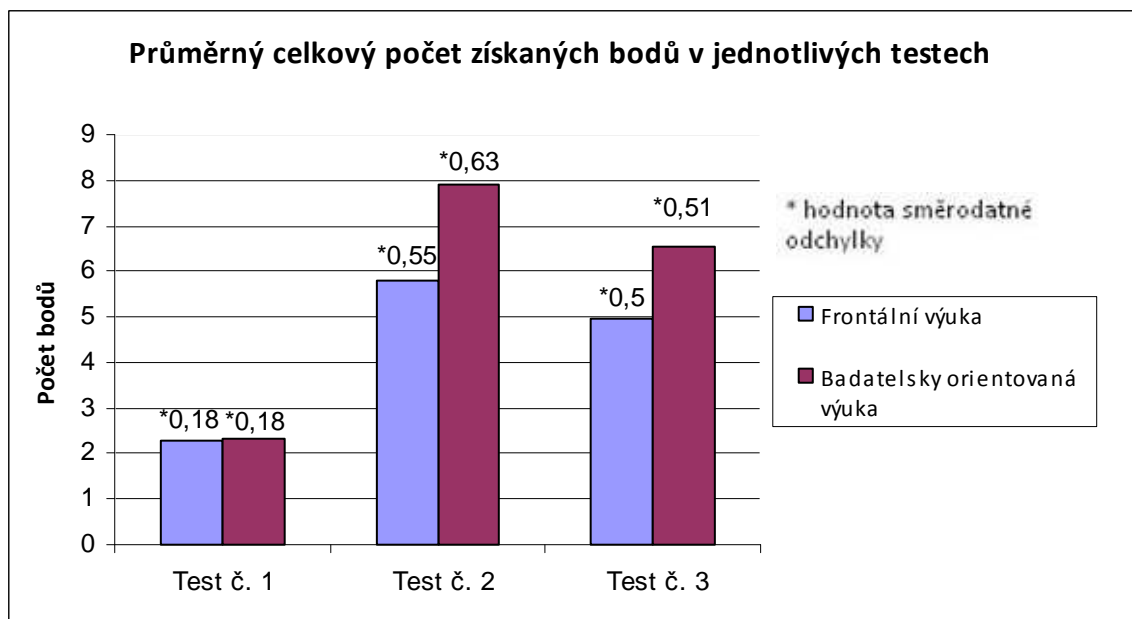
- Forma výuky: BOV – badatelsky orientovaná výuka, FV – frontální výuka
- Průměrný bodový zisk: počet průměrně získaných bodů v jednotlivých testech u obou forem výuky
- Směr. odch.: směrodatná odchylka
- Průměrný bodový zisk (%): procentuální vyjádření získaného počtu bodů oproti maximu 12,5 bodu u obou forem výuky
- Rozdíl bodů (%): udává, o kolik % z maxima 12,5 bodu byli studenti ze skupiny BOV lepší/horší
- * statisticky významný rozdíl na hladině významnosti 0,05.

Tab. č. 1: Průměrný bodový zisk obou skupin ve všech testech:

Test	Forma výuky	Průměrný bodový zisk	Směr. odch.	Průměrný bodový zisk (%)	Rozdíl bodů (%)
1. test	BOV	2,31	0,18	18,49	0,18
	FV	2,29	0,18	18,31	
2. test	BOV	7,92*	0,63	63,38	16,98
	FV	5,80*	0,55	46,40	
3. test	BOV	6,53*	0,51	52,27	13,57
	FV	4,94*	0,50	38,70	

V případě prvního testu je patrné, že mezi oběma skupinami testovaných studentů není v dosažených výsledcích příliš velký rozdíl. Z toho lze usoudit, že obě testované skupiny jsou vyvážené a studenti jsou přibližně na stejné úrovni.

U druhého a třetího testu jsou již dosažené výsledky u obou forem výuky poměrně rozdílné. Obecně lze říci, že lepších výsledků v testech dosahovali studenti vyučovaní metodou badatelsky orientovaného učení.



Graf č. 10: Průměrný celkový počet získaných bodů v jednotlivých testech

Na základě celkového zhodnocení výsledků můžeme přijmout všechny tři dříve stanovené hypotézy. Prvním předpokladem bylo, že úroveň znalostí daného učiva je u studentů velmi nízká. Druhá hypotéza byla založena na předpokladu, že studenti, kteří absolvují výuku podle výukové prezentace s prvky BOV si v dosahování výsledků povedou lépe, než druhá skupina vyučovaná frontální metodou. To bylo ověřeno Studentovým t-testem, který zjišťoval statisticky průkazný rozdíl na hladině významnosti 0,05. Potvrdila se i třetí hypotéza, že u studentů v této skupině budou získané vědomosti uchovány delší dobu, oproti znalostem studentů vyučovaných frontální výukou.

4.4.2 Průměrné zlepšení

Přehled průměrně získaných bodů v jednotlivých testech u obou forem výuky zobrazuje Tabulka č. 2.

Vysvětlivky k tabulce č. 2:

- Forma výuky: BOV – badatelsky orientovaná výuka, FV – frontální výuka
- Rozdíl T2-T1: průměrný rozdíl v počtu bodů za první a druhý test
- Rozdíl T3-T1: průměrný rozdíl v počtu bodů za třetí a první test
- Průměrný rozdíl: rozdíl mezi průměrnými hodnotami rozdílu T2-T1 a T3-T1

Tab. č. 2: Průměrné zlepšení v testech č. 2 a 3 oproti 1. testu u obou skupin:

Forma výuky	Rozdíl T2-T1	Rozdíl T3-T1	P. rozdíl
BOV	5,61	4,22	1,39
FV	3,51	1,43	2,08

Tabulka průměrného zlepšení jen potvrzuje výše uvedené skutečnosti. Většího zlepšení dosahovali studenti v rámci badatelsky orientované výuky. Druhá skupina měla naopak větší rozdíl mezi druhým a třetím testem. Z toho vyplývá, že výuka s prvky BOV měla z hlediska uchování vědomostí trvalejší charakter.

5. DISKUZE

Cílem didaktického výzkumu provedeného v rámci této diplomové práce bylo ověřit hypotézu, že badatelsky orientovaná výuka má pozitivní vliv na kvalitu a trvalost znalostí získaných touto formou výuky oproti klasickému frontálnímu vyučování.

Výsledky zjištěné při srovnávacím průzkumu, v rámci kterého bylo testováno 90 studentů gymnázia, ukazují, že badatelsky orientované vyučování je z hlediska zkvalitnění a uchování znalostí studentů efektivnější výukovou metodou než klasická výuka frontální. Ve většině testových úloh dosahovali v testech lepších výsledků právě studenti vyučovaní metodou BOV.

Tento fakt potvrzují další studie implementace BOV do výuky. Touto problematikou se zabývala např. J. Reháková (2011), jejíž výsledky byly publikovány v odborném recenzovaném periodiku *Envigogika*, vydávaném Karlovou Univerzitou v Praze (Ryplová a Reháková, 2011).

S těmito závěry se ztotožňuje také např. Eastwell (2009), který tvrdí, že studenti, kteří mají zkušenosti s BOV mají viditelně lepší znalosti a dovednosti, než ti, kteří jsou vyučováni tradičními metodami. To podle něho nevyjadřují jen výsledky testů, ale i průzkum dat, který odhaluje, že studenti mají pocit, že během BOV se naučí více, než tradičním způsobem.

Při vyhodnocování didaktických testů byla, zejména u doplňovacích testových úloh, sledována kromě správnosti také přesnost odpovědí. Největší rozdíly mezi výsledky dosaženými oběma formami výuky byly zaznamenány u otázek č. 2, 5 a 8, proto budou rozebrány podrobněji.

Otázka č. 2 se týkala problematiky distribuce sluneční energie se zaměřením na její využití rostlinami. Úspěšnější v řešení této úlohy byli studenti vyučovaní metodou BOV. Chybná odpověď byla zaznamenána u téměř dvou třetin studentů vyučovaných frontální metodou, kteří se domnívali, že největší podíl sluneční energie (80%) rostliny využijí na fotosyntézu. U skupiny vyučované podle BOV byl výsledek opačný, více jak polovina studentů odpověděla správně. Dle mého mínění studentům

vyučovaným metodou BOV pomohlo při rozhodování to, že v průběhu výuky téma sluneční energie plynule několikrát vyvstalo a její účinky pozorovali na vlastní oči při pokusu k dokázání transpirace. To jim v podstatě při rozhodování mohlo stačit.

V případě otázky č. 5, kdy studenti měli rozhodnout, které tvrzení o kořenovém vztlaku je nesprávné, si opět výrazně lépe vedli studenti, kteří byli vyučováni metodou BOV. Podle mého názoru to mohlo být způsobeno tím, že při práci v hodině tuto problematiku diskutovali, vlastní prací s textem a pracovním listem mohli získat ucelenější znalosti, ale také měli k dispozici konkrétní obrazový materiál, který daná fakta podložil. Předmětem této problematiky byl např. jarní odběr březové mízy, jež byl fotograficky zdokumentován a mezi studenty vyvolal diskusi.

V otázce č. 8 studenti prokazovali zda chápou příčinu hlavního transportního děje vody v rostlinném těle, transpiračního sání. V této úloze, co se týče přesnosti odpovědí, si studenti vyučovaní metodou BOV vedli v porovnání se studenty vyučovanými frontální metodou, skutečně velmi dobře. Tento fakt může být dle mého názoru přisouzen tomu, že proces „sání“ vody si v průběhu hodiny jednoduchým pokusem sami vyzkoušeli a princip vedení vody vzhůru proti zemské přitažlivé síle sami pojmenovali. Ostatně, tato aktivita vzbudila v průběhu hodiny u studentů největší zájem, každý se chtěl napít z dlouhého brčka. Nejčastější odpovědí studentů, kteří byli vyučováni frontálně, pak bylo, že podstatou transpiračního sání je „nasávání vody kořeny“, což je v podstatě důsledek tohoto děje, a nikoliv jeho příčina.

6. ZÁVĚR

V rámci diplomové práce byla vytvořena výuková prezentace v souladu s principy BOV na téma: „Vodní režim rostlin metodou badatelsky orientovaného vyučování.“ Na vzorku 90 studentů prvního ročníku gymnázia byl proveden srovnávací průzkum, jehož náplní byla/o:

- evaluace výukové prezentace s prvky BOV
- výuka stejného učiva frontální metodou
- vypracování didaktického testu před výukou, po výuce a s časovým odstupem 4 týdnů od probrání učiva
- statistické vyhodnocení výsledků
- porovnání efektivity obou výukových metod na základě zjištěných výsledků

Před provedením průzkumu byly stanoveny následující hypotézy:

- studenti mají nedostatečné znalosti dané problematiky
- úroveň studentských znalostí daného učiva se po výuce zvýší
- v komparaci výukové metody BOV a FV bude lepších výsledků dosaženo výukou BOV

Tyto hypotézy byly ověřovány testovým šetřením znalostí učiva dané problematiky. Z výsledků průzkumu vyplývají následující závěry:

- BOV je z hlediska zkvalitnění úrovně znalostí u studentů efektivnější výukovou metodou než klasická výuka frontální
- znalosti získané BOV mají trvalejší charakter
- zařazení BOV do výuky biologie má smysl, přestože jeho velkou nevýhodou je časová náročnost na přípravu i samotné provedení výuky
- přestože reakce studentů se zpočátku zdály být rozpačité, ve výsledku hodnotili výuku vcelku pozitivně a dokázali by si představit principy BOV i v jiných vyučovaných předmětech (nejčastěji v jejich odpovědích zazněla fyzika)

7. SEZNAM LITERATURY

7.1 Literatura

CAMPBELL N. A., Reece J. B., 2006: Biologie, Computer press, 1338 s.

ČERVENKOVÁ I., 2013: Výukové metody a organizace vyučování. Ostravská univerzita v Ostravě, s. 20-31 (dostupné z:

<http://projekty.osu.cz/svp/opory/pdf-cervenkova-vyukove-metody-a-organizace-vyucovani.pdf>)

Dittrich P., 1999: Pedagogicko-psychologická diagnostika, Nakladatelství a vydavatelství H&H, Jinočany, s. 28

DOSTÁL J., 2013: Badatelsky orientovaná výuka jako trend soudobého vzdělávání, E-Pedagogium: Nezávislý odborný časopis pro interdisciplinární výzkum v pedagogice, III/2013, s. 81-92, Univerzita Palackého v Olomouci, Pedagogická fakulta

DVOŘÁKOVÁ M., 2000: Pedagogicko psychologická diagnostika I., Jihočeská Univerzita v Českých Budějovicích, s. 81-87

EASTWELL P., 2009: Inquiry learning: Elements of confusion and frustration. The American biology teacher, 2009, roč. 71, č. 5, s. 263-265

HRABAL V., 1989: Pedagogicko psychologická diagnostika žáka, SNP, Praha, s. 53-59

JELÍNEK V., ZICHÁČEK Z., 2007: Biologie pro gymnázia, Nakladatelství Olomouc, Olomouc, 580 s.

KALHOUS Z., OBST O. A KOL., 2002: Školní didaktika, Portál, Praha, s. 307-313

KINCL L. A KOL., 2000: Biologie rostlin pro gymnázia, Fortuna, Praha, 255 s.

KINCL M., KRPEŠ V., 2006: Základy fyziologie rostlin, Ostravská Univerzita, Ostrava, s. 97-100.

KUBÁT A KOL., 2003: Botanika, Scientia Praha, 231 s.

MAŇÁK J., ŠVEC V., 2003: Výukové metody. Paido, Brno: s. 21-26, 49

NEZVALOVÁ A KOL., 2010: Inovace v přírodovědném vzdělávání Olomouc, s. 56 (dostupné z: <http://zvyp.upol.cz/publikace/nezvalova1.pdf>)

PALEČKOVÁ J. A KOL., 2016: Hlavní zjištění Výzkumu PISA 2006: Poradí si žáci s přírodními vědami? Ústav pro informace ve vzdělávání, 2007, Praha (dostupné z: <http://www.csicr.cz/getattachment/cz/O-nas/Mezinarodni-setreni-archiv/PISA/PISA-2006/Narodni-zprava.pdf>)

PAPÁČEK M., SLIPKA J., 1997: Úvod do odborné práce: Pro posluchače studia učitelství biologie, Jihočeská univerzita České Budějovice, 197 s.

PAPÁČEK M., 2010a: Limity a šance zavádění badatelsky orientovaného vyučování přírodopisu a biologie v České republice. In: Papáček M. (ed.): Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování. DiBi 2010. Sborník příspěvků semináře, 25. a 26. března 2010, s. 145-162, Jihočeská univerzita, České Budějovice.

PAPÁČEK M., 2010b: Badatelsky orientované přírodovědné vyučování – cesta pro biologické vzdělávání generací Y, Z a alfa? In: Scientia in Educatione 1(1), 2010, s. 33-49 (dostupné z: <http://www.scied.cz/index.php/scied/article/view/4>)

POKORNÝ J., 1999: Co umí strom aneb O zahradě s trochou fyziky. Domov, Praha, 39(7): s. 50-51

PROCHÁZKA A KOL., 1998: Fyziologie rostlin, Academia, Praha, s. 53 - 69

REHÁKOVÁ J., 2011: Strom: funkce v krajině, Diplomová práce, školitel RNDr. Renata Ryplová, PhD. České Budějovice: Jihočeská Univerzita, Pedagogická fakulta, 77 s.

RYPLOVÁ R., REHÁKOVÁ J. 2011: Přínos badatelsky orientovaného vyučování (BOV) pro environmentální výchovu: Případová studie implementace BOV do výuky na ZŠ. In: Envigika: Charles University E-journal for Environmental Education, 2011/VI/3. (dostupné z [Charles University E-journal for Environmental Education ISSN 1802-3061](http://www.charu.cz/charu/ejournal/Environmental-Education-1802-3061))

STUHLÍKOVÁ I., 2010: O badatelsky orientovaném vyučování. In: Papáček M. (ed.): Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování. DiBi 2010. Sborník příspěvků semináře, 25. a 26. března 2010, s. 129-132, Jihočeská univerzita, České Budějovice

7.2 Internetové zdroje

Obrázek stromu: http://www.123rf.com/photo_3935134_trees-with-roots-this-image-is-a-vector-illustration-and-can-be-scaled-to-any-size-without-loss-of-r.htm

8. SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1: Text „Vodní režim rostlin - úvod“

Příloha č. 2: Text „V hlavní roli: Transpirace“

Příloha č. 3: Výuková prezentace, část 1, snímek 1

Příloha č. 4: Výuková prezentace, část 2, snímek 2.1

Příloha č. 5: Výuková prezentace, část 2, snímky 2.2, 2.3 a 2.4

Příloha č. 6: Výuková prezentace, část 2, snímky 2.6 a 2.7

Příloha č. 7: Výuková prezentace, část 2, snímek 2.8

Příloha č. 8: Výuková prezentace, část 2, snímek 2.9

Příloha č. 9: Text „Vedení vody“

Příloha č. 10: Výuková prezentace, část 2, snímky 2.11 a 2.12

Příloha č. 11: Výuková prezentace, část 2, snímek 2.13

Příloha č. 12: Výuková prezentace, část 2, snímek 2.15

Příloha č. 13: Výuková prezentace, část 2, snímek 2.16

Příloha č. 14: Výuková prezentace, část 3, snímek 1

Příloha č. 15: Pracovní list

Příloha č. 16: Didaktický test a ukázka vypracovaného testu

Vodní režim rostlin – úvod (informace pro učitele)

Podobně jako je naše tělo tvořeno zhruba ze 70% vodou, je voda nenahraditelnou složkou také těla rostlin. V rostlinných pletivech se průměrný obsah vody pohybuje mezi **70-80%**. Pro představu, listy čerstvé zeleniny obsahují 85-95% vody, ještě více vody je v dužnatých plodech (90-99%) a nejméně vody (5-15%) obsahují semena rostlin (Procházka S. a kol., 1998). Obsah vody v rostlinných pletivech je proměnlivý, závisí např. na dostupnosti vody, na stáří rostliny, ale i na ročním období. (Kincl L. a kol., 2000)

Rostliny mají svůj „**vodní**“ režim, který zahrnuje procesy příjmu, vedení a výdeje vody. Tyto funkce zajišťují příslušné rostlinné orgány (kořen, stonek, list). Přijímat vodu mohou rostliny celým povrchem těla (nižší vodní a ponořené vyšší rostliny), vyšší suchozemské rostliny přijímají vodu kořenovými vlásky. Pro správnou funkci fyziologických procesů v rostlinném těle musí být příjem a výdej vody v rovnováze.

V hlavní roli: Transpirace

Pokud si představíme strom jehož koruna má v průměru asi pět metrů, pak v plošném průmětu taková koruna zaujímá téměř 20 m² a v jasném letním dni na tuto listovou plochu dopadne nejméně **120 kWh sluneční energie** (pro představu, tj. zhruba výkon motoru automobilu střední třídy). Co se s ní stane? Jen jedno procento je využito pro fotosyntézu, asi 5-10 % se odrazí zpět ve formě světelné energie, stejné množství (5-10 %) se odrazí v podobě tepla a zhruba stejné procento pohltí půda. Převážnou část dopadající energie (kolem 80 %) rostlina využije na **transpiraci**. Na každém mm čtverečním listové plochy se nachází asi 50-100 regulačních „ventilů“, které ovlivňují rychlost transpirace podle dostupného množství vody a podle intenzity dopadajícího slunečního záření. Každý strom má tedy desítky milionů těchto regulačních prvků vybavených teplotními a vlhkostními čidly, která reagují na teplotu a vzdušnou vlhkost okolí. Podle toho se „ventily“ zavírají a otevírají a strom tak dokáže účinně regulovat množství vydávané vody. (Upraveno podle Pokorného, 1999)

Jak velké množství vody ale dokáže během vegetačního období strom „vypít“? Vzrostlý javor klen (*Acer pseudoplatanus*), který je dostatečně zásobený vodou, dokáže v horkém letním dni dopravit vzhůru do koruny (do výšky 20 m, až k nejdříve položené lístečce) **až 500 l** vody za hodinu. (Kincl L. a kol., 2000). Toto ohromné množství vody putuje proti zemské přitažlivé síle – gravitaci. U nejvyšších stromů na Zemi, sekvojí (*Sequoia*) a douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii*) voda putuje do výšky až 150 m! (Upraveno podle Procházky a kol., 1998)

1. Sluneční energie

Jaká je distribuce (rozdělení) sluneční energie v krajině se zelení?

2.1 Může nějaká síla táhnout trubičkou vodu shora?

Úkol:

Napijte se vody přes dlouhé brčko.



***Co musíme udělat my, abychom se
napili?***

2.2 Jak pijí rostliny?

Úkol:

Navrhněte, jak byste si ověřili, zda v rostlině na vodu působí tatáž síla?



2.3 Nasávají rostliny vodu?

Pokus (foto):
Vodu ve váze
obarvíme (např.
modrým inkoustem).



2.4 Nasála rostlina vodu?



Cca po 6 hodinách



Po 24 hodinách

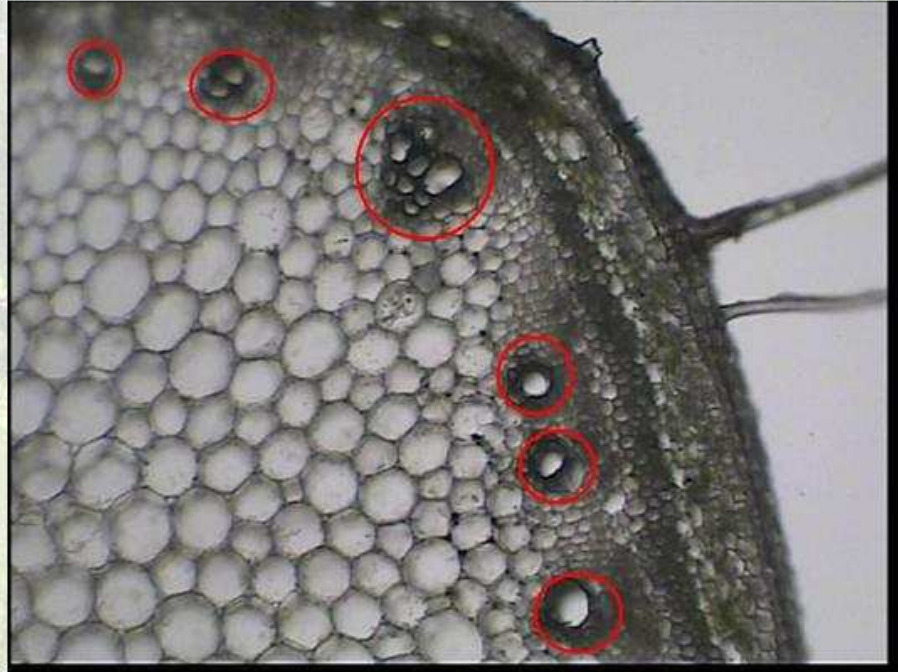
2.6 Jak se nazývají pletiva, která vedou vodu od kořenů do listů?

Najděte v textu dvě slova, která utvoří slovní spojení (název vodivých pletiv).

*Přeruší-li tok vody v rostlině vzduchová bublina, nastane ve vodivém elementu vedoucím vodu situace podobná **cévní** mozkové příhodě u člověka, tzv. embolie, která vodivý element vyřadí z funkce. Proto je, zejména pro stromy, nezbytný vznik nových elementů vodivého pletiva, které jsou ve stonku (v kmeni) uspořádány ve **svazky**.*

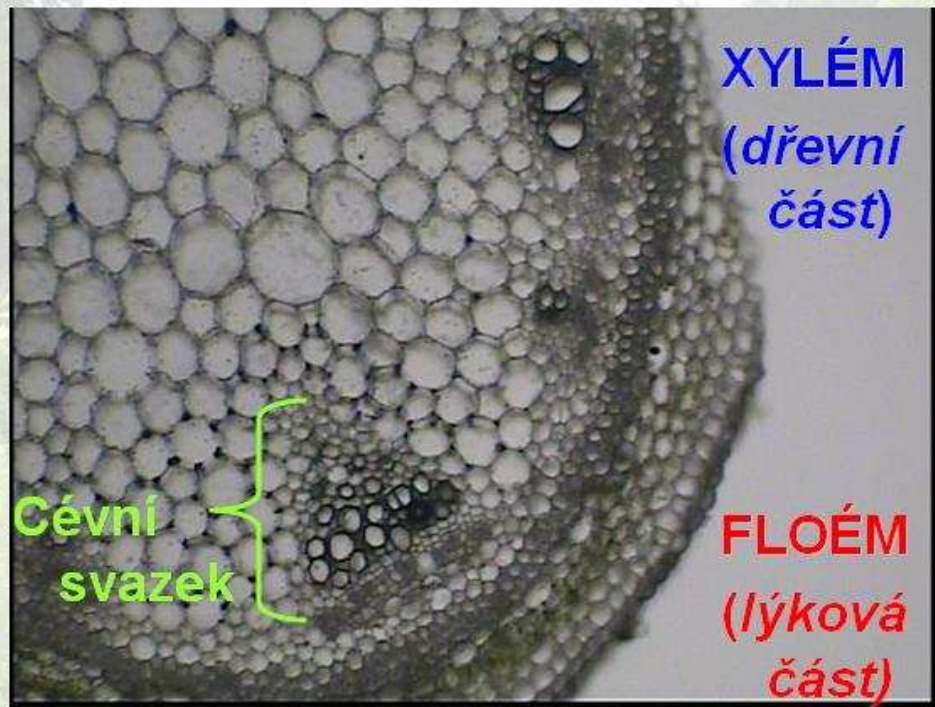
2.7 Od kořenů do listů vedou vodu v rostlině...

C
É
V
N
Í



S
V
A
Z
K
Y

2.8 Která část cévního svazku vede vodu?



2.9 Mají rostliny nějaké struktury, které fungují jako dlouhá brčka?

Úkol: Brainstorming – aplikujte znalosti z morfologie rostlin.



Úkol: V následujícím textu objevte 4 mechanismy, které napomáhají rostlině vést vodu od kořenů směrem k listům.

Z buňky do buňky proniká voda jen pomalu prostřednictvím fyzikálních procesů difúze a osmózy. Proto vedení vody na delší vzdálenosti zajišťují vodivá pletiva, charakteristická pro cévnaté rostliny. V nich je voda spolu s rozpuštěnými minerálními látkami vedena tenkými kapilárami od kořenů až do listů.

Těmito mikroskopickými kapilárami, dlouhými až několik desítek metrů, stoupá souvislý transpirační proud (sloupec) vody, který překonává gravitační sílu. Síla, která tento důležitý tah vody vzhůru způsobuje se nazývá transpirační sání. V době, kdy má rostlina (strom) vytvořené listy, je tak voda tažena shora a dochází k pasivnímu nasávání vody kořeny. Udržení souvislého transpiračního proudu vody v kapilárách pak zajišťují neméně významné kohezní síly mezi molekulami vody. Soudržnost molekul vody (koheze) je možná díky vodíkovým můstkům (fyzikálním nevazebným interakcím), které drží molekuly vody u sebe. V tenkých trubičkách působí také kapilarita – voda samovolně vzlíná („leze“) po stěnách cév, ke kterým molekuly vody snadno přilnou a v kapiláře se tak vytvoří meniskus.

Na jaře, kdy však opadavé dřeviny ještě nemají vytvořené listy, se na vedení vody stromem výrazně uplatňuje kořenový vztlak, kdy kořeny aktivně nasávají vodu a v ní rozpuštěné minerální látky a tato xylémová „šťáva“ je následně vytlačována vzhůru do nadzemních částí rostliny. Narozdíl od transpirace jde o energeticky náročný a tedy pomalejší proces (rostlina musí dodat energii). Vnější projev kořenového vztlaku je pak tzv. *krvácení stromů*, kdy z poraněných dřevin vytéká šťáva (míza), která obsahuje různé metabolicky významné látky (sacharidy, enzymy,...).



Foto: Odběr březové mízy (foto – autorka, duben, 2012)



Veličinou charakterizující transport vody v rostlině je *vodní potenciál*, který představuje míru hydratace buněk (tzn. stav nasycení buněk vodou). Voda se v rostlině pohybuje na základě spádu vodního potenciálu – od pletiv s vyšším vodním potenciálem (tzn. tato pletiva jsou více hydratovaná) k pletivům s nižším potenciálem (v pletivech je málo vody). Nejvýše položené listy mají tedy nejnižší hodnotu vodního potenciálu, oproti kořenům či vlhké půdě. (Upraveno podle Kincl M. a Krneš V., 2006).

2.11 Který z mechanismů má význam zjara, zejména pro opadavé dřeviny?



**2.12 Jaká síla táhne vodu v rostlině
shora, když má vytvořené listy?**



2.13 Kudy se z rostlin voda vypařuje?

Pokus:

Otisk listové pokožky

Pomůcky: bezbarvý lak na nehty, izolepa, pinzeta, čerstvě utržený list, podložní sklo, mikroskop



2.15 Co je potřeba k přeměně vody v páru?



2.16 Jak rostliny odpařují vodu?



3. Vывod'te závěry...

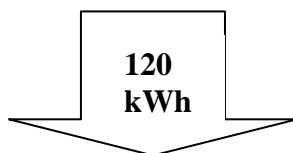
Jak vzniká koloběh vody v přírodě?

Je transpirace součástí vodního cyklu na Zemi?



PRACOVNÍ LIST

1. Dopište k obrázku jak se rozdělí sluneční energie v krajině zásobené vodou a bohaté na zeleň, a šipkami znázorněte směr a přiřadte podíl slunečního záření (%).



2. Vydávají rostliny do okolí vodní páru?
Navrhněte pomůcky a postup k provedení jednoduchého experimentu.

Pomůcky:

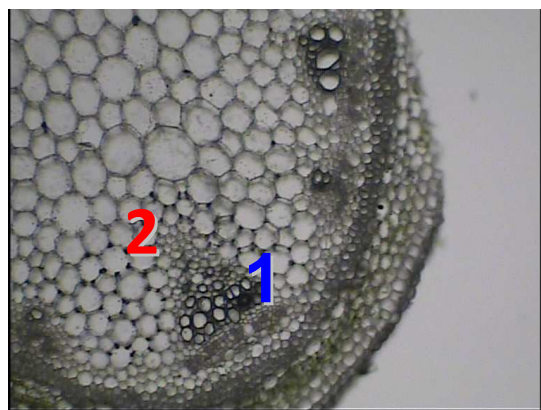
Postup:

Závěr: Vydala rostlina do okolí vodu? _____ .

3. Sílu, kterou musíme vytvořit při pití dlouhým brčkem nazýváme _____ . Snížením tlaku na konci brčka při tom v trubici vznikne _____ .
4. Navrhněte, jak byste prokázali, že voda v rostlině je tažena vzhůru?
5. Pletiva, která vedou vodu v rostlině od kořenů směrem k listům se nazývají _____ É _____ A _____ Y .

Tvoří je dřevo (xylém) a lýko (floém).

Vzestupný proud vody prochází _____ .



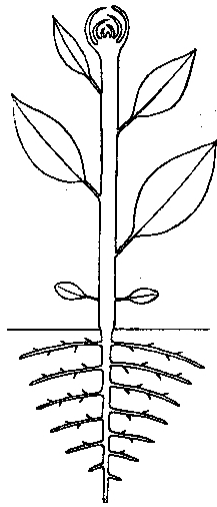
6. Mikroskopické kapiláry, kterými rostlina vede vodu, nazýváme _____ a _____ .
7. Zapište si do tabulky, které 4 mechanismy se podílejí na vedení vody stonkem.

Mechanismus	Poznámky
	Pasivní děj,
	Aktivní děj,

8. Na jaře se výrazně na vedení vody uplatňuje _____ .

9. V průběhu vegetačního období je hlavní silou způsobující tah vody vzhůru do listů _____ .

10. Vyznačte šipkou u rostliny spád vodního potenciálu a doplňte, kde jsou jeho hodnoty nejnižší a kde nejvyšší?



(Kincl L. a kol., 2000)

11. Voda se z listu odpařuje přes _____, které jsou v pokožce a fungují jako regulační ventily. Podle potřeb rostliny (v závislosti na dostupnosti vody a intenzitě slunečního záření) se _____ anebo _____ a tím je kontrolován výdej vody z listu.

12. Pro přeměnu vody v páru je třeba _____ .

13. Jak odpařují vodu rostliny? _____ .

14. Motorem pro koloběh vody v přírodě je

_____ . Na malém oběhu vody v krajině
(mezi rostlinstvem a atmosférou) se podílí významný děj zvaný

_____ .

Příloha č. 16: Didaktický test a ukázka vypracovaného testu

Pořadové číslo studenta: Třída: Datum:

Získaný počet bodů:

Vodní režim rostlin – Test č. 2

1. Podtrhněte, kudy je v rostlině vedena voda od kořenů až k listům:
xylém, floém, sítkovice, cévy a cévice
2. Doplňte správně tyto pojmy: TRANSPIRACE, FOTOSYNTÉZA
Z celkového množství dopadající sluneční energie spotřebuje rostlina jedno procento na _____, převážnou část energie (80 %) využije na _____.
3. Vyberte správnou možnost.
Průměrný obsah vody v rostlinných pletivech je:
 - a) 5 – 15 %
 - b) 55 – 60 %
 - c) 70 – 80%
 - d) 90 – 99 %
4. Napište, jak rostlina reguluje výdej vody.
_____.
5. Rozhodněte, které/á z těchto tvrzení o kořenovém vztlaku **neplatí**:
 - a) uplatňuje se pouze na výdeji vody rostlinou, zejména na jaře
 - b) souvisí s aktivním nasáváním vody kořeny
 - c) vyžaduje od rostliny metabolickou energii
 - d) navenek se projevuje vytékáním proudu asimilátů (mízy) po poranění dřevin
 - A) neplatí tvrzení *a*
 - B) neplatí tvrzení *b, c*
 - C) neplatí tvrzení *c, d*
 - D) všechna tvrzení jsou správná
6. Doplňte:
Tok vody od kořenů směrem k listům nazýváme jako _____.
_____. Na udržení souvislého sloupce vody ve vodivém pletivu se podílí _____ působící mezi molekulami vody.
7. Vyberte správné tvrzení.
Vodní potenciál:
 - a) vyjadřuje schopnost vody pronikat z buňky do buňky
 - b) je mírou hydratace buněk a udává schopnost buněk nasávat vodu

- c) dosahuje nejnižších hodnot v buňkách nejvýše položených pletiv
- d) dosahuje nejnižších hodnot v buňkách nejniže položených pletiv

- A) platí a, c
- B) platí a, d
- C) platí b, c
- D) platí b, d

8. Objasněte podstatu tohoto transportního mechanismu v rostlině.

TRANSPIRAČNÍ SÁNÍ: _____

9. a) Napište, jak se vegetace (zejména lesy) podílí na malém koloběhu vody v krajině.

b) A šipkami vyznačte tok vody stromem a na vyznačená místa doplňte, k jakému ději dochází.

1. _____

2. _____



3. _____

4. _____